



## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 338

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИНТЕГРАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ТОРГОВОЙ ПОЛИТИКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АВТОКОМПОНЕНТОВ

Д-р экон. наук **А.В. ДРЫНОЧКИН, А.В. ПАСХИНА**  
МГМУ "МАМИ" (495. 223-05-40)

*Рассмотрены современные информационные технологии, применяемые в производстве и сбыте автокомпонентов.*

**Ключевые слова:** интеграция, информационные технологии, автокомпоненты, конкурентоспособность, качество, системы планирования ресурсов производства.

**Drinochkin A.V., Pashina A.V.**

#### INFORMATION TECHNOLOGIES OF INDUSTRIAL AND COMMERCIAL POLITIC OF PRODUCER OF COMPONENTS

*Modern information technologies used in the production and marketing of automotive components are described.*

**Keywords:** integration, information technology, automotive components, competitiveness, quality, manufacturing resource planning system.

Численность российских производителей автокомпонентов сейчас составляет ~2 тыс. Они выпускают в основном комплектующие для отечественных и зарубежных автомобилей, собираемых на территории России.

Это элементы шасси, колесные диски, дверные ручки, стекла, пластиковые элементы, коробки передач, сложные электронные узлы, сиденья, системы навигации, спутниковой связи и мультимедиа. Однако, по оценкам экспертов, технологический уровень их производства, к сожалению, отстает от зарубежных производств на 30–40 лет. Поэтому и качество российских автокомпонентов не соответствует иностранным стандартам: если в Европе среднее число рекламаций на 1000 автомобилей равно ~0,002, то в России – 0,6. То есть этот показатель в 300 раз хуже.

Отсюда понятно, почему зарубежные фирмы, даже те, кто организовал сборочное производство у нас, категорически не приемлют агрегаты российского производства на своих автомобилях.

Такая ситуация усугубляется еще и тем, что захватившие российский автомобильный рынок зарубежные производители при реализации мер государст-

венной поддержки отечественного автопрома в будущем довольно легко удержат свои позиции, организовав новое производство автокомпонентов европейского качества. Хуже того: и автозаводы России все чаще отдают предпочтение зарубежным комплектующим. Например, в 2008 г. доля изделий отечественного производства в российских АТС составила лишь 35,2 %, а в 2011 г. и того меньше – 20,4. Хотя финансовый объем поставок автокомпонентов на сборочные предприятия России увеличился и в 2011 г. превысил докризисный уровень, экспоненциальный тренд имеет устойчивую положительную динамику и прогнозирует рост объема финансирования не менее чем на 25,9 % ежегодно.

Однако "хоронить" российский рынок автокомпонентов явно преждевременно. Свидетельство тому – "Группа СОК", выпускающая тормозные системы, радиаторы, шаровые опоры, системы отопления и светотехнику для российских АТС. Кроме того, все большее число предприятий, производящих комплектующие, входит в крупные российские автоконцерны ("АвтоВАЗ", "Группа ГАЗ", "Северсталь-Авто", "КамАЗ"). И это понимают ведущие мировые изготовители, поэтому так активно и создают совместные предприятия с перечисленными выше фирмами. Более того, многие зарубежные фирмы уже освоили российский рынок и не собираются его уступать: по данным автостата, число зарубежных производителей увеличивается год от года. Потому что российский рынок предоставляет прекрасные возможности для иностранных фирм в связи с низким уровнем качества производимых на российских предприятиях автокомпонентов, обладает дешевой рабочей силой, на нем отсутствуют необходимые российскому рынку новейшие производственные и компьютерные технологии. Поэтому многие из них и планируют создавать собственные производства автокомпонентов на территории Российской Федерации, тем самым делая иностранный агрегат отечественным по месту его производства.

Далее. В настоящее время любое промышленное предприятие, включая производителей авиакомпо-

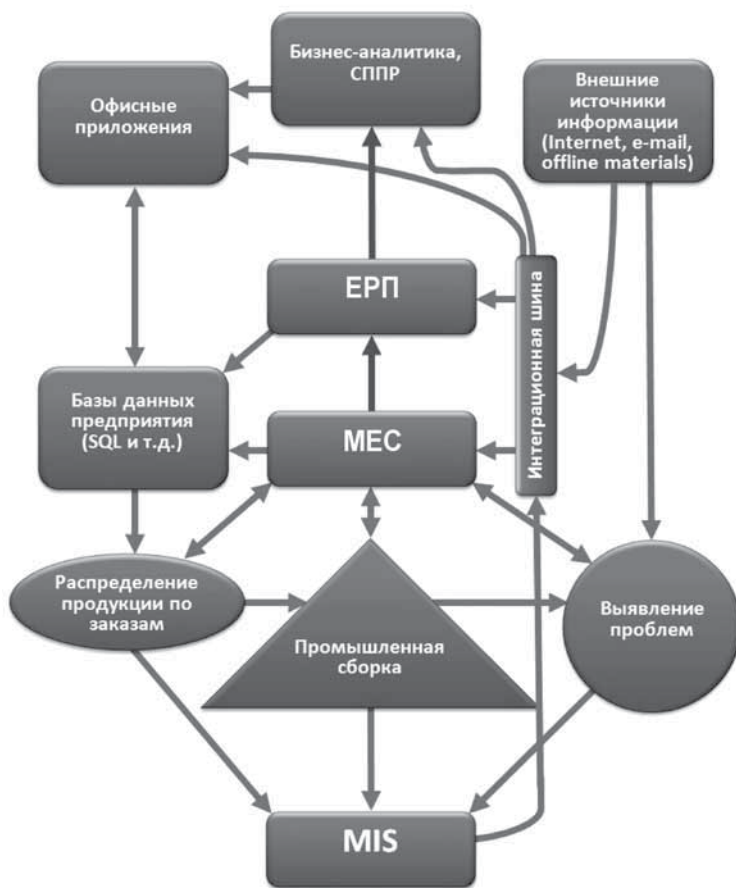


Рис. 1

ентов, в своей деятельности использует множество информационных систем, модули которых выполняют разнообразные задачи, начиная со сбора, обработки, хранения и распределения данных, преобразования их в информацию, необходимую для развития фирмы на несколько лет вперед. Отсюда особая актуальность проблемы интеграции существующих систем в единое информационное пространство: в условиях общего кризиса отечественного автомобилестроения она дает возможность путем эффективной интеграции систем производства и распределения наладить выпуск конкурентоспособной продукции. И здесь не нужно "изобретать велосипед": в общемировой практике уже существуют стандартные подходы к интеграции нескольких систем в единый информационный автоматизированный комплекс предприятия [1].

Конечно, системы интеграции из нескольких информационных составляющих достаточно сложны, поэтому при внедрении такого комплекса надо учитывать конкретный их состав.

Рассмотрим некоторые компоненты, входящие в состав схемы организации информационного взаимодействия (рис. 1), которая приведена в журнале "Информационные технологии в проектировании и производстве" подробнее.

ERP — это система планирования ресурсов предприятия, относящаяся к стратегическому и тактическому управлению производственным предприятием.

Она представляет собой интегрированную систему, выполненную на базе информационных технологий и предназначенную для управления внутренними и внешними ресурсами предприятия (значимыми физическими активами, финансовыми, материально-техническими и человеческими ресурсами). Цель такой системы — содействие потокам информации между всеми хозяйственными подразделениями (бизнес-функциями) внутри предприятия и информационная поддержка связей с другими предприятиями. Построенная, как правило, на централизованной базе данных, ERP-система формирует стандартизированное единое информационное пространство предприятия [2].

МЕС — производственная исполнительная система. Она представляет собой прикладное программное обеспечение, которое предназначено для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках производства и включает множество частных функций, заменяющих основные управленческие решения предприятия на уровне оперативного управления и на основании детального пооперационного планирования производства способна активировать и отслеживать производственные мощности, собирать информацию по производству от различных датчиков, оборудования, персонала, программных систем, обслуживать параметры и контролировать качество, устанавливать связи между персоналом и оборудованием, производством и поставщиками, потребителями, отделами инженерных разработок, продаж и пр.

Но это — теория. Теперь перейдем к практике.

Для производственного предприятия основными механизмами управления являются планирование и оптимальное управление производственным процессом через технологию "клиент—сервер", предусматривающую разделение обработки данных между сервером и рабочей станцией. Интеграция систем управления производственно-сбытовой политикой предприятия развивалась с учетом технологий МРП, МРП II, ERP, которые привели к развитию стандарта CSRP, регламентирующего взаимодействие с клиентом, субподрядчиком, выходя из рамок внутренней во внешнюю деятельность предприятия.

Так, в настоящее время на мировом рынке существует ~500 систем, соответствующих стандартам МРП II и ERP, пять—шесть из них существуют и в России. Причем число успешных инсталляций систем данного класса на российских предприятиях равно ~300. По материалам Американского общества управления производством и запасами, в концепции системы управления предприятием принято выделять восемь элементов: управление цепочками поставок; совершенствование планирования и составления расписаний; автоматизация продаж; управление конфигурированием, окончательное планирование ресурсов; системы бизнес-интеллекта; электронная коммерция; управление данными об изделии.

Есть ли что-то подобное у нас? Так, уже принято уникальное решение QiBox ("качество в коробке"),

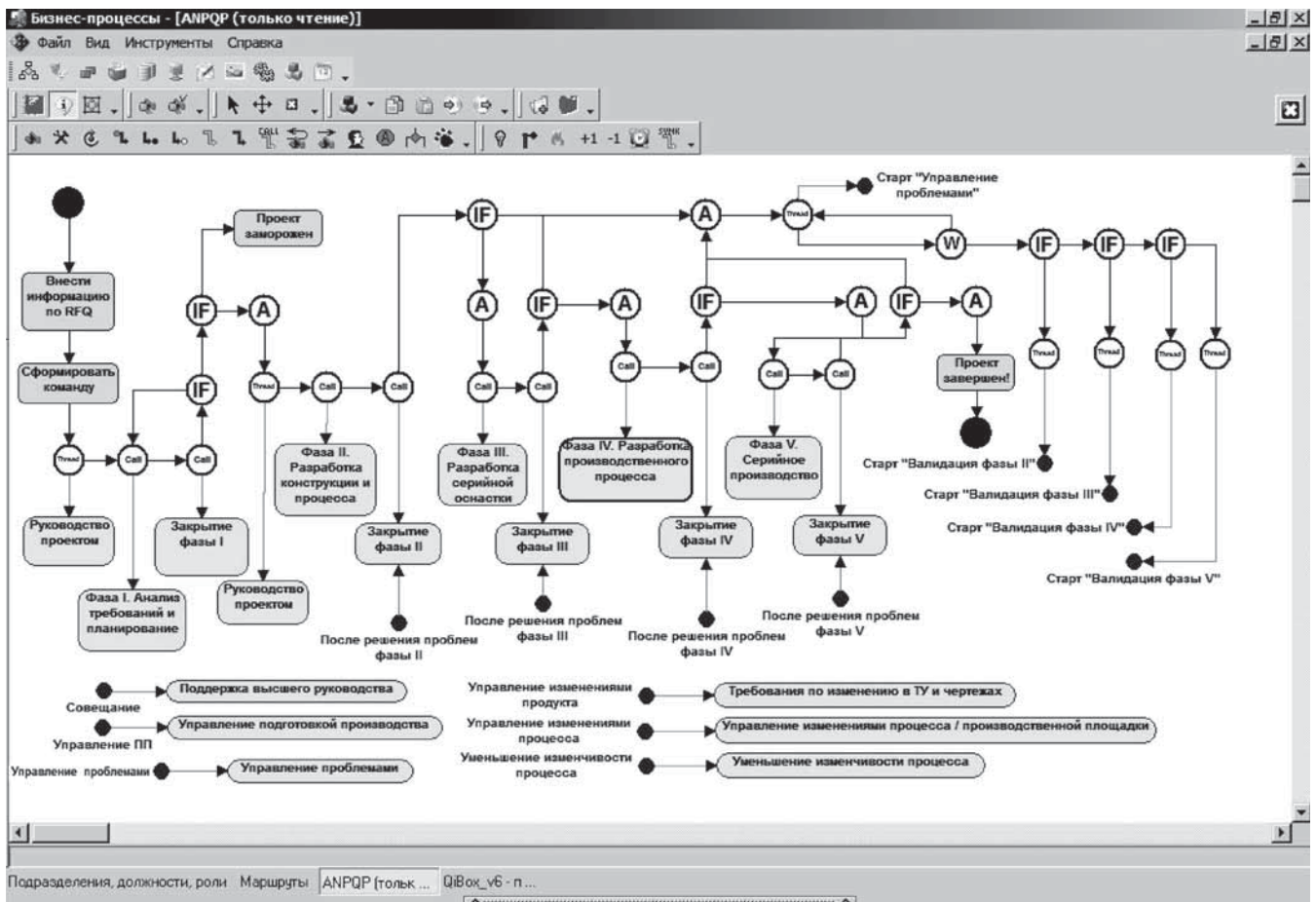


Рис. 2

которое объединяет в одном технологическом продукте все необходимые средства для выполнения обязательных требований ISO/TS 16949. В QiBox входят следующие модули (рис. 2): системы управления проектами; управления данными и электронный архив; автоматизированного проектирования; приложения для управления специальными характеристиками и автоматизации работы специальных методов, а также формирования комплекта документов для потребителя. В итоге система QiBox существенно повышает эффективность работы поставщиков автомобильных компонентов при подготовке производства новой продукции, поскольку он, поставщик, согласно ей, обязан выполнять требования как стандарта ISO/TS, так и требования конкретного потребителя.

При интеграции систем не только внутри производства автокомпонентов, но и в среде их реализации необходимо использовать средние интегрированные системы, которые представляют собой системы, период внедрения которых составляет от 6 до 10 мес. и по функциональной полноте имеют следующие функции: комплексный учет; управление производством; снабжение и сбыт. Примерная стоимость таких систем от 200 до 500 тыс. амер. долл. Они ориентированы на серийное сборочное производство. Для них характерно циклическое повторное производство – планирование выполняется

на определенный срок (квартал, месяц, неделя); производство на заказ; разработка на заказ; самостоятельная разработка каждого нового заказа с последующим производством; производство на склад; смешанное производство (для конечного продукта используется несколько типов организации производственного процесса).

Применение информационных технологий в реализации продукции отечественного автопрома может быть проиллюстрировано на примере ВАЗа, который внедрил информационные системы, обеспечивающие оптимизацию процессов продажи и гарантийного обслуживания автомобилей "Лада", а также процесса поставок комплектующих изделий в свои автоцентры обслуживания.

Существуют достаточно веские основания предполагать, что в будущем проекты по улучшению интеграции информационных технологий, обеспечивающих эффективное и бережливое производство и распределение автокомпонентов, будут развиваться. Причина тому – острая конкуренция в отрасли и стратегическое направление сохранения позиций отечественных производителей автокомпонентов на рынке.

#### Литература

1. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Enterprise\\_Application\\_Integration](http://ru.wikipedia.org/wiki/Enterprise_Application_Integration).
2. Bidgoli, Hossein (2004). The Internet Encyclopedia 2004. V. 1. John Wiley&Sons, Inc. P. 707.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФОРМЫ РАЗРАБОТКИ И ОСВОЕНИЯ ИННОВАЦИЙ

**В.М. ГРИБАНИЧ**

Дипломатическая академия МИД РФ (499.940-13-58-2)

*Рассмотрены организационные формы разработки и освоения инноваций, их роль в современной экономике и конкурентной борьбе, необходимость использования передового зарубежного опыта в российской инновационной сфере.*

**Ключевые слова:** организационные формы разработки инноваций, программы инновационного развития, спрос на инновации, внедрение инноваций.

Gribanich V.M.

### ORGANIZATIONAL FORMS OF WORK OUT AND DEVELOPMENT OF INNOVATIONS

*Organizational forms of work out and development of innovations, their role in the modern economy and the competition, the necessity to use advanced foreign experience in the Russian innovative sphere are considered.*

**Keywords:** organizational forms of work out and development of innovations, programs of innovative development, demand for innovation, implementation of innovations.

Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. [1] дает субъектам инновационной деятельности долгосрочные ориентиры, устанавливает правила финансирования научного сектора, а также поддержки коммерциализации разработок. Причем для первого этапа ее реализации, т.е. на 2011–2013 гг., в качестве главной задачи она ставит повышение и стимулирование интереса бизнеса к инновациям.

В связи с этим уже начата работа по организации национальных исследовательских центров (первый такой центр создан на базе Курчатовского института); сформирована инфраструктура поддержки инновационной деятельности – технико-внедренческие особые экономические зоны, являющиеся территориями, на которых действуют режим облегченного налогообложения, технопарки, бизнес-инкубаторы при вузах, центры трансфера технологий, центры коллективного пользования уникальным оборудованием и др., начата (на конкурсной основе) поддержка создания инновационных кластеров. Кроме того, в Сколково закладываются основы новой российской "территории инноваций", на которой будет действовать беспрецедентный правовой режим, минимизирующий административные барьеры и налоговое бремя для фирм-резидентов; государство софинансирует (через управляющую организацию проекта "Сколково", а также через Российский фонд технологического развития) инновационные проекты частных фирм, а в отношении фирм с государственным участием формируется система поддержки разработки и реализации ими программ инновационного развития. Проведена значительная работа по совершенствованию правового режима инновационной деятельности. Так, уже введены и продолжают вводиться необходимые налоговые льготы; принят закон, разрешающий бюджетным учреждениям образования и науки создавать малые инновационные предприятия, и только за первый год его применения уже создано ~600 таких предприятий.

Как видим, "процесс пошел". Он породил новые, в том числе те неформальные формы разработки и освоения инноваций, которые широко используются за рубежом.

Наиболее важными из этих форм можно назвать следующие.

**1. Научно-производственные комплексы (НПК).** Они – типичная форма коммерциализации НТП в целом и науки в частности и представляют собой временные организационно-хозяйственные группы или коллективы, осуществляющие конкретные исследовательские проекты на ком-

мерческой основе. Например, в США Научный национальный фонд министерства обороны и энергетики, НАСА, национальные институты здравоохранения и др. публикуют списки тем для исследований и разработок и гарантируют безвозмездные субсидии их исполнителям. Выдержав конкурс заявок и получив грант, исследователь (или его менеджер) создает группу специалистов, которые начинают работу по заявленной теме.

Такая группа, будучи весьма гибким организационным образованием, получает, как правило, экспериментальную базу, базу материально-технического снабжения и завод-изготовитель нового изделия. То есть в итоге получается научно-производственный комплекс, все компоненты которого работают по одной программе, экономически заинтересованы во взаимном сотрудничестве и в то же время не связаны жесткой административной субординацией.

Финансирование и материально-техническое обеспечение работ здесь носят строго программно-целевой характер. Средства предоставляются в распоряжение руководителя проекта, который распределяет их между подразделениями, участвующими в выполнении поставленных целей. По завершении проекта техническая документация продается промышленной фирме, которая после экспериментирования начинает выпуск новой продукции на своих предприятиях. Все участники комплекса получают свою долю от окончательного коммерческого эффекта.

**2. Инновационные подразделения при различных учреждениях, вузах, отраслевых институтах и лабораториях фирм** – вторая важная организационная форма освоения НИОКР, получившая распространение в последние годы. Они создаются в целях доводки новшеств до реализации, установления контактов с потенциальным потребителем и функционируют на коммерческой основе, т.е. оказывают платные услуги и сами оплачивают услуги других фирм.

**3. Рисковый, или венчурный, бизнес (процесс создания научно-технических фирм-новаторов)** также становится все более распространенной формой производственной реализации инноваций. Эти фирмы, всегда самостоятельные, могут быть как принципиально новым образованием, так и отпочкованным от других фирм. Творчески раскрепощенный, коммерчески ориентированный и производственно строго специализированный характер деятельности фирм-новаторов способствует тому, что номенклатура создаваемых в них нововведений на единицу затрат оказывается во много раз выше, чем в крупных корпорациях. Но, конечно, при этом велико и число банкротств.

Создание автономной рискованной фирмы предполагает наличие трех условий: идеи нововведения; предпринимателя, готового воплотить ее в реальный продукт и организовать "дело"; капитала, предоставляемого для его функционирования. В США за последние 20 лет их число возросло более чем в 10 раз, объем годового финансирования – намного больше: стоимость наличного рискованного капитала достигает ~50 млрд долл.

Рисковые фирмы играют сегодня важную роль в кардинальном обновлении продукции, повышении ее качества. Особенно в наукоемких секторах промышленности. Их успех основан на проведении самостоятельных интенсивных прикладных исследований, открытиях и разработках принципиальных новшеств, удовлетворяющих потребности производства и населения, поэтому их очень часто создают ученые.

Эти фирмы называют рискованными не случайно: в своей деятельности они должны не столько учитывать, сколько предвосхищать реальные потребности в еще не существующих изделиях. При таком подходе, как показывает опыт, до 90 % нововведений заранее обрекаются на неудачу (прежде всего из-за неспособности выявить действи-

тельную потребность в новом продукте и рыночные возможности его реализации). Однако оставшиеся 10 % не только полностью окупают произведенные затраты, но и дают немалую прибыль. В качестве примера таких удачных в коммерческом отношении рискованных фирм можно привести фирмы "Эпл" и "Компьютерленд", работающие в области персональных ЭВМ, "Биоген" и "Дженентех", занимающиеся генной инженерией и др.: они смогли за первые 3–4 года увеличить объем производства и прибыли в десятки и даже сотни раз.

Удачливых предпринимателей рискованного бизнеса обычно отличают умелое руководство нововведенческим процессом, особенно на стадии внедрения, а также узкая продуктовая специализация. Как правило, новая рискованная фирма начинает свою деятельность с опытно-конструкторских или даже пусконаладочных работ.

Объем венчурного капитала у таких фирм, по сравнению с инвестиционными средствами мировой экономики, не так уж и велик, но очень важен. Это подтверждается тем фактом, что большинство фирм, входящих в первую сотню крупнейших, в том числе "Майкрософт" и "Сиско", "встали на ноги" благодаря именно венчурному капиталу.

При этом различают внутренние венчуры, выделяемые из структуры корпораций на период создания и освоения новаций (обычно два года) и внешние, которые включаются в сферу деятельности крупных корпораций путем предоставления им финансовых средств, консультаций, экспериментальной базы и т.д. [2].

При внутреннем венчуре речь идет об автономной группе специалистов (или бригаде), осуществляющей нововведенческий проект внутри своей фирмы. В нее входят автор проекта (как правило, руководитель группы), специалисты исследовательского, производственного и других функциональных отделов корпорации. Такой группе предоставляются юридическая и финансовая (в пределах отпущенных лимитов) самостоятельность, право подбора кадров. Участники проекта стимулируются отдельно по результатам как технической, так и коммерческой реализации нововведения. В случае успеха внутреннего венчура группа преобразуется в новое, тоже самостоятельное производственное подразделение корпорации. Именно таким образом фирма ИБМ, например, в начале 1980-х гг. создала свое производственное отделение по выпуску персональных ЭВМ, которое всего лишь через год стало крупнейшим в мире их производителем.

В настоящее время не менее 25 % крупных корпораций США применяют систему внутренних венчуров. При этом они с немалой выгодой для себя используют тот факт, что во многих случаях главным мотивом создания нововведения является стремление изобретателей, людей с богатыми творческими идеями самостоятельно реализовывать до конца свой исследовательский замысел (материальные соображения у них часто играют второстепенную роль). Некоторые специалисты (их доля достаточно велика) проявляют подчас чудеса творческой энергии, выдумки и изобретательности по части внедрения своего проекта, но затем, когда он превращается в отлаженное дело, приносящее стабильную прибыль, остывают к нему.

Поощряя подобные настроения, руководство ряда крупных фирм выработало типовую формулу стимулирования организаторов внутренних венчуров: если выручка от уже освоенного прежнего проекта составила, допустим, 1 млн долл., то его руководителю в порядке поощрения выдается 10 %, т.е. 100 тыс., причем 10 тыс. наличными, а остальные 90 тыс. в виде безвозмездной субсидии в новый проект.

С помощью такой тактики администрация корпорации стремится оставить у себя наиболее талантливых и творчески мыслящих специалистов, доказавших свою самостоятельность техническими и коммерческими результатами нововведений.

Используя внутренние проекты, крупные корпорации обновляют номенклатуру выпускаемой продукции, проводят регенерацию своего научно-технического потенциала, а многие внедренческие бригады и фирмы, создаваемые внутри них, служат своеобразным "детским садом" или "инкубатором" по "выращиванию" не только новых идей, продуктов и технологий, но и опытных специалистов.

4. Большое распространение в США в послевоенный период получили *исследовательские и нововведенческие кооперативы* и консорциумы промышленных фирм, часто с участием университетов и государственных ведомств (включая штатные, городские и муниципальные). Более того, в 1984 г. был принят национальный кооперативный исследовательский акт в целях поощрения научного сотрудничества и совместных исследований промышленных фирм, защиты этой практики от действия антитрестовского законодательства.

Кооперативы и консорциумы – не обязательно что-то крупное. Наоборот, речь чаще всего идет о небольших партнерствах или товариществах, состоящих из нескольких человек. Но, конечно, бывают среди них и крупные образования. Так, 12 корпораций, включая "Хонивелл", "Моторола", "Радио Корп. оф Америка" и "Контрол Дайт", создали на паях гигантский исследовательский кооператив, разрабатываемый новые поколения микроэлектронной и компьютерной техники, в частности, искусственный интеллект. Фирмы-участницы выделили не только финансовые средства, но и специалистов в обмен на право пользования результатами разработок. И это несмотря на то, что все они конкурируют между собой.

Годовой бюджет новой организации составил 75 млн долл., численность занятых – 250 человек, штаб-квартира находится в Остине (штат Техас).

Второй пример: 13 американских производителей микроэлементов и ЭВМ, включая ИБМ, "Моторола", "Интел", "Контрол Дайт", НР и "Диджитал Эквипмент", сформировали на паях началах в штате Северная Каролина нововведенческий кооператив в целях стимулирования исследований в университетах.

Однако полноправными участниками подобных кооперативов нередко становятся и мелкие фирмы. Они получают от крупной корпорации финансовую поддержку на старте, разнообразные консультационные услуги, возможность пользования ее лабораториями в обмен на свои будущие изделия, а такие признанные НТП гиганты американской промышленности, как "Дюпон", "Дженерал Электрик" и ИБМ, даже создают собственные "инкубаторы" по "выращиванию" мелких рискованных фирм. Большинство из них затем скупается материнской корпорацией и на их базе организуются новые исследовательские, конструкторские, опытно-экспериментальные и производственные отделы. Так, "Дженерал Электрик" только за счет своих пенсионных фондов одновременно финансирует несколько десятков рискованных фирм.

Нововведенческие кооперативы появляются и в результате реализации соглашений между промышленными фирмами, университетами и государственными органами. Например, при университете штата Миннесота создан центр микроэлектроники и информационных наук. Фирмы-основатели затратили на его создание 6 млн долл., штат выделил 1,3 млн. Кроме того, центр получает и ежегодные федеральные субсидии. Чтобы университет и центр могли избежать больших затрат на строительство собственных лабораторий и экспериментальных участков (заводов), фирмы-основатели дали им право на свои инвестиционные услуги на 100 млн долл.

Еще пример. Промышленные фирмы и штат Мичиган на паях организовали Мичиганский индустриально-технологический институт по разработке промышленной роботехники (расходы штата составили 18 млн долл.). Как и

в первом случае, к работе института подключен университет.

Любопытно с этой точки зрения и поведение государства: в 1986 г. был принят федеральный закон о передаче технологии из исследовательских лабораторий федерального правительства штатным и местным органам власти, а также частным фирмам на коммерческой основе. Для этих целей создан специальный консорциум федеральных лабораторий. В результате девять федеральных ведомств были включены в 868 кооперативных соглашений с частными фирмами по практической реализации НИОКР.

Создаются также программы, выполняемые усилиями нескольких ведомств, многодисциплинарные по научному характеру и требующие сотрудничества как между различными ведомствами, так и с промышленными фирмами. Одна из них — программа сохранения окружающей среды и природных ресурсов — финансируется 12 ведомствами в объеме 5,3 млрд долл.; вторая направлена на формирование национальной информационной инфраструктуры и призвана обеспечить американское лидерство в информационной технологии и коммуникациях. В ее рамках осуществляется подпрограмма развития компьютерной технологии и коммуникаций, финансируемая девятью ведомствами в объеме 11 млрд долл.

Кооперативные исследования получили распространение и на региональной основе. Уже, например, существуют региональные кооперативы исследовательских и промышленных фирм в штатах Среднего Запада.

5. *Научно-производственные парки, или технополисы.* Это форма связи науки с производством, используемая промышленными фирмами совместно с университетами на определенной территории (парк). Причем их сердцевинной, краеугольным камнем, "инкубатором программ" являются университеты. Такой парк имеет свой офис, управленческий аппарат, систему четкого взаимодействия между университетами и фирмами. С помощью парков также создаются новые производства и целые отрасли.

Как правило, наукоемкие фирмы размещают свои предприятия недалеко от университетов, политехнических институтов. Сотрудники фирм работают по совместительству в университете: читают курсы лекций и проводят семинарские занятия, используют университетские ЭВМ. Профессура университета тоже по совместительству трудится на фирме в ролях консультантов, конструкторов и разработчиков собственных идей, которые предлагаются фирме. Таким образом, на коммерческой основе образуется постоянная взаимовыгодная связь между наукой и производством, личная уния между людьми — их представителями. В США насчитывается ~300 технополисов.

6. В сфере НИОКР существуют разнообразные *посреднические фирмы*. Они покупают результаты исследований, проводимых в университетах, и после соответствующей доводки перепродают их промышленным или специализированным внедренческим фирмам для последующего производственного освоения.

7. Действуют также разнообразные *консультационные фирмы*, которые за соответствующую плату оказывают профессиональные услуги, направленные на совершенствование управления и организацию производства, постановку и рационализацию бухгалтерского учета, использование конкретных видов новой техники, составление программ для ЭВМ и т.д.

Такова зарубежная практика. Что же касается России и других стран СНГ, то здесь все перечисленное находится в зачаточном состоянии. Сложившаяся модель советской науки приспособлена к выполнению государственных программ и поэтому не подчинялась жестким требованиям экономической целесообразности, соответствия произведенных затрат реальным результатам даже в части прикладных исследований и разработок.

Иначе говоря, у модели не было функции, которую выполняет частно-предпринимательский сегмент национальных инновационных систем развитых стран.

И это принципиальное различие между Россией и развитыми странами, заключающееся в уровне научной активности частного сектора, сохраняется. Лишь небольшая часть приватизированных предприятий, справившаяся с современными экономическими трудностями, способна поддерживать за свой счет НИОКР в значительных масштабах [3]. Небольшие же наукоемкие фирмы в значительной мере сориентированы не столько на проведение НИОКР, сколько на оказание научно-инженерных услуг и услуг информационного и финансового характера. Но при благоприятной экономической конъюнктуре этот сектор может укрепиться, имея опыт роста в рыночных условиях, расширить свои функции и стать генератором многих позитивных изменений. Потому что научно-техническая революция представляет собой ускоренный научно-технический прогресс, достигаемый на базе соединения сферы НИОКР с развитием производства, образования в экономике единого научно-производственного комплекса, в котором наука становится ведущей силой.

В ее условиях университеты и государство не могут быть оторваны от промышленности, а должны быть тесно с ней связаны, продавая промышленным фирмам свои научные разработки, давая заявки на технические и иные идеи. В свою очередь, промышленные фирмы не могут не предлагать разнообразные формы взаимовыгодного сотрудничества университетам и правительственным ведомствам.

При этом важной формой взаимоувязки трех секторов научно-технической инфраструктуры становятся разнообразные контрактные, договорные отношения между заказчиками и подрядчиками, увязывающие в один узел исполнителей исследований, конструкторских разработок и производственных программ.

В заключение необходимо повторить, что в России не удалось переломить в нужную сторону ряд значимых для инновационного развития тенденций. Кардинально не повысилась инновационная активность и эффективность работы фирм, в том числе государственных; не создана конкурентная среда, стимулирующая использование инноваций. Многие еще нужно сделать для налаживания взаимодействия науки и бизнеса, повышения уровня коммерциализации научных разработок до уровня развитых стран. Государственные средства, выделяемые на НИОКР, в большинстве секторов экономики расходуются недостаточно эффективно. Ключевой проблемой остается в целом низкий спрос на инновации в российской экономике, а также его неэффективная структура — избыточный перекос в сторону закупки готового оборудования за рубежом в ущерб внедрению собственных новых разработок. Следовательно, для России возникла крайняя необходимость в корректировке проводившейся до сих пор политики в сфере инноваций, смещении акцентов с наращивания общих объемов поддержки по всем составляющим национальной инновационной системы в сторону радикального повышения эффективности, концентрации усилий государства на решении критических для инновационного развития проблем. Иного просто не дано.

## Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р.
2. Развитие инновационной составляющей экономики России: перспективы и роль экономической политики / Интерфакс — Центр Экономического Анализа. 2007. 21 с.
3. Лоуренс Райт. Инновации в России. Американский опыт и российская специфика // Ведомости. 13.09.2010.



## ВОЗМОЖЕН ЛИ "ПРЕЗИДЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬ" РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Д-р экон. наук **А.В. НИКОЛАЕНКО**,  
д-р техн. наук **И.В. БАЛАБИН**  
МГМУ "МАМИ" (495. 223-05-23)

Весь типаж легковых автомобилей, как известно, разделен на классы, каждый из которых рассчитан на своего пользователя. Но особое место среди них занимают автомобили, предназначенные для обслуживания высшего руководства государства. Это автомобили высшего класса. Они обладают помимо традиционных опций, характерных для автомобилей престижной категории, целым рядом дополнительных систем повышенной безопасности, в том числе противоминной и противопулевой защитой.

Такие автомобили, по понятным причинам, относятся к числу штучных изделий и содержат в конструкции все лучшее, чем располагает мировой автопром. В частности, их комфортабельность, ходовые качества, надежность и дизайн — далеко за рамками стандартных потребительских свойств. Потому что здесь на первое место выдвигается не только престиж национального автопрома, но и всей национальной индустрии, демонстрация всех тех технических, да и не только технических, а также культурно-эстетических кондиций, которыми располагает государство. Они, образно выражаясь, являются передвижным средством демонстрации технического развития нации, ее культурного уровня.

Во времена СССР об этом всегда помнили, поэтому наша автомобильная промышленность выпускала очень хорошие для своего времени ЗИЛы и "Чайки". А сейчас наши ВИП-персоны ездят на "Мерседесах". Наблюдая такую картину, испытываешь горькое чувство униженности и обиды за нашу когда-то великую страну, которая сейчас дошла до того, что не в состоянии обеспечить даже первых лиц государства отечественным автомобилем, не уступающим лучшим зарубежным образцам. Невозможно согласиться с тем, что наши специалисты не в состоянии сделать нечто не худшее.

Конечно, отечественная автомобильная промышленность переживает не лучшие времена. Более того, "эффективные собственники" ее основательно разрушили. Но утрачены ли безвозвратно те воистину уникальные кадры и оборудование, которыми располагали наши ведущие автозаводы в прошлом? Имеются ли основания для возрождения этого производства в наше время? Не пройдена ли точка невозврата за последние годы, когда отечественное автомобильное производство стремительно уходит на наших глазах в небытие?

Эти вопросы столь же закономерны. Однако они поставлены без учета той великой традиции и силы духа российских специалистов, которые в прошлом буквально на пустом месте создали отечественные автомобильные шедевры, ничуть не уступающие зарубежным аналогам, а в некоторых случаях и превосходящие западные образцы. Достаточно назвать только два примера — М-20 "Победа" и ВАЗ-2121 "Нива", совершивших революцию в мышлении разработчиков легковых автомобилей. Первый — своим "бескрыльевым" кузовом, второй — совмещением комфорта с высокой проходимостью.

В связи с этим резонно поставить еще один вопрос: насколько реальным может оказаться проект разработки чертежной документации и изготовления экспериментальных образцов автомобиля высшего класса в современных условиях? Ответ может быть лишь один: да, реально. Ведь проблема, по существу, сводится к организации индивидуального производства кузова, что для ЗИЛа, например, — дело привычное. В отношении же других агрегатов все гораздо проще: внешний рынок сейчас для нас полностью открыт. Поэтому силовую установку, другие системы, агрегаты и узлы можно закупать, а не организовывать их производство, как это было во времена СССР.

Если же по каким-то причинам руководство ЗИЛа не сочтет возможным принять участие в реализации данного проекта, то сценарий событий может быть построен на базе ведущих российских автомобильных вузов, которые, к счастью, сумели сохранить свои интеллектуальные ресурсы. Один из таких вузов — МГМУ "МАМИ". Он располагает специалистами с опытом работы в качестве крупных технических руководителей, а также главных конструкторов автозаводов, успешно занимавшихся организацией производства, принимавших выдающиеся дизайнерские и компоновочные решения. Тем более что университет имеет в своем составе академическую специальность "кузовостроение", где трудятся видные специалисты кузовного дела. Наконец, в его составе есть лаборатория, которая занимается исследованием противовзрывной защиты автомобиля из материала неметаллического происхождения, обладающего малой массой и повышенными защитными свойствами. Располагает университет и специалистами высшей квалификации по динамике и прочности, которые в состоянии обеспечить высокую прочность и надежность автомобилю при минимальной его массе, что будет способствовать реализации высоких динамических качеств, особенно востребованных в условиях городского движения. Да и изготовление опытных образцов кузова — тоже не проблема: имеющаяся в МГМУ "МАМИ" экспериментальная база, студенческое конструкторское

бюро, располагает оборудованием, способным производить сложные технические изделия и доказавшим это на деле. Тогда как эродинамическая труба НИЦИАМТа НАМИ и его специалисты-испытатели высочайшей квалификации в состоянии обеспечить все необходимые работы по испытаниям и доводке экспериментальных образцов.

Решение такой задачи, как представляется, будет иметь не только технический, но и, можно смело сказать, политический резонанс, что в условиях современной действительности для России приобретает значение, несоизмеримое с финансовыми и трудовыми затратами при реализации этого проекта.

Что касается практической стороны дела, то, с нашей точки зрения, весьма полезным было бы на базе кафедры "Дизайн" университета уже сейчас организовать конкурс дизайн-проектов по созданию кузова автомобиля высшего класса, привлекая к нему не только отечественных, но и зарубежных, прежде всего итальянских, дизайнеров. Это послужило бы хорошим побудительным мотивом для актуализации такого проекта, успешная реализация которого, кто знает, явилась бы началом возрождения национального автопрома в совокупности со всей инфраструктурой, обеспечивающей выпуск такого современного интеллектуального продукта, как автомобиль.



Ликийский автобусный завод, входящий в состав Группы "ГАЗ", отметил 75-летие со дня основания. За всю историю предприятия было выпущено более 285 тыс. автобусов. Современный модельный ряд включает порядка 20 модификаций автобусов, востребованных на рынке общественных перевозок.

Сегодня завод по праву считается флагманом отечественного автобусостроения. Он первым в России разработал и запустил в серийное производство 18-метровый сочлененный автобус ЛиАЗ 6212, гамму низкопольных моделей – ЛиАЗ-5293, ЛиАЗ-5292, ЛиАЗ-6213, автобусы, работающие на газовом топливе (метан); гибридный автобус. В 2011 г. запущено серийное производство низкопольных городских автобусов самых высоких экологических стандартов в России – EURO-5 и EEV (EURO-5+). В 2012 г. в рамках выставки "БасУорлд Россия" был представлен электробус ЛиАЗ-6274 на базе низкопольного автобуса ЛиАЗ-5292. В 2013 г. будут проведены сертификационные испытания и выпущена опытно-промышленная партия электробусов.

В 2007–2012 гг. на предприятии произошли заметные преобразования в области организации производства. Была проведена реструктуризация производства, модернизация главного конвейера. В общий поток конвейера была включена сборка сочлененных автобусов ЛиАЗ-6212, низкопольных ЛиАЗ-5292 и ЛиАЗ-6213. Было заменено старое и внедрено новое оборудование и технологии, продолжается оптимизация производственных процессов, направленная на повышение качества выпускаемой продукции, увеличение производительности труда и улучшение условий труда. Инвестиции за этот период составили более 555 317

млн рублей. В 2011 г. была проведена "привязка" двигателей экологического стандарта Euro-4, включая двигатели "Камминз" и ЯМЗ-536, к модельному ряду ЛиАЗ. Доля низкопольных автобусов в производственном плане выросла с 2007 г. в 23 раза и в 2011–2012 г. составила 60 %.

В 2011–2012 г. Ликийский автобусный завод стал поставщиком автобусной техники для транспортных нужд г. Москвы. Требования к столичному транспорту являются самыми высокими в России и практически соответствуют требованиям ведущих европейских столиц, в том числе и по экологии. В 2011–2012 гг. ЛиАЗ поставит 2730 автобусов большого и особо большого класса экологических стандартов Euro -4,5,EEV (Euro 5+) на общую сумму более 22 млрд руб. На сегодняшний день доля автобусов ЛиАЗ в парке Москвы составляет 65 %. Вторым городом, который массово закупает низкопольную технику производства Ликийского автобусного завода, является Санкт-Петербург. С 2008 по 2012 гг. в Санкт-Петербурге было поставлено 642 автобуса ЛиАЗ, из них 541 – низкопольных автобусов всех трех моделей. Доля ЛиАЗов в парке Санкт-Петербурга составляет 60 %. В конце августа завод получил заказ на производство 15 сочлененных низкопольных автобусов ЛиАЗ-6213, которые будут отгружены ГУП "Пассажиравтотранс" до 1 ноября. Сумма контракта более 2 млрд руб. Поставка будет осуществляться через официального дилера компании – "ПитерБасЦентр".

За 8 месяцев 2012 г. завод реализовал 1430 единиц техники, что на 93 % больше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. План производства до конца года рассчитан на 2000 автобусов.

В Университете машиностроения "МАМИ" состоялась Международная научная конференция "Энергоэффективный автомобильный транспорт будущего", организованная совместно с ФГУП "НАМИ" при поддержке Министерства образования и науки РФ. С докладами выступили российские и зарубежные перспективные молодые специалисты, которыми были обозначены основные направления развития энергоэффективных технологий в автомобилестроении, а также предло-

жены конкретные меры по реализации новых экологических программ.

Особый интерес у слушателей вызвал доклад А.А. Демидова "Расчетные и экспериментальные исследования ДВС, работающего на топливах, полученных из биомассы" (ФГУП "НАМИ"). На наглядных примерах и с использованием последних статистических данных об энергетических ресурсах разных стран было показано, что основным направлением развития двигателей внутреннего сгорания станет использование топлива, изготовленного из биоотходов: навоза, сухих листьев, картофельной ботвы и т.д. Кроме того, были продемонстрированы математические модели расчета его эффективности.



На сессии "Безопасность" особенно заинтересовал участников конференции доклад Д.В. Ендлачева "Современное состояние разработок по созданию "беспилотных" автотранспортных средств за рубежом и во ФГУП "НАМИ". Как оказалось, в России тоже разрабатываются технологии "беспилотного" управления автомобилем (на базе автомобиля "Лада-Калина").

В рамках конференции были рассмотрены основные вопросы внедрения энергоэффективного и экологического транспорта на территории Российской Федерации, важнейшие вопросы безопасности, задачи создания инфраструктуры для обслуживания экотранспорта, формирования правовой и нормативной базы использования энергоэффективного автомобильного транспорта, представлены новейшие разработки в области систем управления.







# КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 600-699

## ПРОБЛЕМЫ ПОИСКА НОВЫХ СТИЛИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

Н.А. МЕДЕЛЕЦ

ВНИИТЭ (495. 616-90-10)

*Рассмотрены особенности формирования художественно-конструкторских решений в отечественном автомобилестроении.*

**Ключевые слова:** транспортный дизайн, формообразование.

Medelets N.A.

### ISSUES OF NEW STYLISTIC DECISIONS IN NATIONAL AUTO INDUSTRY

*Features for design forming decisions in national auto industry are considered.*

**Keywords:** transport design, formgeneration.

Бытует мнение, что большинство из того, что сделано и произведено промышленным методом в России, в том числе автомобили, оставляет желать лучшего, уступает по качеству зарубежным аналогам. Поэтому любая выпущенная новинка воспринимается обществом с недоверием. Более того, считается, что все разработки российского автопрома — освоение уже наработанного западного опыта.

Так ли это на самом деле, судить трудно. Но ясно, что стоит вопрос о поиске новых стилистических решений в отечественном автомобилестроении. И довольно остро. Хотя, по мнению автора, путей развития оригинальных стилистических особенностей автомобилей, исходя из имеющегося культурного наследия русской истории, очень много.

История отечественного автомобиля, как известно, начинается с 1886 г. Его построили Е.А. Яковлев и П.А. Фрезе, действительно, опираясь на зарубежный опыт, прежде всего К. Бенца. В первое время пластика кузова и отдельных его элементов ничем не отличалась от пластики кузовов зарубежных аналогов. Что в общем-то понятно: многие русские инженеры владели немецким, французским или английским языками, и знакомство с периодическими изданиями по технической тематике не составляло для них труда. Тем не менее даже в первых отечественных автомобилях были и оригинальные элементы. Например, Б.Г. Луцкой еще в начале 1890-х гг. спроектировал несколько ДВС, предназначавшихся для самодвижущихся экипажей. Коренным же образом ситуация с поиском самоидентификации отечественного автопрома стала меняться с началом серийного промышленного производства на петербургских заводах П.А. Лесснера в 1905–1910 гг. Нельзя не отметить и инновационность конструкторских решений автозавода И.П. Пузырева. К примеру, на автомобилях рычаги управления коробкой передач были размещены впервые в мире внутри кузова, а в сцеплении применена система постоянного зацепления шестерен. Нельзя не сказать и о том, что российские автомобили отличались от зарубежных не только в инженерно-конструкторском плане, но и с точки зрения эстетики. Так, рижский завод "Руссо-Балт" выпускал модели с оригинальной отделкой, хорошо спропорционированным кузовом и запоминающимся рисунком линии передних крыльев, а также деко-

ративным корпусом радиатора. Правда, автодизайн советского периода практически утратил поисковую направленность и не имел четко выработанной концепции проектирования. Оно представляло собой смесь аналогового (ориентированного на Запад) и безаналогового (с достижениями по различным параметрам) проектирования, причем как с привлечением иностранных фирм, так и собственными усилиями. И шло вне стили и моды, а диктовалось властью, которая, как правило, ориентировалась на конкретные образцы зарубежной автомобильной техники и на унификацию производства. Что в конечном счете отрицательно сказалось на отечественном автопроме: советский автодизайн даже 1960–1970 гг. не имел четкого стилистического направления, стараясь внешне держаться на "современном уровне". Поэтому модернизацией и адаптацией отечественных автомобилей, выпускаемых в Тольятти, к особенностям внешнего рынка занимались не отечественные специалисты, а французские фирмы "Халлиш", SEI Р. Лоуи, немецкая "Порше", английская "Харди Спайсер", итальянская UTS (дочерняя фирма ФИАТ).

И сегодня отечественный автопром переживает не лучшие времена. В том числе и с точки зрения дизайна АТС. Дело в том, что экономическая составляющая дизайна в формировании облика автомобилей играет не последнюю роль. Кроме того, стиль в автомобилестроении, как и в других областях дизайна, в последнее время стал очень подвержен различного рода изменениям. И связано это с открытиями в сфере наукоемких технологий и науки в целом.

Такова мировая картина. И на ее фоне очень четко просматривается одна из главных проблем отечественного автопрома: затяжной выпуск моделей новых АТС. Так, у нас по-прежнему от момента эскизного проекта до выпуска АТС в серию проходят годы, вследствие чего выпускаемое в массовое (промышленное) производство изделие успевает морально устареть, а поэтому становится невостребованным.

И это беда. Но наши бизнесмены, к счастью, умеют учиться. Так, они уже усвоили, что ближайшее десятилетие развитие стилистической пластики в автодизайне может пойти по четырем путям — западному, национальному, интеграционному и "русскому стилю".

Рассмотрим эти пути.

Под *западным* подразумевается путь, опирающийся на зарубежные тенденции, заимствование стилистической новизны у мировых аналогов автомобилестроения, т.е. копирование проверенных, востребованных на рынке зарубежных образцов автодизайна, плагиат форм, повторение определенного стереотипа или сформированного изделия. Отсюда и вариант организации филиалов зарубежных автоконцернов на территории РФ в целях дальнейшего производства автомобилей.

На первый взгляд, данный путь — наиболее удобный (пример тому — Китай): он дает новые рабочие места и увеличивает иностранные инвестиции. Однако у него и множество недостатков. Это отсутствие на рынке конкурентоспособной продукции; "экспансия" зарубежных автомобилей, приводящая к регрессу, а затем и к краху автомобилестроительной отрасли; экономическая зависимость страны от зарубежных автомобилестроителей; потеря

имеющихся в РФ автомобильных брендов в связи с утратой потребительского интереса к ним.

*Национальный* путь развития предполагает обновление отечественного парка автомобилей независимым путем. То есть его основа – безаналоговое проектирование, развитие собственной стилистики в автомобилестроении, опирающейся на исторический опыт русской культуры и декоративно-прикладного искусства, национальные традиции, а также поиск инновационных решений и их реализация в новых образцах автомобильной техники. Но для этого необходимо создание профессиональных дизайн-центров, сотрудничающих с теми частными фирмами, которые заинтересованы в выпуске безаналоговой отечественной продукции, конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках; стимулирование государством дизайн-центров, наукоградов; осуществление на законодательном уровне политики формирования дизайн-концепций, инновационных и наукоемких технологий.

Потенциальные преимущества национального пути очевидны: разработка концептуальных идей, их быстрая реализация; возможность работы на опережение с выходом по объему продаж на лидирующие позиции на мировом рынке; создание стиля национального автомобиля.

На *интеграционном* пути стилистические решения формируются совместно с зарубежными фирмами. Его преимущества: ускорение производства серийных моделей; возможность создания автомобиля в конкурентной среде разными группами специалистов с независимой эксперт-

ной оценкой результатов. Но он, как и первый из названных выше путей, неизбежно ведет к потере собственного национального своеобразия в автомобилестроении.

Путь *"русский стиль"* основан на методике, разработанной автором данной статьи совместно с сотрудником Нижегородского ГАСУ Е.Е. Харьковским. Ее основа – социопрос, т.е. опрос общества на предмет выявления национальных особенностей в промышленных изделиях, в том числе автомобилях отечественных производителей, а цель – систематизация и получение данных, позволяющих сформировать концепцию русского дизайнера. Достоинства последнего тоже очевидны. Это подъем значимости дизайна на национальном уровне; создание стиля национального автомобиля; наличие конкурентоспособной продукции; развитие отечественной экономики; создание безаналоговых промышленных изделий.

По какому из перечисленных путей будет развиваться российский автопром, сказать трудно. Потому что у нас до сих пор нет теоретической базы, официально зафиксированной и утвержденной на государственном уровне, которая послужила бы основой формирования хоть какого-то автостяля. Однако совершенно понятно, что будущее автомобилестроения лежит в сфере поиска новых стилистических решений и что эффективным и целесообразным в экономическом плане и перспективным для государства будет тот путь, который соответствует национальным интересам.

УДК 629.33.03-83; 629.34.03-83

## ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ "ГАЗЕЛЬ" НА МОСКОВСКОМ МАРШРУТЕ

Канд. техн. наук **Л.А. СКРИПКО**  
МАДИ (ГТУ) (8. 499. 589-84-17)

*Предлагается алгоритм выбора параметров гибридного автомобиля на базе микроавтобуса "ГАЗель", в том числе массы батареи и мощности ДВС; обосновываются экономические предпосылки перехода городского пассажирского транспорта на электротягу.*  
**Ключевые слова:** электромобиль, график движения, система Plug-in.

**Skripko L.A.**

### EV-MINIBUS ON THE MOSCOW ROUTE

*Algorithm of estimation some important parameters of hybrid car on base minibus "GAZel" is modeled inclusion weight of battery and engine power; the economic opportunity to change traditional public transport by electrical transport are justified.*

**Keywords:** electric vehicle, plug-in hybrid, Moscow city route.

Удельная энергоёмкость тяговых свинцово-кислотных батарей, применявшихся ранее на электротранспорте, не превышает 30 Вт·ч/кг, в то время как у современных литий-ионных батарей этот показатель находится на уровне порядка 100 Вт·ч/кг. А это означает, что запас хода нынешнего электромобиля может более чем в 3 раза превышать запас хода электромобилей 20-летней давности. И если предположить, что развитие технологий будет и далее идти такими же темпами, как сейчас, то запас хода этого транспортного средства уже в ближайшее время превысит запас хода обычного автомобиля на одной заправке. Но это – в перспективе. Пока же электромобиль не получил широкого распространения, потому что не

может конкурировать с автомобилем как с точки зрения его стоимости, так и пробега на одной зарядке.

На первый взгляд, все правильно: действительно, электромобиль при движении на загородных автострадах не конкурент автомобилю. Однако и для него уже сегодня есть своя ниша. Это городские пассажирские перевозки, выполняемые автобусами и маршрутными такси. Ведь на таком АТС есть полная возможность установить тяжелую батарею, приспособить стоянку для ночного заряда и получить экологические и экономические преимущества при его интенсивной эксплуатации.

Смоделируем работу электромобиля в реальном городском режиме, а в качестве базового автомобиля возьмем микроавтобус "ГАЗель", массово применяемый в качестве городского маршрутного такси. При этом допустим, что московские маршруты примерно одинаковы, поэтому остановимся на любом из них. Скажем, на номере 667м (рис. 1).

Время движения по этому маршруту составляет ~22 мин, расстояние между конечными остановками ~7,5 км, число остановок на нем – 17. Приняв далее, что этот электромобиль в точности повторяет маршрут автобуса, легко определить, что время его движения между остановками равно 73 с, а пройденное при этом расстояние – 420 м. Таким образом, движение электромобиля-маршрутки состоит из 18 одинаковых циклов, каждый из которых, в свою очередь, включает разгон, движение с равномерной скоростью, торможение и остановку для высадки–посадки пассажиров.

Чтобы определить эти параметры, будем считать, что установившаяся скорость движения электромо-



Рис. 1. Схема московского маршрута № 667

бия равна 60 км/ч и достигает он ее за 15 с. В итоге получаем цикл, приведенный на рис. 2.

Смоделировав движение электромобиля в данном цикле, получаем, что при полной загрузке расход энергии батареи составит ~350 Вт·ч/км.

Теперь, зная все необходимые параметры, можно определить пробег  $L$  электромобиля по заданному

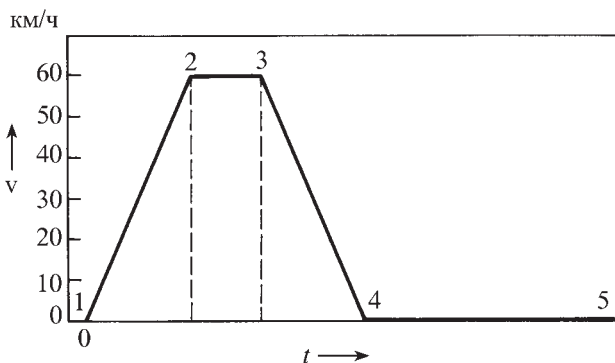


Рис. 2. Расчетный цикл движения маршрутного такси между остановками:

1–2 – разгон; 2–3 – движение с установившейся скоростью; 3–4 – торможение; 4–5 – высадка–посадка пассажиров

маршруту. Его дает известная формула  $L = m\sigma / \gamma$ , в которой  $m$  – масса аккумуляторной батареи, кг;  $\sigma$  – удельная ее энергия, Вт·ч/кг;  $\gamma$  – удельный расход энергии на движение, Вт·ч/км.

Подставляя в формулу различные значения массы батареи при фиксированных удельной энергии (для литий-ионной батарей  $\sigma = 100$  Вт·ч/кг) и расходе энергии  $\gamma = 350$  Вт·ч/км, можно получить пробег электромобиля от одного заряда.

Такой расчет дает вполне ожидаемый результат: увеличение массы батареи увеличивает пробег электромобиля, но одновременно снижает его грузоподъемность, что делает его использование малоэффективным. Для поиска компромисса между снижением грузоподъемности при увеличении пробега исследователи предложили использовать термин "транспортная работа", под которой понимается произведение пробега на грузоподъемность. То есть транспортная работа определяет расстояние, на которое электромобиль может перевезти груз при заданной массе батареи и использовании оставшейся грузоподъемности для полезной работы.

И, естественно, задача конструктора сводится к тому, чтобы создать электромобиль, способный выполнять максимально возможную транспортную работу  $A$  (рис. 3). Но, с другой стороны, нетрудно убедиться, что для любого электромобиля максимум транспортной работы соответствует массе батареи, равной половине грузоподъемности базового транспортного средства. Значит, для "ГАЗели" следовало бы использовать батарею массой 750 кг. Она в рассматриваемом режиме движения способна обеспечить пробег, равный 214 км. Однако здесь не учтено, что электромобиль должен быть заполнен 14 пассажирами, масса каждого из которых в среднем составляет 70 кг. Следовательно, можно использовать лишь батарею, масса которой не более 500 кг. Тогда, исходя из рис. 3, получаем, что пробег на такой батарее будет равен ~142 км.

Проверим, удовлетворит ли такой электромобиль транспортным задачам на маршруте. Для этого предположим, что он работает без перерыва 8 ч в день и не имеет возможность сойти с маршрута для подзарядки батареи.

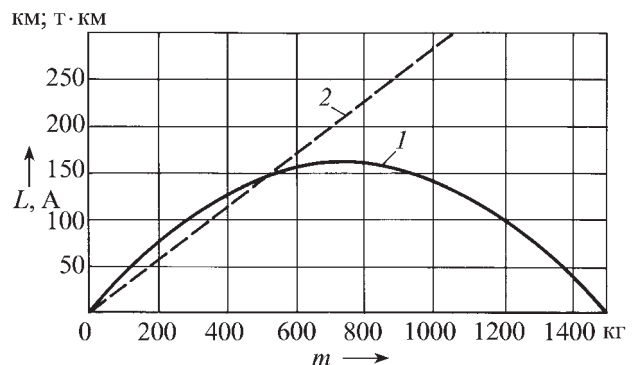


Рис. 3. Зависимость транспортной работы (1) и пробега (2) электромобиля от массы аккумуляторной батареи

Как было сказано выше, пробег между конечными пунктами составляет 7,5 км, а время в пути 22 мин. В результате несложных расчетов получаем, что за день электромобиль должен выполнять порядка 22 поездок и в итоге проходить 165 км. То есть ему не хватает энергии как минимум на 23 км движения только по маршруту. Кроме того, следует учесть, что необходим запас энергии для его вывода на маршрут, а вечером — для возвращения на стоянку. Наконец, восьмичасовой рабочий день может оказаться недостаточным для удовлетворения запросов перевозчика.

Итог всему сказанному: электромобиль, работающий в качестве маршрутки или городского автобуса, должен иметь запас хода не менее 200 км. Чтобы его обеспечить, необходим дополнительный источник электроэнергии, который должен находиться на борту электромобиля. При его наличии формула для пробега  $L$  приобретает, очевидно, следующий вид:  $L = (m\sigma + e) / \gamma$ , где  $e$  — количество электроэнергии, выработанной дополнительным ее источником.

Используя эту формулу, получаем, что для пробега в 200 км дополнительно требуется  $e = 20$  кВт·ч. Такое количество энергии можно получить за 8 ч непрерывной работы генератора мощностью 2,5 кВт. Значит, если принять КПД генератора равным 0,9, то для его привода потребуется мощность ДВС, равная 2,8 кВт (4 л.с.). Для ее получения можно использовать те серийно выпускаемые ДВС, которые устанавливают на мотокультиваторах, газонокосилках, небольших электростанциях и т.п. Расход бензина в составе исследуемого электромобиля у них будет равен ~3,3 л/100 км, или 6,6 л в день.

Таким образом, можно считать доказанным, что микроавтобус "ГАЗель", переоборудованный в "чистый" электромобиль, для рассматриваемого типичного московского маршрута не пригоден. Он может быть только гибридным. Но, возможно, в некоторых случаях есть смысл отказаться от удорожания энергосистемы из-за установки ДВС и пожертвовать четырьмя пассажирскими местами для более тяжелой батареи. Здесь производителям можно было бы посоветовать предлагать на рынке несколько вариантов —

как просто электромобиля, так и автомобиля с комбинированной силовой установкой. Перевозчики сами сделают выбор, исходя из своих транспортных задач.

Возникает и практический вопрос: если с задачей по перевозке пассажиров электромобиль справится, то насколько он интересен транспортным предприятиям с финансовой точки зрения? Попробуем ответить на него.

По данным производителей, сегодня срок службы литий-ионных батарей превышает 3000 циклов. То есть батареи при ежедневной эксплуатации должно хватить на 10 лет. Допустим, что и ресурс микроавтобуса такой же и что он оснащен современным дизелем с расходом топлива 10 л/100 км.

Этот автомобиль ежедневно будет расходовать 20 л топлива, в год 7,3 тыс. л, а за 10 лет — 73 тыс. л. Если цена дизельного топлива в среднем составит 25 руб./л, то оно обойдется в 1,8 млн руб.

Подсчитать расходы на эксплуатацию электромобиля несколько сложнее. Дело в том, что основную их часть составляет стоимость батареи, а так как их массового производства пока нет, то и цена, предлагаемая на рынке, по всей видимости, несколько завышена. Но примем ее равной 600 амер. долл./кВт·ч. Тогда стоимость литий-ионной батареи массой 500 кг, которая запасает 50 кВт·ч энергии, составит ~900 тыс. руб. Ночной же тариф электроэнергии у нас равен ~±1 руб./кВт·ч. Следовательно, за 50 кВт·ч заряженной ночью батареи придется заплатить 50 руб. или 182 500 руб. за 10 лет. Кроме того, ДВС использует бензин (30 руб./л) и при упомянутом расходе 6,6 л/день за 10 лет за него придется заплатить 722,7 тыс. руб. В итоге получаем те же 1,8 млн руб.

Таким образом, уже при нынешней стоимости бензина, батареи и электроэнергии паритет между автомобилем и электромобилем есть.

Конечно, в будущем же "чаша весов", безусловно, переместится в сторону электромобилей. Например, стоимость литий-ионных аккумуляторов, по мнению многих аналитиков, уже в ближайшие годы снизится как минимум втрое.



С конвейера Ижевского автозавода, входящего в подконтрольное "АвтоВАЗу" ООО "Объединенная автомобильная группа", сошел последний автомобиль модели ВАЗ-2104. С конвейера ее вытеснил ВАЗ-2190 ("Лада Гранта"), производство которого налажено в июле сего года также по полному циклу: сварка—окраска—сборка. Сварочный комплекс позволяет помимо седанов изготавливать кузова типа хэтчбек. Выпуск таких автомобилей планируется наладить в 2014 г. О намерениях создать на

базе новой платформы развозной фургон и пикап пока не сообщается.

После завершения производства ВАЗ-2104 и Иж-27175 Ижевский автозавод продолжит выполнять все обязательства по гарантийному обслуживанию данных автомобилей и безвозмездному для потребителей устранению выявленных дефектов в течение 36 месяцев. Также предприятие продолжит выпуск запасных частей для обеспечения ими в необходимом количестве дилерской сети.

Итоговая статистика производства "классических" ВАзов в Ижевске:

- ВАЗ-2106 — с 2001 по 2005 г. выпущено 133 тыс. шт.;
- ВАЗ-2107 — с августа 2011 по апрель 2012 г. собрано 42,5 тыс. шт.;
- Иж-27175 — с 2005 по 2012 г. выпущено 37,5 тыс. шт.;
- ВАЗ-2104 — с 2002 г. до 17.09.2012 г. изготовлено 168 тыс. автомобилей.

## УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА БОРТУ АТС

Кандидаты техн. наук **А.В. ЖАРОВ, А.А. ПАВЛОВ**  
и **А.Е. ЛЕБЕДЕВ**

ООО "Научно-производственная фирма Теплоэнергомаш"  
(8.4852. 45-23-68), Ярославский ГТУ (8.4852. 44-68-33)

*Рассматривается новый тип жидкостного подогревателя-отопителя транспортного средства на базе компактной когенерационной установки, который позволяет во время длительной стоянки транспортного средства одновременно вырабатывать и тепловую, и электрическую энергию.*

**Ключевые слова:** теплоэнергетическая установка, транспортное средство, тепловая энергия, электрическая энергия.

**Zharov A.V., Pavlov A.A., Lebedev A.E.**

### INSTALLATION FOR THE GENERATION OF HEAT AND ELECTRICAL ENERGY ON VEHICLE

*A new type of liquid heater-heater vehicle on the basis of the cogeneration unit compact design is considered. The proposed heat-energy setting allows you to during long-term parking of a vehicle at the same time to produce heat and electrical energy.*

**Keywords:** heat-energy installation, vehicle, thermal energy, electrical energy.

На большегрузных автотранспортных средствах, осуществляющих междугородные перевозки, применяются, как известно, автономные энергетические установки, основное назначение которых – подогрев воздуха в рабочей зоне (кабине) и предпусковой подогрев двигателя после и во время длительных стоянок в условиях низких температур окружающего воздуха. Для России это обусловлено сложными климатическими условиями (на большей территории страны более семи месяцев температура окружающего воздуха ниже 0 °С), а для стран с умеренным климатом – жестким законодательством, запрещающим длительную работу двигателя транспортного средства на режиме холостого хода.

Автономные энергетические установки представляют собой жидкостные подогреватели-отопители, которые при всех их достоинствах имеют один существенный недостаток: для их работы необходимо много электрической энергии. Например, электрическая мощность, потребляемая жидкостным подогревателем-отопителем тепловой мощностью 1,8...7,6 кВт, составляет 37...83 Вт, а с учетом ее затрат на привод электрического вентилятора отопителя – 157...203 Вт. В результате опыт эксплуатации транспортных средств, оснащенных жидкостными подогревателями-отопителями, в условиях низких отрицательных температур окружающего воздуха показывает: уровень заряда их аккумуляторных батарей после 8...10 ч непрерывной работы такого автономного источника энергии снижается до уровня, достаточного лишь для пуска основного двигателя. Да и то не всегда. В итоге водителю во время длительной стоянки приходится периодически запускать основной двигатель и выводить его на режим холостого хода с тем, чтобы подзарядить аккумуляторные батареи. Более того, а в условиях крайне низких температур поддерживать такой режим постоянно. В результате – увеличенный расход топлива и повышенные выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Кроме того, чтобы снизить темп разряда аккумуляторных батарей, на стоянке приходится отключать лампы освещения кабины, габаритные огни, средства мультимедиа и т.п.

Все перечисленное говорит о том, что назрела необходимость в создании такой автономной энергетической установки, которая способна вырабатывать и тепловую, и электрическую энергию одновременно. И такая возмож-

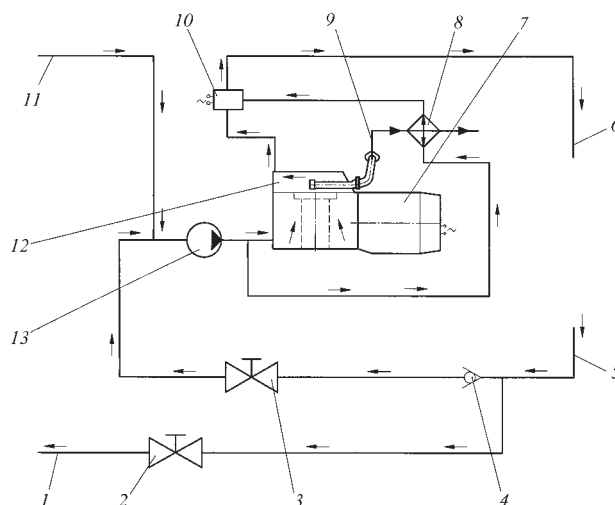
ность есть. Например, специалисты научно-производственной фирмы "Теплоэнергомаш" и Ярославского ГТУ разработали когенерационную установку, которая представляет собой небольшой тепловой (например, поршневой) ДВС, соединенный с электрогенератором. Эта установка утилизирует всю теплоту, которая не была преобразована тепловым двигателем в механическую работу, а вырабатываемое электрогенератором электричество используется в бортовой сети транспортного средства и, если необходимо, преобразуется в тепловую энергию.

Когенерационные установки, в общем-то, не новы: их применяют с различными типами тепловых двигателей. Но только в мощностном диапазоне 300...1000 кВт. На наземных же транспортных средствах, для которых необходимо мощность порядка 5...40 кВт, подобные устройства не использовались.

Принцип действия рассматриваемой теплоэнергетической установки состоит в следующем.

При работе ДВС 12 установки (см. рисунок) ее генератор 7 вырабатывает электроэнергию, которая предназначена для потребителей бортовой системы электрооборудования транспортного средства и питания электронагревателя смесительного устройства 10. Жидкостный насос 13, имеющий электропривод, подает охлаждающую жидкость к системе охлаждения ДВС и жидкостному контуру теплообменника-утилизатора 8 теплоты отработавших газов. Ее потоки, утилизировав теплоту системы охлаждения ДВС и отработавших газов (поступающих к теплообменнику-утилизатору 8 по трубопроводу 9), направляют в смесительное устройство 10. Но так как смесительное устройство имеет электронагреватель, то поступившая туда смесь дополнительно нагревается. При этом электронагреватель является нагрузочным элементом теплоэнергетической установки, позволяющим осуществлять ее работу в оптимальном тепловом режиме.

Из смесительного устройства охлаждающая жидкость по гидролинии 6 направляется для нагрева в радиатор отопителя АТС, а затем по гидролинии 5 отводится от него. Если температура окружающего воздуха выше –10 °С, кран 3 открыт, а кран 2 – закрыт, препятствуя поступлению жидкости в систему охлаждения ДВС по гидролинии 1. Если же температура окружающего воздуха ниже –10 °С, автоматическая система управления открывает кран 2, и нагретая жидкость поступает к системе охлаждения ДВС по гидролинии 1, а по гидролинии 11 отводится к жидкостному насосу с электроприводом. Наконец, если теплоэнергетическая установка предназначена только для выработки электроэнергии, то кран 3 перекрывается, а



кран 2 открывается, обеспечивая таким образом движение охлаждающей жидкости через систему охлаждения основного ДВС по гидролиниям I и II, т.е. в радиатор, который и рассеивает ее теплоту в окружающую среду. В этом случае электронагреватель смесительного устройства отключен, и обратный клапан 4 по гидролинии II обеспечивает движение охлаждающей жидкости через теплоэнергетическую установку и далее, по гидролиниям б и 5, через радиатор отопителя.

Сравним характеристики разработанной теплоэнергетической установки и обычного жидкостного подогревателя-отопителя при условии, что они работают на дизельном топливе и их тепловые мощности равны. При этом тепловую мощность установим, как рекомендует фирма "Вебасто" [1] для грузовых автомобилей с двигателем рабочим объемом  $iV_h \geq 8$  л, равной 15 кВт.

Предлагаемая установка должна, как сказано выше, одновременно вырабатывать и тепловую, и электрическую энергию. Причем количество последней, очевидно, зависит от электрической мощности, потребляемой штатным электрооборудованием транспортного средства во время длительной стоянки. А эту мощность легко подсчитать, воспользовавшись любым автомобильным справочником. Например, из [2] следует, что штатное электрооборудование грузовых АТС потребляет 618 Вт (лампы передних габаритных огней – 8 Вт, подсветки номерного знака и задних габаритных огней – 30 Вт, вентилятор системы обогрева кабины – 120 Вт, зарядка аккумуляторных батарей –

300 Вт, аудио- и видеосистема – 40 Вт, электрический привод вентилятора радиатора ДВС – 120 Вт). Кроме того, необходимо, разумеется, резерв. Поэтому примем, что мощность  $P_{эл}$ , потребляемая электрооборудованием транспортного средства, равна 1 кВт. Следовательно, суммарная потребная мощность теплоэнергетической установки составит 16 кВт. Значит, для ее обеспечения необходимо, чтобы в камере сгорания ДВС на номинальном режиме его работы сгорало количество топлива, эквивалентное энергии 16 кВт. И если принять, что его эффективный КПД равен 0,4, то получается:  $P_{ДВС} = P_{эл} \eta_e = 1,6 \cdot 0,4 = 6,4$  кВт. И так как часовой расход топлива жидкостного подогревателя-отопителя мощностью 15 кВт составляет 1,7 кг/ч [1], то для ДВС теплоэнергетической установки мощностью 6,4 кВт он будет равен в среднем 1,5 кг/ч. То есть расходы топлива обеих установок сопоставимы. Но предлагаемая установка не только вырабатывает тепловую энергию, но и снабжает бортовую электросеть энергией, обеспечивая работу системы электрооборудования и зарядку аккумуляторных батарей. Следовательно, она выгоднее применяемых сейчас установок.

## Литература

1. "Вебасто" для вашей машины // Webasto.ru: Добро пожаловать на сайт "Вебасто". URL: [http://www.webasto.ru/our\\_clients/webasto/](http://www.webasto.ru/our_clients/webasto/) (дата обращения 18.11.2011).
2. Автомобильный справочник: пер. с англ. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЗАО "КЖИ За рулем", 2004. 992 с.

УДК 629.621.43.62-57

## ЭЛЕКТРОСТАРТЕРНЫЙ ПУСК ДВС И УСТРОЙСТВА ЕГО ОБЛЕГЧЕНИЯ

Канд. техн. наук **С.Б. АДЖИМАНБЕТОВ**  
Горский ГАУ (8867. 253-23-04)

*Рассмотрены виды электростартерного пуска ДВС, предложены устройства для его облегчения.*

**Ключевые слова:** устройства облегчения пуска двигателя внутреннего сгорания.

**Adzhimanbetov S.B.**

**ELECTROSTARTERS FOR RUNNING OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES AND DEVICES FOR THEIR RELIEF**

*The paper considers types of starters for internal combustion engines. The author offers some devices for their running.*

**Key words:** devices for running of internal combustion engine starters.

Эффективность использования АТС зависит от их приспособленности к различным природно-климатическим условиям эксплуатации. И в первую очередь это касается безотказной работы системы электростартерного пуска ДВС в условиях низких температур окружающего воздуха. И способов решения этой проблемы существует много. Однако в них не указаны зоны действия разработанных способов в конкретных температурных диапазонах. Кроме того, как ни странно, мало внимания уделено совершенствованию самой системы пуска, что усложняет решение проблемы. Поэтому автор предлагает разделить все возможные виды электростартерного пуска ДВС, с учетом требований отраслевого стандарта [1], на четыре группы.

Первая. Обычный электростартерный пуск бензинового двигателя в диапазоне температур от 45 до  $-20$  °С, при которых никакие дополнительные средства по его облегчению, кроме горючего и смазочного материала по сезону, не требуются. Завод-изготовитель дает гарантию, что сис-

тема электростартерного пуска такого двигателя в заданном диапазоне будет работать нормально и нареканий со стороны потребителя не вызовет. При этом оговорено одно условие [2]: потребитель обязан следить за состоянием аккумуляторной батареи и генераторной установки: летом батарея не должна перезаряжаться из-за высокого напряжения генератора, чтобы избежать выкипания электролита, а зимой генератор для нормальной зарядки батареи должен выдавать повышенное напряжение, соответствующее климатическому району эксплуатации автомобиля согласно техническим требованиям.

Вторая. Пуск при температурах  $-20...-30$  °С, когда нужны изменения характеристик отдельных элементов ДВС и параметров эксплуатационных материалов, а также воздействие на их температурное состояние. Сюда также относятся способы рационального и эффективного использования возможностей самой системы электростартерного пуска путем усовершенствования и дополнения ее необходимыми элементами, потому что штатная система может не обеспечить успешный пуск.

Третья группа – обязательное использование индивидуальных предпусковых подогревателей при безгаражном хранении автомобилей при температуре от  $-20$  до 45 °С.

Четвертая группа – пуск ДВС при температурах  $-45...-60$  °С, когда не обойтись от сочетания традиционных средств его облегчения и предпусковых обогревателей и, иногда, без выключения двигателя вообще.

Автор, проанализировав статистические данные с учетом такого группирования, установил: для российских условий эксплуатации наименее определенной и оснащенной следует считать вторую группу электростартерного пуска, в которой предусмотрены различные способы и устройства для его облегчения. Поэтому на них и остановимся.

В нашей стране такие средства выпускаются преимущественно для дизелей, проблемы с пуском у которых начинаются с  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для облегчения же пуска бензиновых двигателей при температуре ниже  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  предлагаются не средства, а способы и устройства облегчения пуска. В их числе такие, как разогрев охлаждающей жидкости, разжижение масла бензином [3], разогрев масла в картере, использование емкостных накопителей электрической энергии, включая и суперконденсаторы, тепловых аккумуляторов (термосов), сохраняющих в системе охлаждающей тепло, накопленную в процессе предыдущей работы ДВС и т.д. Но уже само множество предложений говорит о том, что каждое из них решает проблему лишь частично.

Возьмем разогрев двигателя горячей водой. Это самый старый и распространенный способ тепловой подготовки автомобильных и тракторных двигателей на предприятиях и в хозяйствах. Он предусматривает заливку горячей воды в систему охлаждения и принудительную ее циркуляцию в рубашке двигателя. Затем появились незамерзающие жидкости – тосол, антифриз. Они, конечно, сняли проблему разрушения блоков из-за замерзания воды, но проблему пуска ДВС, к сожалению, не решили: при низких температурах ДВС все равно желательно подогревать. И здесь наиболее эффективными оказались электронагреватели. Если такой нагреватель установить вблизи рубашки охлаждения блока цилиндров ДВС (рис. 1), то нагретая в нем охлаждающая жидкость подводится в нижнюю заднюю часть рубашки охлаждения, что обеспечивает, как показал опыт, равномерный разогрев двигателя.

К сожалению, заводы такими устройствами автомобили массового выпуска не оснащают. Поэтому даже в средней полосе России при снижении температуры наружного воздуха до  $-20\text{...}-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  владелец АТС вынужден запускать двигатель своего автомобиля "с буксира".

Правда, в рубашке блока цилиндров большинства грузовых автомобилей предусмотрены отверстия для подключения индивидуальных пусковых подогревателей, работающих на жидком топливе. Однако такие подогреватели – не панацея. Дело в том, что при разогреве охлаждающей жидкости вкладыши подшипников коленчатого вала нагреваются достаточно слабо, а масло в поддоне картера не нагревается вообще. Например, доказано, что подогрев, на который уходит много времени и энергии, практически не влияет на состояние масляной пленки во вкладышах коленчатого вала и на стенках цилиндров: масло на этих поверхностях остается загустевшим, и пуск двигателя не облегчается. Причина – низкие теплопередача воздуха в картере и слабая теплопроводность прокладки между картером и блоком цилиндров. Поэтому в последнее время кое-кто и начал применять одновременный (одним нагревателем) нагрев масла и охлаждающей жидкости или уста-

навливать дополнительный электронагреватель для масла с подводом охлаждающей жидкости.

Одна из таких схем показана на рис. 2: по дну поддона картера двигателя плотно крепится плоский теплообменник 4, внутренняя полость которого с помощью трубопроводов 2 соединяется с рубашкой охлаждения блока цилиндров. На нижней стенке теплообменника имеется защитный кожух 5 с расположенными вдоль оси автомобиля ползками для размещения электронагревателя под днищем и защиты поверхностей нагрева от обдува холодным воздухом.

Если в качестве охлаждающей жидкости используется вода, что маловероятно, то после выключения электронагревателя теплообменник с помощью вентилей 1 отключают от системы охлаждения и сливают из него воду через кран 3.

Электроподогрев удобен и прост в обслуживании, высоконадежен, способен работать на любых открытых стоянках, где используется напряжение 220 В. Однако, как ни странно, он не находит широкого применения в России. И не потому, что малоэффективен, а потому, что даже не пытались наладить массовое производство электронагревателей, имеющих систему автоматического управления, и другого оборудования для стоянок. Поэтому потребители вынуждены ориентироваться на "дедовские" способы – разжижение масла бензином и т.п. Тем более что бензин в данном случае не приносит вреда двигателю – проведенные сравнительные испытания автомобилей с обычным и разжиженным бензином маслом разницы в износах трущихся деталей не выявили [4]. Дело в том, что при разжижении масла бензином все зазоры в двигателе заполняются маловязкой смазкой, благодаря чему снижается момент прокручивания коленчатого вала и повышается надежность работы и срок службы аккумуляторной батареи. Причем технология разжижения масла предельно проста: после окончания работы АТС в картер заливают бензин в количестве 10...15 % емкости масла; затем пускают двигатель, и в течение 3...5 мин дают ему работать на средних частотах вращения коленчатого вала. Бензин смешивается с маслом, оно разжижается и легко проникает ко всем трущимся деталям. На следующий день двигатель легко пускается от электростартера.

Система охлаждения поглощает ~30 % всей тепловой энергии двигателя, и эту теплоту можно сохранить с помощью теплового аккумулятора (термоса). Перед пуском

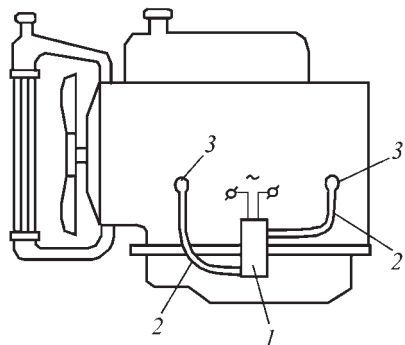


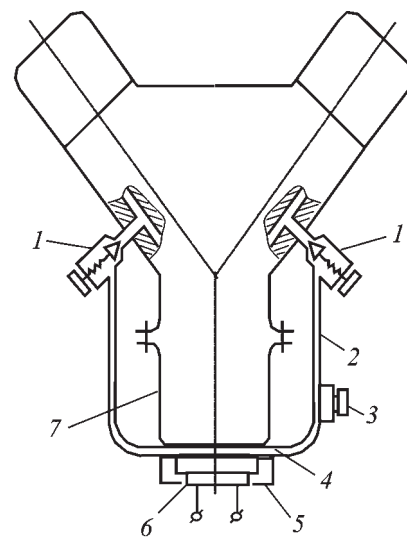
Рис. 1. Схема включения подогревателя в рубашку охлаждения блока цилиндров ДВС:

1 – электродвигатель; 2 – шланги; 3 – отверстия в блоке цилиндров



Рис. 2. Схема подогрева масла в поддоне картера и охлаждающей жидкости в блоке цилиндров:

1 – вентиль; 2 – трубопровод; 3 – кран; 4 – теплообменник; 5 – защитный кожух; 6 – электронагреватель; 7 – кронштейн крепления теплообменника



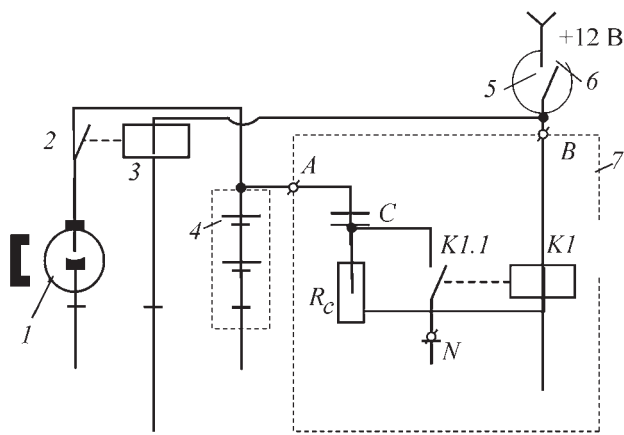


Рис. 3. Схема электростартерного пуска ДВС, использующая суперконденсатор:

1 – электростартер; 2 – контакт втягивающего реле; 3 – втягивающее реле; 4 – аккумуляторная батарея; 5 – замок зажигания; 6 – замыкающий контакт замка зажигания; 7 – конденсаторное пусковое устройство; A, B и N – клеммы; C – суперконденсатор; K1 – электромагнитный пускатель; K1.1 – замыкающий контакт электромагнитного пускателя;  $R_c$  – зарядный резистор

двигателя в холодную погоду горячая жидкость из такого теплоаккумулятора заменяет холодную в рубашке блока цилиндров, разогревает двигатель и обеспечивает легкий его пуск. Теплоаккумулятор позволяет снизить расход топлива, уменьшает содержание токсичных веществ в отработавших газах, быстро прогревает кабину автомобиля и эффективен, когда перерывы между поездками не превышает 2–3 дней.

В конденсаторных системах для облегчения пуска ДВС сначала использовали обычные конденсаторы на низкое напряжение, затем появились электролитические конденсаторы на повышенное напряжение, а в последнее время – суперконденсаторы, обладающие большими емкостями [5].

Системы пуска с обычными конденсаторами на низкое напряжение, изобретенные более 20 лет назад, предлагались для повышения надежности пуска ДВС при разряженной аккумуляторной батарее и низких температурах окружающего воздуха, но так и не дошли даже до мелкосерийного производства. Причины тому – неудовлетворительные технико-экономические показатели, связанные с их низким (12...24 В) рабочим напряжением, и высоким внутренним сопротивлением конденсаторов. Поэтому такие системы электроснабжения и пуска, по-видимому, не имеют перспективы в связи с непрерывным ростом числа бортовых потребителей и связанными с этим большими потерями в сети, расходом цветных металлов и низким КПД генератора и электростартера. Основное же достоинство суперконденсаторов состоит в том, что они обладают одной уникальной способностью: могут накапливать заряд очень высокой плотности, поскольку имеют большую, измеряемую фарадами, электрическую емкость. Однако и они проблемы не решают: по двум своим основным показателям, удельной энергии и удельной мощности, они занимают промежуточное положение между традиционными аккумуляторными и обычными конденсаторными. И всему виной – их низкое рабочее напряжение, которое не превышает 1,2...3,0 В. Поэтому для работы под высоким напряжением суперконденсаторы прихо-

дится соединять последовательно, что повышает их внутреннее сопротивление и снижает величину максимально возможной снимаемой мощности, а также увеличивает потери при заряде и разряде. Кроме того, у них высокая стоимость. Правда, они имеют большой срок службы, не требуют обслуживания, нормально работают при низких и сверхнизких температурах и экологически чисты. Поэтому многие фирмы начинают налаживать их выпуск. В том числе в виде модулей для бортовых систем электростартерного пуска ДВС, встраиваемых в обычные аккумуляторные батареи, а также в виде переносных пусковых устройств (установка типа "Гарпун").

Одна из схем электростартерного пуска ДВС с использованием суперконденсатора приведена на рис. 3. Это конденсаторное пусковое устройство имеет три клеммы для подключения к бортовой сети автомобиля: две силовые ("A" и "N") – соответственно к "плюсу" и "минусу" аккумуляторной батареи 4 и клемма "B" – к контакту 6 замка зажигания 5.

При включении зажигания через его замыкающий контакт 6 запитываются втягивающее реле 3 и электромагнитный пускатель K1. Срабатывающие их контакты шунтируют зарядный резистор  $R_c$  конденсатора C, а контакты 2 втягивающего реле 3 включают электростартер 1, и вся энергия заряженного конденсатора C и аккумуляторной батареи 4 прикладывается к электростартеру.

При неработающем двигателе суперконденсатор C (его емкость на легковых автомобилях равна 216 Ф) подзаряжается через резистор  $R_c$ .

Такое решение, как установлено практикой, эффективнее всего использовать на гибридных автомобилях. Поэтому оно и применено на опытном образце гибридного "э-мобиля" М. Прохорова. Однако некоторые исследователи считают, что вполне приемлемы и обычные электролитические конденсаторы, но рассчитанные на высокое напряжение (начиная с 60...65 В), которые в импульсном режиме могут выдавать большие мощности, так как энергия конденсатора пропорциональна произведению его емкости на квадрат напряжения на его зажимах. Кроме того, масса высоковольтной конденсаторной батареи может быть в 4 раза и более меньше массы обычной низковольтной батареи [6]. Наконец, при переходе на высокое бортовое напряжение можно в качестве стартеров использовать электродвигатели бытовых инструментов.

Как видим, предложения есть. Однако каждое из них имеет не только положительные стороны, но и недостатки. Поэтому вопрос об использовании аккумуляторных батарей в зимних условиях по-прежнему остается актуальным. Дело в том, что при низких температурах работоспособность батареи из-за уменьшения проводимости электролита и повышения внутреннего сопротивления батареи существенно падает. Это приводит к снижению ее максимальной токоотдачи, что особенно важно при пуске ДВС электростартером. К примеру, для полностью заряженной батареи 6СТ-90 при температуре 25 °С ток короткого замыкания составляет 1500 А, а при –20 °С – всего лишь 800 А, что ухудшает ее возможности почти в 1,5 раза [2]. Отсюда и применяемые практиками способы сохранения температуры электролита (установка батареи в утепленном ящике) и его разогрева (кратковременное включение фар дальнего света перед пуском двигателя). Возможен и такой вариант, как установка между уплотнительным ящиком и аккумулятором электронагревательного элемента мощностью 40...50 Вт и подключение к клеммам аккумулятора через кнопку. Еще более интересная разработка – аккумуля-



ляторная батарея с электронагревателем (графитизированный вискозный шнур во фторопластовой изоляции), который с помощью термореле периодически подключается к внешнему источнику тока напряжением 24 В. Однако главным направлением облегчения пуска ДВС, по мнению автора, следует считать более полное и рациональное использование резервов самой системы электростартерного пуска. В частности, для диапазона температур  $-20...30\text{ }^{\circ}\text{C}$  вполне можно обойтись улучшением ее характеристик. Например, сделать процесс пуска двухэтапным или двухрежимным.

Приведем несколько вариантов такого решения.

Схема первого из них (пат. № 2320888, РФ) приведена на рис. 4. В нее входят электростартер 1; аккумуляторная батарея 2; электромагнитный выключатель 4 питания электростартера с замыкающим контактом 5 и обмоткой 6; устройство 3 управления двухэтапным пуском, выполненное в виде переключателя на три положения; электромагнитная муфта с обмоткой 8, состоящая из двух (7 и 9) полумуфт, которая механически соединяет электростартер 1 с шестерней 12; возвратная пружина 10 и венец 11 маховика ДВС.

Эта система пуска работает в два этапа: сначала вхолостую прокручивается ротор электростартера, для чего переключатель 3 переводится в положение II. При этом от аккумулятора запитывается обмотка 6 электромагнитного выключателя 4, замыкаются его силовые контакты 5. Затем переключатель 3 переводится в положение III, благодаря чему дополнительно запитывается обмотка 8 электромагнитной муфты, которая втягивает вторую (9) полумуфту, преодолевая сопротивление пружины 10, и вводит шестерню 12 в зацепление с венцом 11 маховика.

После пуска двигателя обмотка 6 электромагнитного выключателя 4 и электростартер отключаются переводом переключателя 3 в положение II. Пружина 10 разжимается и выводит шестерню 12 из зацепления с венцом 11 маховика.

Такая конструкция полумуфт позволяет эффективно использовать создаваемое магнитное поле, доведя до минимума воздушные зазоры в магнитной цепи, благодаря чему обеспечивается достаточно большой ход подвижной полумуфты. В итоге двухэтапный пуск облегчает работу электростартера и аккумулятора, повышает энергетическую возможность системы пуска за счет использования инерционных сил.

Второй вариант – патент № 2280190, РФ. Его схема показана на рис. 5 и содержит ДВС, сцепление 2, коробку передач 3 с рычагом 4 переключения передач и промежуточным валом 10, электростартер 8 с редуктором 9, электромагнитное реле 7 включения электростартера, выключатель 5 электростартера, аккумуляторную батарею 6, педаль сцепления 11. Работает она следующим образом.

Перед пуском двигателя рычаг 4 коробки передач устанавливается в нейтральное положение, педалью 11 выключается сцепление. Затем выключатель 5 переводится в положение "включено", благодаря чему запитывается электромагнитное реле 7 включения электростартера 8. Последний через свой редуктор, промежуточный вал и шестерни коробки передач вращает первичный вал коробки, для чего большой мощности не требуется. Затем педаль 11 отпускается и включается сцепление. Вращение передается на коленчатый вал, и ДВС запускается.

Третий вариант – система двухэтапного электростартерного пуска ДВС с маховиком, предложенная Н.В. Гуля. Она содержит (рис. 6) электростартер 13; аккумуляторную батарею 1; втягивающее электромагнитное реле 2 с

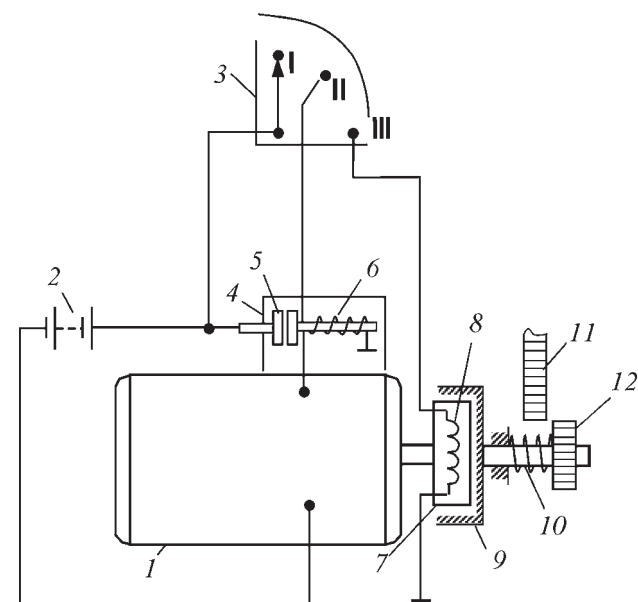


Рис. 4. Схема двухэтапного электростартерного пуска ДВС:

1 – электростартер; 2 – аккумуляторная батарея; 3 – устройство управления двухэтапным пуском (переключатель); 4 – электромагнитный выключатель питания; 5 – замыкающий контакт выключателя питания; 6 – обмотка выключателя питания; 7, 9 – полумуфты; 8 – обмотка электромагнитной муфты; 10 – возвратная пружина; 11 – венец маховика ДВС; 12 – шестерня

замыкающими контактами 4 и обмоткой 5; устройство 3 управления, выполненное в виде переключателя на три положения; маховик 6 стартера; электромагнитную муфту, состоящую из двух полумуфт (ведущей 7 и ведомой 8) и обмотки 12; возвратную пружину 11; шестерню 10 привода; зубчатый венец 9 маховика ДВС.

Сначала, почти без нагрузки, запускается электростартер с маховиком и ведущей полумуфтой 7, для чего устройство 3 (переключатель) переводится в положение II. Благодаря этому обмотка 5 электромагнитного втягивающего реле запитывается от аккумуляторной батареи, контакты 4 замыкаются, якорь электростартера получает вращение, и

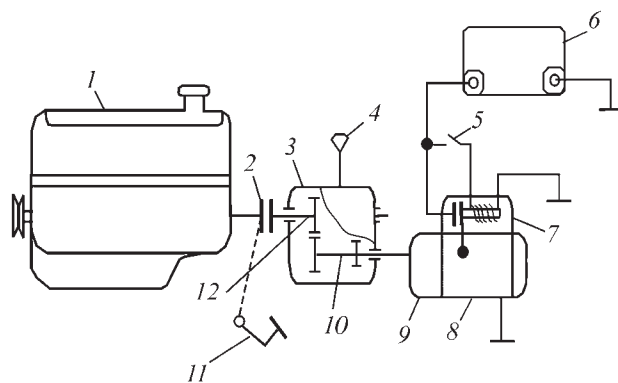


Рис. 5. Схема пуска двигателя через сцепление:

1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – коробка передач; 4 – рычаг переключения передач; 5 – выключатель; 6 – аккумуляторная батарея; 7 – электромагнитное реле; 8 – электростартер; 9 – редуктор; 10 – промежуточный вал; 11 – педаль сцепления; 12 – ведущий вал коробки передач

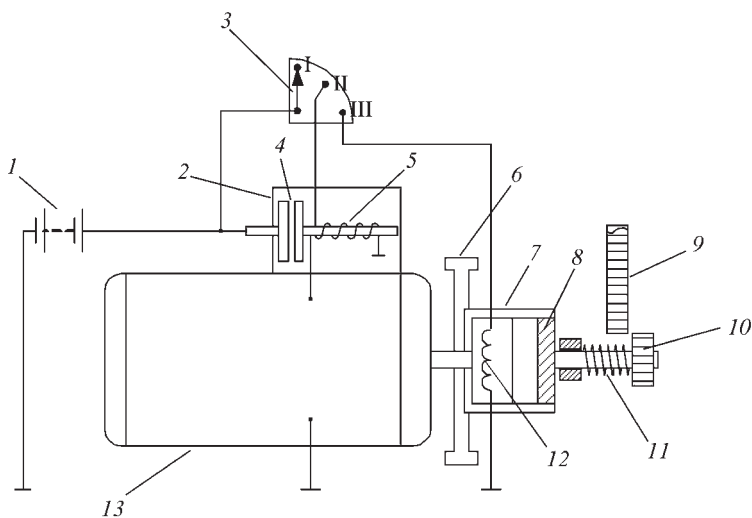


Рис. 6. Схема системы электростартерного пуска двигателя с маховиком:

1 – аккумуляторная батарея; 2 – втягивающее электромагнитное реле; 3 – устройство управления пуском; 4 – замыкающие контакты втягивающего реле; 5 – обмотка втягивающего реле; 6 – маховик электростартера; 7, 8 – ведущая и ведомая полумуфты электромагнитной муфты; 9 – зубчатый венец маховика двигателя; 10 – шестерня привода; 11 – возвратная пружина; 12 – обмотка электромагнитной муфты; 13 – электростартер

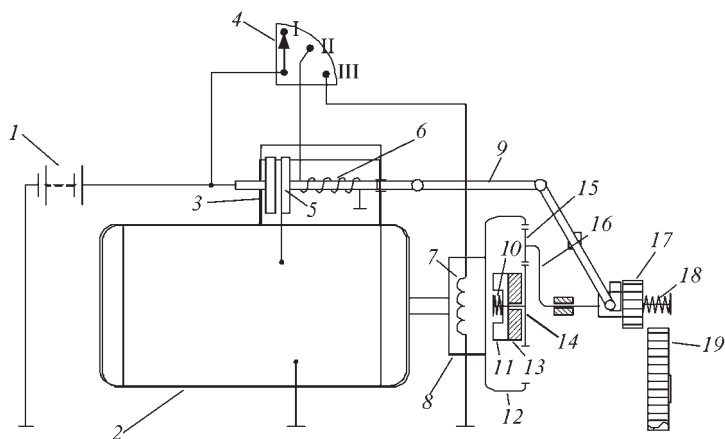


Рис. 7. Схема системы двухрежимного электростартерного пуска двигателя:

1 – аккумуляторная батарея; 2 – электростартер; 3 – втягивающее реле; 4 – устройство управления пуском; 5 – замыкающие контакты втягивающего реле; 6 – обмотка втягивающего реле; 7 – обмотка электромагнитной муфты; 8 – электромагнитная муфта; 9 – рычаг привода шестерни; 10 – прижимная пружина; 11 – подвижная полумуфта; 12 – коронная шестерня; 13 – корпус; 14 – солнечная шестерня; 15 – сателлит; 16 – водило; 17 – шестерня привода; 18 – возвратная пружина; 19 – венец маховика двигателя

маховик приобретает определенную кинетическую энергию. Затем переключатель 3 переводится в положение III. Электростартер остается включенным, но дополнительно включается обмотка ведущей полумуфты 7, которая втягивает ведомую полумуфту 8, преодолевая сопротивление возвратной пружины, и одновременно вводит в зацепление шестерню 10 с венцом 9 маховика.

После успешного пуска ДВС переключатель 3 переводится в положение I, контакты 4 размыкаются и обмотка полумуфты 7 обесточивается. Шестерня привода и ведомая полумуфта 8 под действием пружины 11 возвращаются в исходное положение.

Параметры маховика (момент инерции и размер) рассчитывают в зависимости от ожидаемого момента сопротивления прокручиванию коленчатого вала, который, в свою очередь, зависит от рабочего объема двигателя и среднего давления трения при проворачивании коленчатого вала электростартером.

Четвертый вариант – система двухрежимного электростартерного пуска ДВС, которая может обеспечить две скорости вращения коленчатого вала (рис. 7). Она содержит аккумуляторную батарею 1; электростартер 2; втягивающее реле 3 с замыкающими контактами 5 и обмоткой 6; устройство 4 управления пуском в виде переключателя на три положения; рычаг 9 привода шестерни; электромагнитную муфту 8 с обмоткой 7 и подвижной полумуфтой 11, возвратную пружину 18; планетарный редуктор, состоящий из коронной шестерни 12, сателлита 15 и водила 16; солнечную шестерню 14; корпус 13 системы пуска; шестерню 17 привода; прижимную пружину 10; венец 19 маховика ДВС. Работает она так.

Сначала электростартер запускается на скорости, в 1,5–2,0 раза меньше номинальной. Для этого устройство 4 управления переводится в положение II. При этом срабатывает втягивающее реле 3, и рычаг 9 вводит в зацепление шестерню 17 с венцом 19 маховика ДВС. Одновременно он своим замыкающим контактом 5 включает электростартер, который через коронную шестерню 12, сателлит 15, водило 16 и шестерню 17 приводит во вращение маховик ДВС. При этом солнечная шестерня 14 заторможена полумуфтой 11 усилием пружины 10.

В таком режиме электростартер работает 10...15 с в зависимости от мощности ДВС и температуры окружающего воздуха до тех пор, пока снизится вязкость моторного масла и активизируется электролит в аккумуляторной батарее. Затем устройство управления переводится в положение III, срабатывает электромагнитная муфта 8 и, преодолевая сопротивление пружины 10, соединяет полумуфту 11 с коронной шестерней 12. Коронная 12 и солнечная 14 шестерни блокируются. Все элементы планетарного редуктора начинают вращаться как единое целое; передаточное число редуктора становится равным 1:1, коленчатый вал вращается с номинальной скоростью.

После пуска ДВС устройство управления переводится в положение I, шестерня 17 возвратной пружины 18, а полумуфта 11 прижимной пружины 10 возвращаются в первоначальное состояние, и вся система переходит в исходное положение.

## Литература

- ОСТ 37.001.052–2000. Двигатели автотранспортных средств. Качества пусковые. Технические требования.
- Чижков Ю.П., Квайт С.М., Сметнев Н.Н. Электростартерный пуск автотракторных двигателей. М.: Машиностроение. 1985. – 160 с.
- Эксплуатация автомобилей в зимних условиях. (Рекомендации) / В.Е. Кузмичев, В.В. Фокин. М.: Россельхозиздат. 1977. – 47 с.
- Ильчук И.А. Способы повышения надежности пуска ДВС при низких температурах // Автомобильная промышленность. 2009. № 12. С. 22–24.
- Соснин Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с.
- Хортов В.П. Будущее за высоковольтными системами пуска ДВС // Автомобильная промышленность. 2000. № 4. С. 14–16.

## КАЧЕНИЕ ЭЛАСТИЧНОГО КОЛЕСА ПО ДВУМ ЖЕСТКИМ БАРАБАНАМ

А.Н. МАМАЕВ, В.И. АБУЗОВ

МГМУ "МАМИ" (495. 223-05-23, доб. 13-98)

Рассматривается "клиновой" эффект, возникающий при установке колеса на два жестких барабана и увеличивающий нормальные реакции в контакте колеса с барабанами, а следовательно, и сопротивление качению.

**Ключевые слова:** эластичное колесо, барабан, качение.

Мамаев А.Н., Абузов В.И.

### ROLLING OF ELASTIC WHEEL ON TWO HARD DRUMS

Wedge effect that occurs when you install the wheels on two hard drum and increases the normal reaction in contact with the drum-wheel, and therefore resistance is considered.

**Keywords:** elastic wheel, drum, roll.

При испытаниях на барабанных стендах эластичное колесо катится по двум жестким опорным поверхностям (см. рисунок). При этом расстояние между центром колеса и центрами соответственно левого ( $e_l$ ) и правого ( $e_{np}$ ) барабанов дают, очевидно, следующие формулы:

$$e_l = r_{\delta_l} + r_{\delta_l}$$

и

$$e_{np} = r''_{\delta_{np}} + r''_{\delta_{np}},$$

в которых  $r_{\delta_l}$  и  $r_{\delta_l}$  – кратчайшие расстояния от оси колеса до левого и правого барабанов.

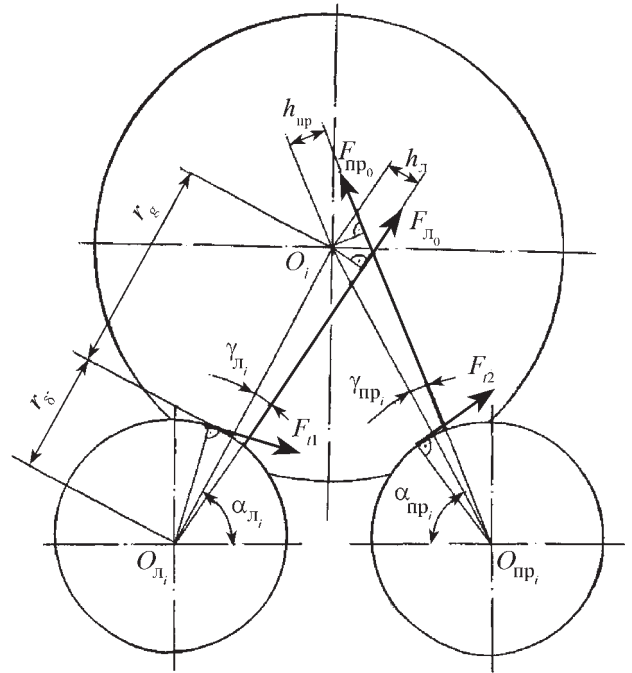
Под действием приложенного к колесу момента  $M_k$  нормальные реакции барабанов смещаются на величины  $h_l$  и  $h_{np}$ , равные соответственно

$$\begin{aligned} h_l &= h_{n_l} + h_{np_0}; \\ h_{np} &= h_{n_{np}} + h_{np_0}, \end{aligned}$$

где  $h_{n_l}$  и  $h_{n_{np}}$  – смещения нормальных реакций, обусловленные реализацией в контакте тангенциальных сил  $F_{l_0}$  и  $F_{np_0}$ ;  $h_{l_0}$  и  $h_{np_0}$  – смещения нормальных реакций, обусловленные гистерезисом в материале шины, которые могут быть рассчитаны соответственно по формулам:

$$h_{l_0, np_0} = \frac{3}{16} \beta_{\delta} a_{l, np} \left( 1 + \frac{r}{r_{\delta}} \right),$$

$$h_{l_0} = f_0 r \left( 1 + \frac{r}{r_{\delta}} \right) \frac{a_{l, np}}{a_{пл, l, np}},$$



где  $a_l$  и  $a_{np}$  – полудлина площадки контакта колеса с барабанами при действии нормальных сил  $F_{n_l}$  и  $F_{n_{np}}$ ;  $a_{n_{l, np}}$  – полудлина площадки контакта на плоскости при действии сил  $F_{z_{l_0}} = F_{n_l}$  и  $F_{z_{np_0}} = F_{n_{np}}$ .

Углы  $\gamma_l$ , определяющие смещение точки приложения нормальных реакций барабанов, найдутся из геометрических соображений:

$$\gamma_l = \arcsin \frac{h_{n_l} + h_{np_0}}{e_l}; \quad \gamma_{np} = \arcsin \frac{h_{n_{np}} + h_{np_0}}{e_{np}}.$$

При действии момента  $M_k$  центр колеса располагается несимметрично относительно осей барабанов. При этом:

$$\alpha_l = \arccos \frac{(e_l)^2 + c^2 - (e_{np})^2}{2 e_l e_{np}};$$

$$\alpha_{np} = \arcsin \left( \frac{e_l \sin \alpha_l}{e_{np}} \right).$$

### ВНИМАНИЕ!

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

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



# ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС

УДК 665.7.038

## ПРИСАДКИ, УЛУЧШАЮЩИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТОПЛИВ

**А.М. ДАНИЛОВ, Е.Б. ШЕВЧЕНКО**

ВНИИПН, Украинский ТХТУ (0562. 47-76-70)

*Рассмотрены присадки, улучшающие эксплуатационные свойства топлива.*

**Ключевые слова:** присадки к топливу, топливо, биодизель, эксплуатационные свойства.

Daniilov A.M., Shevchenko E.B.

### ADDITIVES FOR IMPROVEMENT OF OPERATIONAL PROPERTIES OF FUELS

*Additives which improve working property of are described.*

**Keywords:** fuel additives, a biodiesel, operational properties.

Все присадки к топливам, а их насчитывается более 50 типов, можно разделить на две группы: те, которые необходимы для выработки стандартных топлив на НПЗ (антидетонаторы, антиоксиданты и т.д.), и те, которые используются на местах применения топлив с целью улучшения тех или иных его эксплуатационных свойств. Причем последние, очевидно, не являются обязательными и рассчитаны на грамотного потребителя. Но во многих странах они широко используются, обеспечивая существенную экономию топлива, снижая эмиссию токсичных продуктов в отработавших газах АТС и упрощая техническое обслуживание автомобилей. В России же, несмотря на явный избыток рекламы, сочиненной на западный манер, о них в эксплуатации мало кто знает. Поэтому настала пора дать научное обоснование их достоинств и недостатков. И начать, видимо, следует с элементарного – систематизации присадок для бензинов и дизельных топлив (см. таблицу).

В таблице, как видим, даны лишь перечень типов и (коротко) назначение присадок, представляющих интерес для массового потребителя автомобильной техники. Поэтому рассмотрим некоторые из них подробнее.

**Моющие присадки к топливам.** История этих присадок началась в 1950-е гг. Именно тогда в США были разработаны двигатели с системой принудительной вентиляции картера, позволяющей на 20 % снизить эмиссию несгоревших углеводородов в атмосферу. Однако при этом наблюдалось более быстрое, чем при отсутствии таких систем, осмоление заслонки карбюратора, что приводило к перерасходу топлива, повышенной токсичности отработавших газов, а в некоторых случаях двигатель автомобиля просто останавливался.

Простейшим выходом из создавшегося положения стала чистка топливной аппаратуры после каждых 10...15 тыс. км пробега автомобиля. Такое реше-

ние потребителей не устраивало. В результате на рынке появились моющие присадки.

Первая из них была запатентована фирмой "Шеврон" в 1954 г. Но затем, в середине 1980-х гг., в США и в других странах возникла новая проблема: было начато массовое производство инжекторных двигателей с впрыскиванием бензина в область впускных клапанов и рециркуляцией отработавших газов, что позволило сократить выбросы оксидов азота в атмосферу. Но при этом на впускные клапаны направлялась топливовоздушная смесь с примесью нестабильных компонентов – продуктов сгорания и масел, подтекающих по направляющим клапанов. И оказалось, что моющие присадки еще более усугубляют положение, так как их термостабильность недостаточна. В итоге отложения на клапанах могли достигать толщины 2 мм, имели губчатую структуру, в которой задерживались наиболее летучие фракции бензина, что резко ухудшало пусковые свойства ДВС, а неполное закрытие клапанов нарушало рабочий процесс. В результате через несколько тысяч километров пробега характеристики автомобиля резко падали: перерасход бензина достигал 7 %, содержание монооксида углерода в отработавших газах увеличивалось на 5...35 %, дымность в 3...4 раза. Иначе говоря, зашла речь о своеобразном кризисе. Высказывались даже предложения отказаться от новой системы питания.

Правда, решение нашли. Его основу, опять-таки, составили эффективные (полибутенаминовые и полиэфираминовые) присадки к топливу. Без них сейчас эксплуатация двигателей в США и Европе фактически невозможна.

Появление двигателей с непосредственным впрыскиванием бензина в цилиндр сопровождалось проблемой образования нагара в камере сгорания. В этом случае присадки должны обладать не только моющими, но и противонагарными свойствами. Вероятно, эффективными компонентами таких присадок могут быть катализаторы горения. Правда, ассортимент присадок этого типа пока не разработан, хотя отдельные присадки уже появились на рынке.

С появлением "рамповых" дизелей понадобились моющие присадки и для дизельных топлив. Давление в рампе достигает 250 МПа (2500 кгс/см<sup>2</sup>), тогда как в традиционных дизелях не превышает (10...40 МПа, 100...400 кгс/см<sup>2</sup>). Но это ускорило закоксовывание форсунок, что привело к созданию присадок, которые по механизму действия (и, соответственно, составу) отличаются от традиционных моющих присадок. Но оптимальные их композиции пока не найдены.

В России собственных моющих присадок немного. Для карбюраторных двигателей в свое время были разработаны присадки "Афен" и "Автомаг", не усту-

павшие зарубежным аналогам, но почти не вызвавшие интереса у автолюбителей. Но теперь они морально устарели. Поэтому в 2009 г. на Долгопрудненском заводе ТОС освоено производство новой присадки "Каскад-9", предназначенной для использования в инжекторных двигателях. Ее розничная продажа, к сожалению, не налажена, но Московский НПЗ с 2010 г. уже вырабатывает ~2 млн т в год бензинов АИ-92 и АИ-95 именно с этой присадкой. Вообще же моющие присадки оказались очень удобными для производства так называемых брендовых топлив, имеющих дополнительные потребительские качества. Например, топливо "Экто" выпускает ОАО "НК Лукойл", а "Ультимато" – ТНК-ВР. Как утверждают маркетологи, реализация топлив под видом "брендов" увеличивает их розничную продажу в среднем на 15 %.

Переход на использование топлив с моющими присадками требует повышенного внимания к чистоте топливных баков и другой аппаратуры. Иначе скопившаяся за время эксплуатации грязь забьет топливные фильтры, попадет в камеру сгорания. В частности, эта опасность была одним из препятствий распространения моющих присадок в нашей стране.

**Депрессорные присадки.** Их, как правило, вводят в зимние сорта дизельных топлив, вырабатываемых по особым техническим условиям. Однако интерес к ним проявляют и отдельные владельцы автомобильной техники, желающие улучшить низкотемпературные свойства имеющихся у них дизельных топлив летних сортов. В принципе, это возможно, но с учетом следующего.

Дизельное топливо застывает из-за того, что содержащиеся в нем парафины при низкой температуре выделяются в отдельную фазу, постепенно увеличиваясь в размерах и, в конце концов, слипаясь в малоподвижную структуру. Депрессоры препятствуют росту и слипанию кристаллов, обеспечивая удовлетворительную прокачиваемость топлива. Однако это возможно лишь в том случае, если кристаллы парафинов находятся в зародышевом состоянии. Если же они успевают достичь определенных размеров, депрессоры оказываются неэффективными. Поэтому вводить в топливо их надо при температуре более высокой, чем температура кристаллизации парафинов. А именно – около 60...70 °С. Более того, сохранить подвижность топлива – недостаточно, необходимо обеспечить его однородность. Топливо же с депрессором при хранении в холодных условиях расслаивается на два подвижных слоя, имеющих разный состав, а следовательно, разные физико-химические и теплофизические характеристики. Чтобы этого не происходило, в композицию к депрессору приходится добавлять так называемый диспергатор парафинов в соотношении (1...5):1. Его задача – остановить рост кристаллов на такой стадии, когда они поддерживаются в объеме топлива за счет броуновского движения. Однако такие композиции предлагают пока что только зарубежные фирмы.

Надо иметь в виду еще одно обстоятельство. Депрессорное действие присадок основано на соответ-

ствии геометрических размеров их молекул размерам кристаллизующихся парафинов. Поскольку в различных топливах набор парафиновых углеводородов различен, для достижения оптимального эффекта необходимо подбирать присадки определенного состава. Крупные фирмы (например, БАСФ или "Клариянт") имеют в своем ассортименте набор из 20...30 марок депрессорных присадок, из которых потребитель может выбрать наиболее подходящую для данного вида топлива.

В отечественном же ассортименте есть только один депрессор для дизельных топлив – ВЭС-410 Д, производство которого освоено Ангарским заводом катализаторов и органического синтеза. Он может использоваться по рекомендации поставщика в композиции с импортным диспергатором парафинов. Кроме того, ОАО "ВНИИ НП" совместно с ООО "НПФ Депран" создали отечественный опытный образец депрессорно-диспергирующей присадки, с успехом испытанный в ряде топлив различных НПЗ.

**Катализаторы горения.** О них, как показал анализ, очень мало знают не только потребители топлив, но даже и специалисты. Тем не менее они есть и представляют собой композиции на основе соединений переходных металлов. Что же касается механизма их действия, то здесь существуют самые различные мнения. Можно уже считать доказанным, что феноменологически их действие проявляется в ускорении процесса горения, особенно на первой его стадии, что позволяет "выровнять" процесс, снизить максимальное давление и избежать локальных перегревов в камере сгорания, приводящих к увеличению эмиссии оксидов азота, повысить полноту сгорания топлива и, соответственно, снизить нагарообразование и токсичность отработавших газов. Причем, при рабочих их концентрациях, не превышающих 1 млн<sup>-1</sup>. То есть, в концентрациях, сравнимых с концентрациями естественных примесей в топливе.

И здесь мы явно не отстали от Запада. Две отечественные присадки этого типа, "Маприс-0010" (для дизельных топлив) и "Маприс-001" (для автомобильных бензинов) использует Петербургская топливная компания, вводя их в топлива, реализуемые в розницу под особыми марками.

Вариантом катализаторов горения являются антисажевые присадки, вводимые в топливо с целью защиты сажевых фильтров, устанавливаемых перед каталитическими нейтрализаторами на дизельных АТС.

В целом есть все основания полагать, что катализаторы горения найдут применение в составе многофункциональных композиций с антидетонаторами, моющими и другими присадками.

**Биодизель как многофункциональная добавка к топливам.** Первоначальная идея использования биодизеля (эфиров жирных кислот растительного или животного происхождения) заключалась в расширении сырьевой базы дизельных топлив в странах, не располагающих собственными ресурсами нефти. Но затем было доказано, что при сравнительно небольших концентрациях биодизель может рассматриваться как многофункциональная присадка, резко улучшающая ряд эксплуатационных свойств топ-

Тип присадки	Назначение	Примечания
Моющие для бензинов, используемых в карбюраторных двигателях	Поддержание в чистоте заслонки карбюратора, благодаря чему уменьшается перерасход топлива и снижается токсичность отработавших газов	Неэффективны в инжекторных двигателях
Моющие для бензинов, используемых в инжекторных двигателях	Поддержание в чистоте распылителей форсунок и впускных клапанов, в результате предотвращается перерасход топлива и повышение токсичности отработавших газов	Многофункциональны: обладают антикоррозионными и антиобледенительными свойствами, но неэффективны в двигателях с непосредственным впрыскиванием топлива
Моющие для бензинов, используемых в двигателях с непосредственным впрыскиванием	Предотвращение нагарообразования в камере сгорания и, соответственно, роста требований к октановому числу бензина	Ассортимент присадок недостаточно разработан. Их композиции могут содержать антинагарные агенты
Моющие для дизельных топлив, особенно при использовании в рамповых дизелях	Предотвращение закоксовывания распылителей форсунок	Ассортимент присадок недостаточен
Депрессорные	Улучшение свойств топлив	В основном используются при выработке дизельных топлив зимних сортов, но могут вводиться в топлива на месте применения с целью улучшения низкотемпературных свойств летних топлив. Требуют выполнения особых рекомендаций по применению
Модификаторы трения	Снижение энергозатрат на трение и экономия топлива	Распространения не получили
Антипенные	Предотвращение пенообразования при перекачке	Используются в отдельных случаях
Антистатические	Предотвращение электризации топлив при перекачке и опасности их воспламенения	В основном используются в топливах для ТРД
Антикоррозионные (защитные) для топлив нефтяного происхождения	Предотвращение коррозии топливных аппаратуры и баков при длительном хранении техники	Используются при консервации заправленной техники. В условиях эксплуатации защитное действие оказывают традиционные моющие присадки
Антикоррозионные для спиртобензиновых топлив	Предотвращение коррозии топливной аппаратуры и деталей двигателя	За рубежом активно используются в спиртобензиновых смесях; в России имеются отдельные опытные образцы
Противотурбулентные	Сохранение ламинарного режима течения топлива в трубопроводах	Применяются в отдельных случаях. Вводятся порциями по трассе трубопровода
Катализаторы горения	Выравнивание процесса горения топлива в камере сгорания, что улучшает энергетическую и эксплуатационную эффективность ДВС	Теория и практика применения присадок этого типа на настоящий момент недостаточно разработаны. В перспективе могут получить широкое распространение

лив. В частности, она повышает их цетановое число, а также смазочные и низкотемпературные свойства. Последнее, кстати, может решить проблему снижения температуры застывания топлив в эксплуатационных условиях без применения депрессорно-диспергирующих присадок, которые, как сказано выше, эффективны только при выполнении особых условий введения в топливо: при температуре, превышающей температуру начала кристаллизации парафинов. В случае же биодизеля этого не требуется.

Например, авторы статьи установили, что добавка биодизеля в концентрации 10...20 % позволяет снизить температуру застывания дизельного топлива, соответствующего нормам "Евро-4", с 257 К (-16 °С) до 250 К (-23 °С), а предельную температуру фильтруемости – с 268 К (-5 °С) до 263 К (-10 °С). Аналогичное действие проявляли и другие добавки, например, метиловый эфир куриного жира.

## ДМ-МЕТОД И АЛГОРИТМ ВЫЯВЛЕНИЯ ТИПИЧНЫХ СИТУАЦИЙ (ШАБЛОНОВ) В ГАРАНТИЙНЫХ ДАННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

НГУЕН ДЫК ТХАНЬ

МАДИ (ГТУ) (8.903. 569-57-82)

*Рассматривается разработанный на основе теории множеств и операций с базами данных алгоритм поиска последовательных шаблонов в потоках данных по гарантийным обязательствам автопроизводителей.*

**Ключевые слова:** анализ последовательных шаблонов, Data Mining-метод, база данных, автомобильная промышленность.

Nguyen Duc Thanh

METHOD AND ALGORITHM FOR FINDING SEQUENTIAL PATTERNS IN THE DATA GUARANTEEING THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

*Based on set theory and database operations DM-method and algorithm developed DM-search algorithm for sequential patterns in data streams of warranty in the automotive industry.*

**Keywords:** sequential pattern analysis, Data Mining method, the database, automotive industry.

Анализ типичных неисправностей автомобильной техники, выпускаемой различными производителями, представляет большой интерес не только для экспертов по ее качеству, но, может быть, даже в большей мере – для ее потребителей: он позволяет определить временные связи между различными дефектами продукта. Например, знать, когда и какая неисправность приводит в дальнейшем к другой неисправности.

Чтобы получить такую информацию, необходим, очевидно, многократный проход соответствующей базы статистических данных, каждый из которых начинается с исходного набора последовательностей, используемых для генерации новых, уже более точных (частых) последовательностей, называемых последовательностями-кандидатами, или просто кандидатами. Для этого вычисляется их поддержка и по завершении прохода определяется, являются ли обнаруженные кандидаты в действительности частыми. Затем обнаруженные частые последовательности-кандидаты становятся исходными для нового прохода.

Как видим, процесс весьма трудоемкий. Даже если рассматривать статистику не в течение всего периода эксплуатации АТС, а лишь за гарантийный период, когда она собирается на автозаводах.

Для снижения этой трудоемкости есть лишь один путь – сократить общее число проходов и выявить значимые (сильные) правила (шаблоны), позволяющие интегрировать тождественные и от-

фильтровывать незначимые правила. Для чего разрабатываются и используются различные метрики оценки значимости правил. В международной практике автомобильной промышленности, например, обычно выделяются гарантийные данные четырех типов – временные, количественные, категориальные и текстовые. Однако технология их использования, в общем-то, одна и та же.

В исходной информации по гарантийной статистике сначала отсеиваются ненужные (излишние) данные, не связанные с анализом гарантийных обязательств. Затем оставшиеся данные детализируются: по каждой из неисправностей записываются связанные с ней затраты на запасные части и заработную плату, а также даты ремонта. И время его ожидания потребителем. В итоге по каждому образцу конкретной модели (модификации) автомобиля составляется таблица. В ней автомобиль с уникальным индивидуальным номером VIN характеризруется кодами работ, условиями (дефектирование) решений и связанных с этим расходами времени (ожидания) между событиями (в днях). Затраты на дефектирование и решения составляют общие затраты на ремонт (заработная плата и запасные части), предъявляемые автозаводу и производителю комплектующих по двум множествам кодов работ.

Важным параметром при предварительной обработке данных является предельный период, или максимальный срок ожидания, между двумя множествами кодов ра-

бот, установленный для определенного множества данных. Значение этого параметра может быть задано аналитиком в целях формирования нескольких множеств данных с различными предельными периодами ожидания.

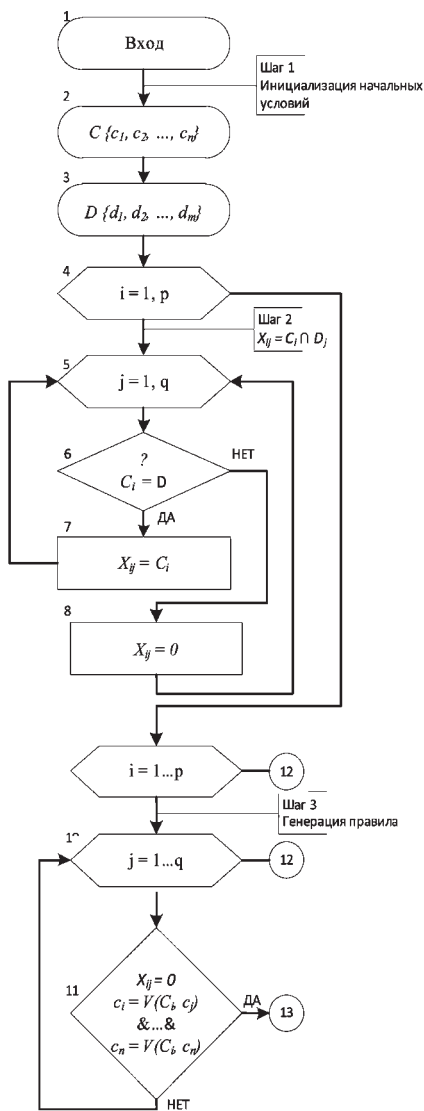
Однако общепринятые правила проблему решают лишь частично. Поэтому для полноты решения автор статьи предлагает свой алгоритм, разработанный на основе алгоритма генерации ассоциативных правил.

Предлагаемый алгоритм включает три этапа, первый из которых использует теорию элементарного множества и методы обработки базы данных для генерации последовательных отношений между кодами работ во множестве условий и кодами работ во множестве решений, второй агрегирует несколько идентичных правил из первого этапа в уникальные правила, а третий вычисляет показатель сил метрик правила, оценивающий его значимость, и эти метрики используются для того, чтобы отфильтровать незначительные правила и использовать только правила важные.

Для формализации алгоритма вводятся следующие обозначения:  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$  – множество условий кода работ;  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$  – множество решений кода работ;  $C_i$  – элементарное множество  $C$ , где  $i = 1, \dots, p$ ;  $D_j$  – элементарное множество  $D$ , где  $j = 1, \dots, q$ ;  $V(C_i, c_k)$  – значение атрибута  $c_k$  в элементарном множестве  $C_i$ ;  $V(D_j, d_l)$  – значение атрибута  $d_l$  в элементарном множестве  $D_j$ ;  $X_{ij}$  – пересечение элементарных множеств  $C_i$  и  $D_j$ ;  $|C_i|$ ,  $|D_j|$ ,  $|X_{ij}|$  – абсолютная поддержка  $C_i$ ,  $D_j$  и  $X_{ij}$  (число объектов данных в соответствующих множествах). На их основе построена блок-схема алгоритма поиска последовательных шаблонов в гарантийных данных (см. рисунок).

Рассмотрим его этапы.

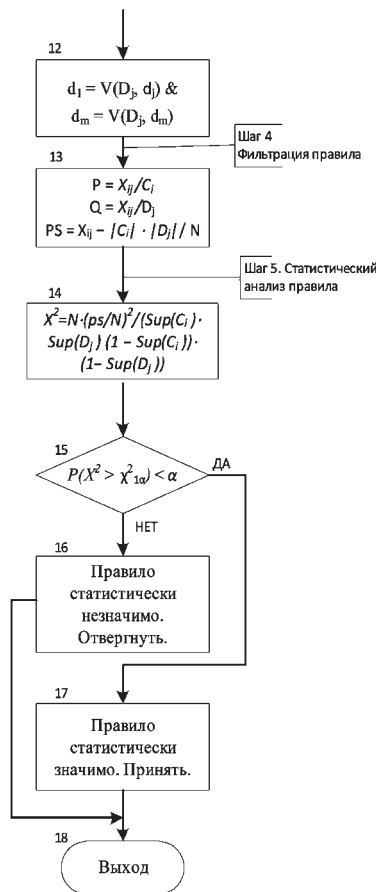
На первом из них, генерации последовательного шаблона, первые его три шага фактически аналогичны алгоритму генерации ассоциативных правил (отсутствуют только операторы  $P$ ,  $Q$  и  $RS$ ). Так, сначала иницируются множества кодов работы и решений  $[C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ ,  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}]$ . При этом множества  $C$  и  $D$  содержат столбцы индексов кодов работ, взятых из таблиц предварительной обработки данных ( $c_k, k = 1, \dots, n$  и  $d_l, l = 1, \dots, m$ ;  $n$  и  $m$  столбцов кодов работ во множе-



стве условия и множестве решения соответственно). Этот шаг дает число кодов работ в операторах условия и операторах решения сгенерированных правил, которое соответствует взятому из базы данных числу кодов работ, проведенных одновременно для всех автомобилей, поставленных на ремонт. Затем вычисляются элементарные множества  $C$ ,  $D$  и пересечения  $X_{ij}$  всех элементарных множеств  $C$  и  $D$ :  $X_{ij} = C_i \cap D_j$  для  $i=1, \dots, p$  и  $j=1, \dots, q$ , причем элементарные множества  $C$  и  $D$  и их пересечения определяются, как множество данных объектов (например, записи в таблице предварительной обработки данных), имеющих одинаковые значения для кодов работ в этих множествах. И уже после этого создаются правила для каждого  $X_{ij} \neq \emptyset$  [если  $c_1 = V(C_i, c_1)$  И ... И

$c_n = V(C_i, c_n)$ , то  $d_1 = V(D_j, d_1)$  И ... И  $d_m = V(D_j, d_m)$ ] и вычисляются абсолютная поддержка элементарных множеств для каждого правила ( $|C_i|$ ,  $|D_j|$ ,  $|X_{ij}|$ ) и затраты на ремонт правила отдельно для кодов работ условия ( $C$ -затраты) и кодов работ решения ( $D$ -затраты).

Первый этап алгоритма имеет некоторое сходство с приближенными, основанными на теории множеств алгоритмами (Rough Set-based Algorithms) 3. Полака, в том, что в них заложены отношения эквивалентности, которые формируют элементарные множества. Но есть и разница. Она заключается в процессе создания правил. В Rough Set-based Algorithms правила создаются из вычислений нижней и верхней аппроксимаций множества, в то время как в предлагаемом алгоритме – из вычислений пересечения



элементарных множеств с использованием функций обработки базы данных. И это дает ряд преимуществ, главное из которых: алгоритм требует сканирования базы данных лишь один раз. Кроме того, правила, полученные по Rough Set-based Algorithms, могут быть двух типов: дизъюнктивными (операторы "ЕСЛИ–ТО" могут содержать как логическое выражение "И", так и "ИЛИ"), а также конъюнктивными (выражение "И"), в то время как новый алгоритм генерирует только конъюнктивные правила, т.е. выражение "И".

Второй этап, агрегирование тождественных правил, представляет собой поиск и объединение правил, которые содержат одинаковые коды работ в их соответствующих операторах условия и решения, независимо от индекса столбца. При этом два правила считаются тождественными, если значения кодов работ условия и кодов работ решения, представленные в правилах, совпадают, независимо от порядка их представления в операторах "ЕСЛИ" и "ТО".

Очевидно, что такое совпадение возможно лишь в случаях, когда правила содержат одинаковые коды работ из разных их столбцов кода работы и когда есть, по крайней мере, два кода работ в операторах условия (операторах решения), и то же множество значений кодов работ может исходить от того же множества столбцов, но появляются в операторе в другой последовательности.

Задачей третьего этапа (правило фильтрации) алгоритма является фильтрация незначительных правил так, чтобы остались только те из них, которые существенны.

На этом этапе реализуются показатели сил, т.е. значимости и ранг правила, созданного на втором этапе алгоритма, метрик каждого правила  $r_i$ , применяемый в различных DM-алгоритмах анализа данных. При этом для каждого правила  $r$  надо вычислить 10 следующих показателей.

$|X_{ij}|$  – показатель абсолютной поддержки правила (представляет собой число рассматриваемых объектов, которые поддерживают правило).

Затраты, равные сумме  $C$ - и  $D$ -затрат.

$\text{Sup}(r) = |X_{ij}| / N$  – поддержка правила, т.е. процент объектов данных, которые поддерживают прави-



ло, где  $N$  – общее число данных во множестве данных ( $\text{Sup}(C_i) = |C_i|/N$  и  $\text{Sup}(D_j) = |D_j|/N$  определены как поддержки правил условия и решения соответственно).

$P = |X_{ij}|/C_i$ ,  $Q = |X_{ij}|/|D_j|$  – характеризуют процент объектов в  $C_i$  и  $D_j$ , соответствующих правилу  $r$ , причем следует отметить, что показатель  $P$  также известен как достоверность правила. В этом приложении  $P$  можно интерпретировать как процент автотранспортных средств с кодом (кодами) работ условия, которые в дальнейшем станут кодом (кодами) работ решения, а  $Q$  – как их процент автомобилей с кодом (кодами) работ решения, которые ранее были кодом (кодами) работ условия.

$\text{Усиление} = |X_{ij}| - \theta|C_i|$  – функция усиления, введенная Фукудой и др. для ранжирования ассоциативных правил, где  $\theta$  – постоянная дробь в диапазоне 0–1 (автор статьи принял  $\theta = 0,5$ , что усиливает правила с  $P$  по крайней мере на 50 %).

$\text{Лапласиан} = (|X_{ij}| + 1) / (|C_i| + k)$  – функция Лапласа, используемая для ранжирования правил классификации (постоянная  $k$  – целое число, большее единицы; обычно  $k$  определяет число в классификационной модели). Эту функцию можно рассматривать как регулятор  $P$ , корректирующий  $|X_{ij}|$  к 1 и  $|C_i|$  к  $k$ . В ДМ-последовательном шаблоне  $k$  предполагается равной двум, чтобы отразить, поддерживает или не поддерживает это правило.

$\text{Убежденность} = (N - |D_j|) / (N(1 - P))$  – функция убежденности (доверия).

$\text{Интерес} = NP / |D_j| = |X_{ij}| \times (|C_i| |D_j| / N)$  – метрика интереса, которая использует термины lift (увеличение) и strength (сила). Показатель ранжирования правил в Intelligent Miner IBM оценивает отношение наблюдаемого числа данных, поддерживающих правила, к ожидаемому числу данных, которые будут поддерживать правило, если правило незначимое.

$ps = |X_{ij}| - |C_i| |D_j| / N$  – метрика, введенная Питетским–Шапиро. Ее можно рассматривать как разность между наблюдаемым числом данных, поддерживающим правило, и ожидаемым их числом.

$X^2 = N_{\text{лев}} L / K$ , где  $L = ps / N$  и  $K = \text{Sup}(C_i) \text{Sup}(D_j) (1 - \text{Sup}(C_i)) \times (1 - \text{Sup}(D_j))$  – статистика Хи-квадрат  $X^2$  с одной степенью свободы является тестовой статистикой, которую можно использовать для оценки значимости ассоциации (т.е. последовательного шаблона) между кодами работ условия и кодами работ решения для правила.

Какие из рассмотренных метрик лучше, сказать трудно, поскольку все они измеряют силу правила аналогично – в том смысле, что правило оценивается, как более интересное (или более значительное), когда значения этих метрик растут. Точнее можно сказать, что эти метрики являются монотонно возрастающими ( $|X_{ij}|$ )

и монотонно убывающими функциями  $|C_i|$  и  $|D_j|$ .

Третий этап алгоритма содержит два шага. На первом из них вычисляется метрика силы каждого правила, сгенерированного на втором этапе, а на втором задаются пороговые значения для метрик силы правила. И отменяются правила, у которых значения метрик меньше пороговых.

Таким образом, разработанные на основе теории множеств и операций с базами данных ДМ-метод и алгоритм обеспечивают поиск последовательных шаблонов, неисправностей в крупных базах по гарантийным случаям в продукции автомобильной промышленности. Последовательные шаблоны представлены в форме логических конструкций "ЕСЛИ–ТО" ассоциативных правил, в которой операторы "ЕСЛИ" включают идентификацию задачи качество/гарантия (коды ремонтных работ) при наступлении гарантийных случаев (дефектирование начальные условия), а операторы "ТО" – коды ремонтных работ, выполненных впоследствии (решения). После генерирования всех возможных правил выявляются и объединяются тождественные правила для создания множества уникальных правил. Кроме того, ДМ-алгоритм вычисляет множество метрик силы правила для оценки, сравнения и фильтрации созданных правил, чтобы в решении были представлены только наиболее интересные (или значительные) правила, отражающие последовательные связи атрибутов гарантийных случаев.



Автобус малого класса ПАЗ-3205 передан Группой "ГАЗ" Южно-Российскому государственному техническому университету (Новочеркасск). На базе автобуса будет создана учебная лаборатория для студентов Южно-российского технического университета по изучению конструкции и особенностей эксплуатации автобусной техники. Автотранспортная отрасль России сегодня испытывает дефицит специалистов по обслуживанию техники, в то время как технический уровень выпускаемых автомобилей усложняется с каждым годом. Лаборатория на базе автобуса ПАЗ

поможет молодым специалистам получить необходимые навыки и опыт, чтобы в будущем выпускать и обслуживать высокотехнологичные автобусы нового поколения.

(По информации пресс-службы Группы "ГАЗ")

Продолжаются работы по оснащению завода двигателей ОАО "КамАЗ" оборудованием, предназначенным для изготовления комплектующих к двигателям стандарта "Евро-4". Два немецких обрабатывающих центра в июне были установлены и запущены в цехе

алюминиевых деталей завода двигателей. Еще два – будут запущены в работу в начале сентября в цехе мелких серий предприятия. Это оборудование уже поступило на завод. Всего для обеспечения производства узлов и деталей по проекту "Евро-4" предусмотрена закупка на завод двигателей 38 единиц оборудования. Оно будет использоваться при выпуске маховика, противовеса, крышки передней, колчатого вала, коллектора, гайковёртов и программного обеспечения.

(По информации пресс-службы КамАЗа)

## ЗАГРУЖЕННОСТЬ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ И ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ РЕДУКТОРОВ ИХ МОТОР-КОЛЕС

Канд. техн. наук **Д.В. СТЕНИН, Н.А. СТЕНИНА**  
Кузбасский ГТУ (8.3842. 58-30-73)

*Представлены результаты исследований тепловых режимов работы редукторов мотор-колес карьерных самосвалов.*

**Ключевые слова:** карьерные самосвалы, редуктор мотор-колеса, температура масла, коэффициент использования грузоподъемности.

Stenin D.V., Stenina N.A.

### CONGESTION OF CAREER DUMP-BODY TRUCKS AND THERMAL CONDITION OF REDUCERS OF ITS MOTORS-WHEELS

*Results of researches of thermal operating modes of reducers of motors-wheels of career autodump-body trucks are presented.*

**Keywords:** career autodump-body trucks, motor-wheel reducer, oil temperature, load-carrying capacity operating ratio.

В настоящее время на открытых горных работах используются в основном самосвалы грузоподъемностью 130...220 т. Но транспортные системы, сформированные из таких машин, как показывает опыт, более уязвимы в отношении их надежности; простой даже одного самосвала существенно снижает стабильность работы экскаваторно-автомобильного комплекса.

Самосвалы такой грузоподъемностью, как правило, оснащены электромеханической трансмиссией, состоящей из дизель-генераторной установки, тяговых электродвигателей с системами их управления и механической передачи. Причем тяговый электродвигатель и механическая передача (редуктор) располагаются в ступице заднего (ведущего) колеса (электромотор-колесо). И, как свидетельствует тот же опыт, именно от редуктора мотор-колеса (РМК) во многом зависит работоспособность самосвала, а она, в свою очередь, от режимов его работы.

Отсюда напрашивается вывод: чтобы обеспечить надежную работу РМК, нужно знать, как конкретно она связана с условиями эксплуатации самосвала. По мнению авторов статьи, эту связь лучше всего выявить, оценивая теплонагруженность элементов РМК. И прежде всего – деталей редуктора. Для чего, понятно, необходимо располагать зависимостью теплового состояния рассматриваемых элементов РМК от условий эксплуатации [1].

Такая возможность есть. Ведь основным показателем теплонагруженности РМК, как известно, является температура масла. А она зависит от коэффициента  $\gamma_{гр}$  использования грузоподъемности, т.е. отношения фактически перевезенной массы груза к номинальной грузоподъемности самосвала; плотности  $\rho$  горной массы (отношения массы горной породы к ее объему); коэффициента  $\phi$  разрыхления горной массы – отношения объема  $V$  в "целике" к вместимости  $V_k$  ковша экскаватора; коэффициента  $\eta$  наполнения ковша, или степени заполнения объема ковша экскаватора разрыхленным материалом, которая определяется отношением объема  $V_{кз}$ , занятого горной массой, к геометрической емкости  $V_k$  ковша (обычно

$\eta = 0,8...1,2$ ); объема  $V_{кз}$  кузова самосвала (различают геометрический объем и объем с "шапкой"); скорости  $v_a$  движения самосвала по маршруту; температуры  $t_{oc}$  окружающей среды; расстояния  $L$  транспортирования груза и продольного уклона  $i$  дороги; радиусов  $R$  поворотов самосвала на маршруте и их числа  $n$ .

Однако некоторые из перечисленных факторов лишь косвенно влияют на температуру  $t_m$  масла в редукторе мотор-колеса, а некоторые вообще взаимоисключающие. И если внимательно проанализировать степень этого влияния, то получается, что для оценки теплового режима работы РМК можно ограничиться лишь четырьмя факторами: коэффициентом  $\gamma_{гр}$  использования грузоподъемности самосвала, расстоянием  $L$  транспортирования груза, продольным уклоном  $i$  дороги и температурой  $t_{oc}$  окружающей среды. Именно по этим факторам авторы и провели исследование в условиях ОАО "Талдинский угольный разрез" (филиал УК "Кузбассразрезуголь").

Наблюдениям подверглись более 90 самосвалов БелАЗ-75131, БелАЗ-75302 и БелАЗ-75306, поскольку они наиболее распространены на разрезах УК "Кузбассразрезуголь". Кроме того, эти модели очень показательны с точки зрения теплонагруженности РМК, так как перевозят вскрышные породы и, соответственно, имеют более высокий коэффициент  $\gamma_{гр}$  использования грузоподъемности, чем самосвалы, перевозящие полезные ископаемые.

Для обоснования достоверности статистических величин, полученных в результате обработки экспериментальных данных, была оценена представительность выборки по методике, изложенной, например, в работе [2]. В качестве базовой для расчета была принята [3] следующая формула:

$$n = \frac{t^2 S^2 (2 + t^2)}{2 \Delta^2},$$

где  $n$  – необходимый объем выборки;  $S$  – среднеквадратичное отклонение;  $t = 3,3$  – нормированное отклонение, соответствующее выбранному уровню доверительной вероятности при доверительной вероятности, равной 99,9%;  $t' = 1,6$  – нормированное отклонение, соответствующее оцениваемому проценту обеспеченности при 85 %-й обеспеченности;  $\Delta$  – абсолютная погрешность измерений. Так как группирование результатов измерений по классам осуществляется с шагом 6 °С, то абсолютную погрешность можно принять равной половине размерности класса –  $\Delta = 3$  °С.

Результаты оценки представительности выборки приведены в табл. 1.

Так как температура измерялась в разное время года, т.е. она, естественно, не была постоянной, а находилась в диапазоне от –25 до +25 °С, то для достоверности результатов статистической обработки все результаты замеров приводились к одному ее значению – +25 °С. Следовательно, и для температуры

Группа выборки	$\alpha$ , %	$t$ , °C	$S$	$\Delta$ , °C	% обеспе- ченности	$t'$ , °C	$n$	
							расчетное	фактическое
"Все БелАЗы"	99,9	3,3	11,8	3	85	1,6	384	4156
БелАЗ-75131	99,9	3,3	10,4	2,5	85	1,6	296	1487
БелАЗ-75302	99,9	3,3	10,4	3	85	1,6	298	1302
БелАЗ-75306	99,9	3,3	10,2	2,5	85	1,6	285	1367

масла необходимо брать  $t_{м прив}$ , подсчитываемую по формуле:

$$t_{м прив} = t_{м изм} + 25 - t_{oc} .$$

Зависимости приведенной температуры масла в РМК от протяженности  $L$  груженой ездки, уклона  $i$ , коэффициента использования грузоподъемности и температуры  $t_{oc}$  окружающей среды приведены на рис. 1. Из него можно сделать вывод, что наиболее существенное влияние на температуру масла в РМК оказывают температура  $t_{oc}$  окружающей среды и коэффициент  $\gamma_{гр}$  использования грузоподъемности. Так, при росте  $t_{oc}$  от  $-25$  до  $+25$  °C  $t_{м}$  увеличивается на 56,3 %, а при повышении  $\gamma_{гр}$  с 0,6 до 1,3  $T_{пр}$  возрастает на 16,8 %.

Кроме того, можно сделать и второй вывод: рассматривать зависимость температуры масла отдельно от каждого показателя нельзя, так как полученные зависимости практически не поддаются описанию.

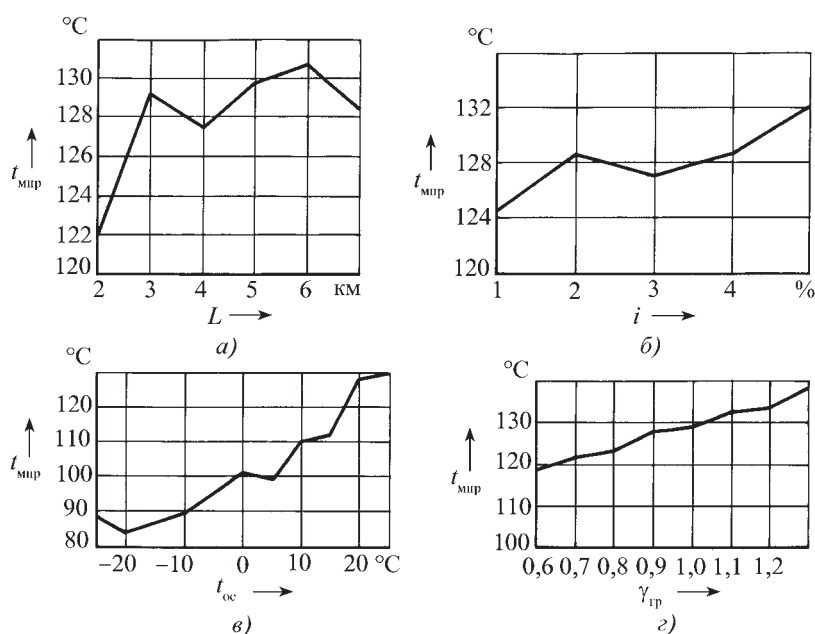


Рис. 1. Зависимость приведенной температуры масла в РМК от протяженности груженой ездки (а), дорожного уклона (б), коэффициента использования грузоподъемности (в) и температуры окружающей среды (з)

Следовательно, необходимо рассматривать влияние сразу нескольких факторов.

Как видно из рис. 2, зависимость приведенной температуры масла РМК от дорожного уклона  $i$  и коэффициента  $\gamma_{гр}$  использования грузоподъемности (затемненная часть рисунка) также практически не поддается описанию, так как не учитывает протяженность  $L$  ездки и температуру  $t_{oc}$  окружающей среды. Поэтому, для получения достоверной зависимости, способной отразить малейшее изменение любого из рассматриваемых показателей, необходима многофакторная модель.

Не останавливаясь на деталях, сообщим лишь, что такие модели и были использованы авторами. Причем расчеты проводились не по одной, а по четырем группам самосвалов: БелАЗ-75131; БелАЗ-75302; БелАЗ-75306; "Все БелАЗы". Пример оценки значимости исследуемых параметров для группы "Все БелАЗы" приведен в табл. 2, которая подтверждает ранее высказанное предположение, что наибольшее влияние на температуру масла в РМК оказывают два фактора, а именно: температура  $t_{oc}$  окружающей среды и коэффициент  $\gamma_{гр}$  использования грузоподъемности. Но так как на температуру окружающей среды повлиять невозможно, то основным регулируемым фактором остается один — коэффициент  $\gamma_{гр}$  использования грузоподъемности. Значит, только оперативное управление этим фактором (параметром) позволяет для любых условий эксплуатации разработать такие рекомендации, при которых ресурс РМК и эффективность использования карьерных самосвалов будут максимальными. (Правда, не стоит забывать, что оставшиеся три параметра тоже оказывают влияние на температуру масла, хотя и менее значительно.) Поэтому линейное уравнение множественной зависимости должно иметь следующий вид:

$$t_{м прив} = a + b_1 L + b_2 i + b_3 t_{oc} + b_4 \gamma_{гр} ,$$

где  $a$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$  — эмпирические коэффициенты;  $L$  — расстояние транспортирования;  $i$  — предельный уклон дороги;

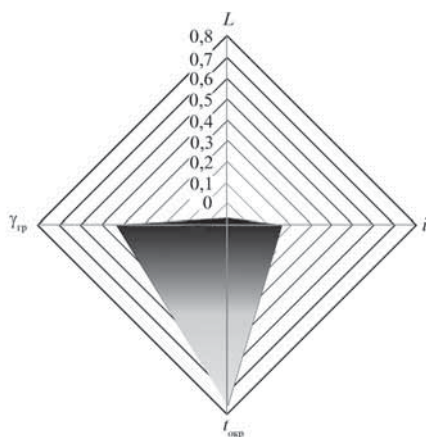


Рис. 2. Влияние рассматриваемых параметров на температуру масла в РМК для группы "Все БелАЗы"

$t_{oc}$  – температура окружающей среды;  $\gamma_{гр}$  – коэффициент использования грузоподъемности.

В качестве способа определения неизвестных коэффициентов любого уравнения регрессии принят метод наименьших квадратов. В качестве же меры достоверности этого уравнения целесообразно использовать процентное отношение среднеквадратичной ошибки  $S$  уравнения к среднему уровню результирующего признака ( $\bar{y} = t$ ), т.е. формулу:

$$\sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y})^2}{n - l}} + \bar{y} \cdot 100 \% < 15 \%,$$

где  $y$  – фактическое значение результирующего признака;  $\hat{y}$  – значение результирующего признака, рассчитанное по уравнению регрессии;  $n$  – число замеров;  $l$  – число параметров в уравнении регрессии ( $l = 4$ ). Если это отношение не превышает 10...15 %, то уравнение регрессии достаточно хорошо отображает изучаемую взаимосвязь.

Результаты расчетов показали следующее.

Для всех групп АТС процентное отношение среднеквадратичной ошибки уравнения к среднему уровню результирующего признака составляет 10 %, что говорит о достаточно высокой достоверности уравнения корреляционной зависимости. Следовательно, для расчетов можно использовать общую формулу, которая описывает тепловое состояние РМК всех моделей самосвалов особо большой грузоподъемности.

В результате расчетов и обработки данных получены следующие эмпирические зависимости для оп-

Параметры для группы "Все БелАЗы"				
$L$ , км	$i$ , %	$t_{oc}$ , °C	$\gamma_{гр}$	$t_m$ , °C
–	0,0511	0,159	0,012	0,068
0,0511	–	0,0826	0,0157	0,162
0,159	0,0826	–	0,043	0,774
0,012	0,0157	0,043	–	0,433
0,068	0,162	0,774	0,433	–

ределения температуры масла РМК при эксплуатации исследуемых групп самосвалов БелАЗ в различных условиях:

для БелАЗ-75131:

$$t_{м прив} = 70,83 + 27,09 \gamma_{гр} + 1,04 t_{oc} + 0,38 L + 1,43 i;$$

для БелАЗ-75302:

$$t_{м прив} = 51,74 + 35,9 \gamma_{гр} + 0,77 t_{oc} + 1,03 L + 1,95 i;$$

для БелАЗ-75306:

$$t_{м прив} = 89,77 + 27,07 \gamma_{гр} + 0,92 t_{oc} + 1,38 L + 1,73 i$$

и для "Все БелАЗы":

$$t_{м прив} = 70,72 + 22,99 \gamma_{гр} + 0,94 t_{oc} + 1,12 L + 1,28 i .$$

Зная зависимость продолжительности  $T_{рем}$  простоя самосвала в ремонте из-за отказа от температуры  $t_m$  масла в РМК с помощью приведенных уравнений можно получить зависимость  $T_{рем} = f(\gamma_{гр})$ . И, таким образом, определить наиболее рациональный коэффициент  $\gamma_{гр}$  использования грузоподъемности, при котором продолжительность простоев в ремонте и затраты на ремонт будут минимальными, а производительность самосвалов – максимальной.

#### Литература

1. Богданов С.А. Разработка метода определения изменения технического состояния агрегатов трансмиссии автомобилей по показателям их теплового состояния: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Харьков. 1987. 23 с.
2. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: учеб. для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1992. 207 с.
3. Сильянов В.В. Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах. М.: МАДИ, 1978. – 115 с.

## ВНИМАНИЕ!

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



УДК 621.923

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СПОСОБ РЕЛАКСАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ШЕЙКАХ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

**А.Н. ТЮРИН, Н.А. ТЮРИН**

Западно-Казахстанский АТУ имени Жангир хана  
(8.7112.50-10-10)

*Рассмотрены вопросы, связанные с разработкой оборудования по релаксации остаточных напряжений в коренных и шатунных шейках коленчатого вала.*

**Ключевые слова:** суперфиниширование, шейки коленчатого вала, выпуклость, релаксация остаточных напряжений.

**Turin A.N., Turin N.A.**

### SUPERSONIC WAY OF RELAXATION OF THE REMAINING VOLTAGES IN SHAKE CRANKSHAFT

*Questions combined with development of the equipment on relaxations of the remaining voltages a shake of the crankshaft are considered.*

**Keywords:** superfinishing, shakes of the crankshaft, protruberance, relaxation of the remaining voltages.

Разработка более эффективных технологических процессов изготовления деталей, обеспечивающих не только достижение высокой точности (соответствие чертежу) при минимуме затрат, но и сохранение первоначальных показателей в течение всего срока службы, как была, так и остается важнейшей задачей машиностроения. И здесь главное — знать факторы, приводящие к снижению этой точности.

И их очень много. А главный из них, как доказано, — остаточные напряжения. Именно они неизбежно приводят к снижению надежности и уменьшению срока службы машин, их эксплуатационных свойств. Причем особенно остро эта проблема касается геометрических параметров подшипников качения классов точности 6 и выше. Даже незначительное изменение этих напряжений вызывает резкую потерю формы точности этих деталей.

Чтобы избежать потери качества изделий в процессе эксплуатации, прибегают к предупредительной релаксации остаточных напряжений, т.е. уменьшают или вообще устраняют остаточные напряжения и стабилизируют размеры уже в процессе изготовления прецизионных изделий. Традиционные способы этого — отжиг и старение.

Однако у них есть существенные недостатки: они низкопроизводительны; энерго- и времязатратны, требуют дорогостоящего оборудования (печей) и больших производственных площадей, с их помощью сложно достичь заданного качества обработки, так как требуется жестко выдерживать необходимый режим обработки, иначе в некоторых случаях термическое воздействие на упругонагруженный материал может вновь вызвать остаточные напряжения, особенно у изделий сложной формы при их ускоренном нагреве и последующем охлаждении.

Чтобы исключить эти недостатки, авторы предложили принципиально новую технологию релаксации остаточных напряжений в деталях (пат. № 2140842, РФ). Ее суть — воздействие на деталь ультразвуковыми колебаниями.

Дело в том, что при обработке металла, содержащего дислокации, ультразвуковыми колебаниями энергия ульт-

развуковой волны поглощается преимущественно именно дислокациями и преобразуется в энергию их перемещения. Благодаря чему внутри зерен металла развивается дополнительная дислокационная деформация, которая способствует пластическим сдвигам и, как результат, уменьшению уровня остаточных напряжений.

Авторы разработали не только способ, но и оборудование для его реализации. Оно отличается простотой конструкции, способностью к быстрой переналадке на выпуск новой продукции и тем самым быстро откликаться на потребности рынка. А предлагаемый способ, по сравнению, например, с традиционной обработкой, построенной на основе низкотемпературного термического отпуска, имеет еще как минимум семь несомненных преимуществ. Это, во-первых, то, что остаточные напряжения в металле снижаются в 1,4 раза сильнее, овальность деталей — в 1,6 раза, отклонение от круглости — в 1,5 раза, волнистость — на 44 %. Кроме того, повышается твердость их поверхности и, что очень важно, существенно уменьшается разброс показателей качества в партиях. Во-вторых, у ультразвуковой релаксации производительность в десятки раз выше. В-третьих, связанные с ней капитальные затраты в десятки раз ниже, так как для релаксации изделий не требуется дорогостоящее термическое оборудование, обработка осуществляется на простом ультразвуковом автомате. В-четвертых, оборудование легко встраивается в автоматическую линию. В-пятых, оно (на порядок и более) менее энергоемко. В-шестых, для его размещения не требуется больших производственных площадей. В-седьмых, ультразвуковая технология экологически чиста и безопасна для окружающей среды.

Надо сказать, что похожая технология уже не один год успешно используется при снятии остаточных напряжений на стыках сварных конструкций. Но авторы впервые приспособили ее, доработав соответствующим образом к нуждам прецизионного (точного) машиностроения, в первую очередь предприятий подшипниковой отрасли, а также заводов, изготавливающих ходовые винты, оси, валы и др. То есть к нуждам предприятий, у которых есть четко выраженная потребность в установках для релаксации остаточных напряжений металла.

В настоящее время ТОО "Уральский механический завод" разрабатывает оборудование для релаксации остаточных напряжений в коренных и шатунных шейках коленчатого вала для дизелей тракторов среднего класса. Эти коленчатые валы выполняются из стали 45Х ГОСТ 4543–71 и термически обрабатываются до твердости НВ 207...255, а твердость поверхности их коренных и шатунных шеек составляет HRC 53...63. При существующей технологии они проходят термообработку (низкотемпературный отпуск), в результате которой только 42 % шеек имеют отклонения геометрического профиля от цилиндричности в пределах нормы (0,006 мкм). При этом наиболее часто встречающиеся погрешности составляют вогнутость и конусообразность (до 60 %), т.е. на заводе существует острая необходимость в повышении эффективности процесса снятия внутренних напряжений и качества геометрической формы этих ответственных изделий. Поэтому специалисты ТОО и обратились к идее авторов патента. Однако оказалось, что вариант, описанный в патенте, для коленчатого вала мало-

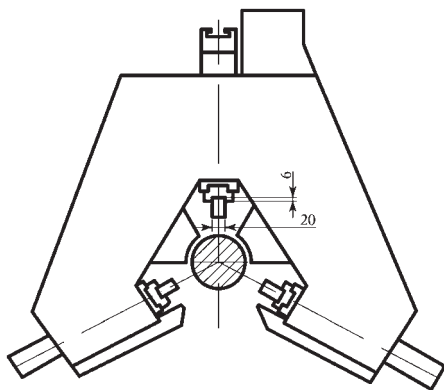
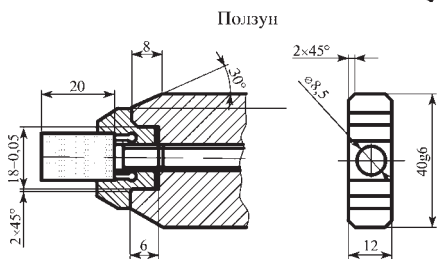


Схема инструментальной головки суперфинишного полуавтомата для релаксации остаточных напряжений в шейках коленчатого вала дизелей



Ползун

эффективен, потому что после однократной обработки релаксацию остаточных напряжений необходимо повторять, поворачивая вал вокруг его оси на длину дуги, равную четверти длины упругой волны, возникающей в нем в процессе обработки. И авторы смогли решить эту проблему, предложив (см. рисунок) оборудование, где коленчатый вал крепится в центрах суперфинишного полуавтомата, а к поверхностям коренных и шатунных шеек с помощью ползунów инструментальной головки на некоторое время прижимаются источники ультразвуковых колебаний, расположенные через  $120^\circ$  по окружности обрабатываемой детали. Благодаря такому решению ультразвуковые колебания распределяются по поверхности равномерно, что исключает необходимость поворота детали, обязательную при обработке одним источником.

Сила прижима источников ультразвуковых колебаний к поверхности шейки обеспечивается в определенных пределах – так, чтобы, с одной стороны, в обрабатываемой заготовке не возникали остаточные деформации, а с другой – передача ультразвуковых колебаний от источника к заготовке была надежной.

Очень неплохо зарекомендовало себя ультразвуковое оборудование для релаксации остаточных напряжений и на подшипниковых заводах. Так что вывод очевиден: оно будет находить все более широкое распространение.

УДК 629.113

## СТЕНД И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВНЕШНЕЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ АТС НА ОСНОВЕ ЧАСТИЧНЫХ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК

Д-р техн. наук **И.В. ХОДЕС, В.В. СЮНЬКОВ, С.В. ШЕЛУХИН**

Волгоградский ГТУ (8442. 24-81-62)

*Изложена методика прогнозирования внешней и частичных скоростных характеристик двигателя при испытании АТС на многофункциональном стенде ВолгГТУ по двум измеряемым величинам: тормозной момент и соответствующая частота вращения ведущих колес.*

**Ключевые слова:** стенд, испытания, скоростная характеристика, частичный режим, частота вращения.

**Hodes I.V., Sunykov V.V., Sheluhin S.V.**

### STAND AND METHODIC OF DIAGNOSTIC OF EXTERNAL CHARACTERISTIC OF CAR'S ENGINE ON BASE OF ITS PARTIAL CHARACTERISTICS

*The technique of forecasting external and partial high-speed characteristics of the engine is stated at test ATS at multipurpose stand VSTU on two initial sizes is shown: to the maximum capacity and corresponding frequency of rotation.*

**Keywords:** stand, test, speed characteristic, the partial mode, the frequency of rotation.

В Волгоградском ГТУ разработан (пат. № 78745, РФ) стенд (рис. 1), обеспечивающий комплексную оценку технического состояния АТС. Его отличие от традиционных стендов аналогичного назначения состоит в том, что в нем электропривод и связанные с ним инерционные вращающиеся массы заменены приводом от двигателя, а также инерционными массами трансмиссии, опорных колес диагностируемого АТС и роликов стенда. В процессе диагностирования АТС нагружается штатной тормозной системой или дополнительно – тормозными устройствами роликов, выполненными на базе задних ведущих мостов

большого по грузоподъемности, чем у диагностируемого, класса автомобиля. Это позволяет увеличить продолжительность цикла испытания, предоставляемого более энергоемкими тормозными устройствами опорных роликов, и воспроизводить эксплуатационные режимы на частичных режимах нагружения с имитацией разгона, торможения на разных передачах в трансмиссии. И, тем самым, получать фактические сертификационные параметры ДВС и достоверно его диагностировать. При этом можно существенно упростить конструкцию стенда и номенклатуру его типоразмеров.

Рабочий макет предлагаемого многофункционального стенда иллюстрирует рис. 2. Он, по сравнению со стендом, представленным в описании патента, существенно упрощен: оставлены только две установленные в поперечном направлении секции 1, на каждой из которых имеются по два беговых ролика 3, которые взаимодействуют только с ведущими колесами АТС.

Обе секции оснащены автономными тормозными механизмами 2 с гидравлическим приводом, которые могут блокировать каждый беговой ролик или в любом их сочетании, а все ролики оснащены индивидуальными датчиками, позволяющими определять частоту вращения ведущих колес АТС и общее передаточное число его трансмиссии и, кроме того, контролировать степень буксования ведущих колес по опорной поверхности беговых роликов в режиме их торможения.

Каждый беговой ролик 3 опирается на платформу через тензометрическую стойку 4. Коммутация групп датчиков в пределах секций одной платформы позволяет определять продольную горизонтальную силу, действующую на колесо 5, а также поперечную силу, пропорциональную несоответствию геометрических параметров установки колес по развалу и схождению на оси испытуемого АТС. Изменяемые величины преобразуются и затем вводятся в компьютерную программу, предусмотренную алгоритмом испытаний для последующей обработки.

Упрощенный вариант стенда обладает многофункциональностью прототипа, которая, при имитации эксплуатационного дорожного прогона, позволяет определять силовые параметры двигателя и муфты сцепления, тормозные характеристики механизмов ведущего моста, оценивать жесткость опор силового агрегата, трансмиссии, подвески и их шумовиброактивность.

Тормозные механизмы ведомого моста, однако, целесообразнее испытывать на отдельном оборудовании, так как одновременное испытание всех мостов АТС на полноразмерном двухсекционном стенде влечет за собой в большинстве случаев необходимость переналаживать секции с беговыми роликами, исходя из различных размеров продольной базы испытуемых АТС.

Предлагаемая методика расчетно-экспериментального определения внешней и частичных скоростных характеристик двигателя, нагружаемого при испытании тормозным моментом, который действует на ведущие колеса, и динамическим моментом, возникающим при изменении скоростного режима вращающихся масс АТС и стенда, изложена в следующем порядке.

В начале из паспортных данных двигателя выбираются параметры его внешней скоростной характеристики – максимальная мощность  $N_{max}$ ; частота  $n_N$  вращения коленчатого вала при максимальной мощности; максимальная частота  $n_{xx}$  вращения этого вала на режиме холостого хода и др. То есть данные, на основании которых можно определить численные значения крутящего момента  $M_r$  и соответствующие им частоты вращения коленчатого вала двигателя АТС на внешней и частичных скоростных характеристиках. Иначе говоря, функцию  $M_r(n_r)$ , где  $r$  – условно введенный показатель скоростного режима (формула № 1 в таблице), который принимается в пределах  $0,2 \leq r \leq 1$  (для внешней скоростной характеристики  $r = 1$ , для частичных –  $r < 1$ ). Например, задается, что показатель  $r$  режима изменяется с шагом 0,1, т.е.  $r = 0,2; 0,3; 0,4; \dots; 0,9; 1$ .

Далее по значениям  $M_r$  и  $n_r$  для заданных коэффициентов  $r$  вычисляется мощность (формула № 2). Полученные значения заносятся в таблицу или изображаются графически, как это показано на рис. 3.

Затем по формуле № 4 для  $r = 1$  (внешняя скоростная характеристика) рассчитывается максимальная частота  $n_{xx}$  вращения коленчатого вала холостого хода при условии, что значение коэффициента  $K_0$ , т.е. отношения этой частоты вращения к частоте вращения  $n_N$ , соответствующей

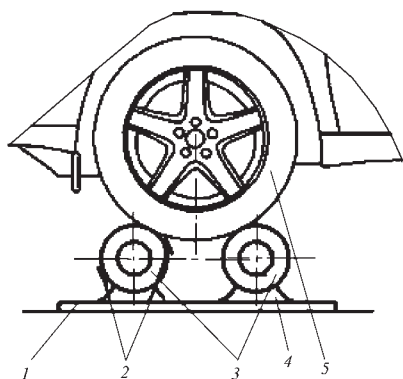


Рис. 2. Схема упрощенной секции стенда (вид сбоку):

1 – секция беговых роликов; 2 – тормозные механизмы стенда; 3 – беговые ролики; 4 – тензометрическая стойка; 5 – ведущее колесо испытуемого АТС

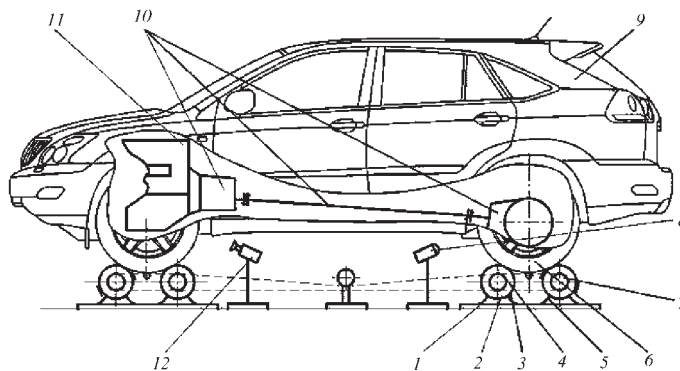


Рис. 1. Общий вид испытательного стенда:

1 – платформа; 2 – секция беговых роликов; 3 – внешняя секция; 4 – внутренняя секция; 5 – тензометрическая стойка; 6 – колесо; 7 – тахометр; 8 – видеокамера; 9 – остова АТС; 10 – трансмиссия АТС; 11 – двигатель АТС; 12 – микрофоны

шей максимальной мощности двигателя, известно или задано.

Определяется (по формуле № 5) то же для  $r = r_{min}$  (минимальная частичная скоростная характеристика), т.е. частота  $n_{xxr} = \min$  (при этом считается, что коэффициент  $K_{min}$  известен или задан).

Принимается, что для различных частичных скоростных характеристик коэффициент  $K_r$  в диапазоне  $K_0 \leq K_r \leq K_{min}$  изменяется линейно (рис. 4). Тогда значения коэффициента  $K_r$  для этих частичных режимов дает формула № 5, а  $n_{r,xx}$  – формула № 6.

Пользуясь известными расчетными методиками или экспериментально полученными скоростными характеристиками для данной модели двигателя, находят  $M(n)$ , т.е. соотношение крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала для различных  $0,2 \leq r \leq 1$ , и представляют их в виде таблицы или графика (см. рис. 3). В дальнейшем эти соотношения для различных значений  $r$  уточняют по результатам испытаний двигателя в составе АТС на стенде.

Получив уточненные характеристики  $M(r, n)$  по крутящему моменту двигателя, далее расчетным путем трансформируют их в уточненную характеристику  $N(r, n)$  по мощности. При этом достаточно регистрировать только частоту вращения беговых роликов стенда и, зная соответствующие

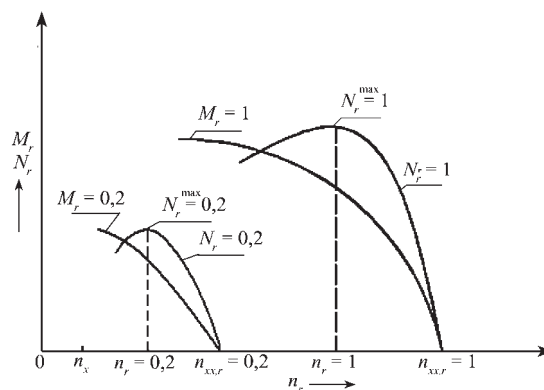


Рис. 3. Расчетно-экспериментальная зависимость крутящего момента  $M_r$  и мощности  $N_r$  в функции частоты  $n_r$  вращения коленчатого вала на частичных режимах (при  $0,2 \leq r \leq 1$ )

№ формулы	Формула	Примечания
1	$r = n_r / n_N$	$n_r$ – частота вращения коленчатого вала, соответствующая максимальному значению мощности двигателя на выбранном частичном скоростном режиме; $n_N$ – частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности на внешней скоростной характеристике двигателя
2	$N_r = M_r n_r k$	$k$ – постоянный коэффициент, зависящий от выбора единиц измерения
3	$n_r = r n_N$	$r$ – коэффициент скоростного режима, выбранный в пределах $0,2 \leq r \leq 1$
4	$n_{r_{xx}} = K_0 n_N$	$K_0$ – для внешней скоростной характеристики это отношение максимальной скорости коленчатого вала, полученной без нагрузки (максимальные обороты холостого хода), к скорости, соответствующей максимальной мощности. Принимаем $K_0 \approx 1,08$
5	$K_r = K_{\min} - \frac{r - r_{\min}}{1 - r_{\min}} (K_{\min} - K_0)$	$K_{\min}$ – коэффициент соотношения скоростей коленчатого вала $n_{r_{xx}} / n_r$ на минимальном частичном режиме ( $r = r_{\min}$ ). Принимаем (с последующим уточнением после статистической обработки результатов испытаний) $K_{\min} \approx 2,5$
6	$n_{r_{xx}} = K_r n_r$	$n_{r_{xx}}$ – максимальная скорость вращения коленчатого вала без нагрузки на заданном частичном скоростном режиме
7	$N_r = \frac{\pi M_r n_r}{30 \cdot 10^3}$	$N_r$ – скоростная характеристика по мощности на заданном частичном скоростном режиме $r$ , рассчитанная по полученным значениям $M_r$ и соответствующим им $n_r$
8	$r = \frac{K_{\min} - K_r}{K_{\min} - K_0} (1 - r_{\min}) + r_{\min}$	Значение $r$ можно найти также из графика (см. рис. 3) по найденному значению $K_r$
9	$N_{\text{исп}}^{\max} = \frac{N_r^{\max}}{r^2} p$	$p$ – эмпирический коэффициент для испытуемого типа двигателя (карбюраторный, дизельный, инжекторный). Сравнить с паспортным значением
10	$\Delta N_{\text{исп}}^{\max} = \frac{\Delta N_r^{\max} r^2 - 2 r \Delta r \Delta N_r^{\max}}{r^4}$	$\Delta N_r^{\max} \approx 6$ кВт; $\Delta N_{\text{исп}}^{\max} \leq 11\%$ – абсолютная и относительная погрешность

передаточные отношения, можно определить частоты вращения ведущих колес АТС и коленчатого вала ДВС.

Если частичные характеристики для нормального сертифицированного двигателя не известны, то их можно получить экспериментально с последующим вычислением коэффициента превышения максимальной частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу частичного режима  $r$  и частоты вращения, соответствующей максимальной мощности  $N_r$  на этом же частичном режиме в следующем порядке.

Двигатель АТС запускаем, прогреваем до рабочей температуры, произвольно задаем педалью газа любое значение частоты  $n_{r_{xx}}$  вращения его коленчатого вала в диапазоне от  $n_{r_{xx}r=\min}$  (например,  $1500 \text{ мин}^{-1}$ ) до  $n_{r_{xx}} = (2 \dots 2,5) n_{r_{xx}r=\min}$  (соответственно  $3000 \dots 3750 \text{ мин}^{-1}$ ), далее фиксируем педаль газа и включаем вторую или третью передачу. Плавно отпуская сцепление, разгоняем беговые ролики до максимальных холостых оборотов.

Затем на выбранном частичном скоростном режиме плавно затормаживаем (тормозными механизмами беговых роликов или штатной тормозной системой АТС) ведущие колеса и через трансмиссию нагружаем двигатель до получения максимального крутящего момента, одновременно фиксируя значения  $M_r(n_r)$ .

По полученным результатам вычисляем (формула № 7)  $N_r(n_r)$ , находим значение  $N_r^{\max}$  и соответствующее ей значение  $n_r$ .

Принимая для внешней скоростной характеристики коэффициент  $K_r$  (отношение частоты вращения коленчатого вала на максимальных оборотах  $n_{r_{xx}r=1}$  к частоте, соответствующей максимальной мощности  $N_{r=1}^{\max}$ ), равным  $K_0 \approx 1,08$ , и коэффициент  $K_{\min}$  соотношения частот для минимального частичного скоростного режима, равным  $2,5$ , а также учитывая линейную взаимосвязь коэффициентов  $r$  и  $K_r$  частичного режима, вычисляем (формула № 5) значения  $K_r$  для заданного частичного скоростного режима.

В заключение определяем коэффициент  $r$  (формула № 8), соответствующий выбранному частичному режиму, и, на основании полученных результатов, прогнозируем фактическую максимальную мощность  $N_{\text{исп}}^{\max}$ , соответствующую внешней скоростной характеристике испытываемого двигателя.

Так как найденный выше коэффициент  $r$  частичного режима одновременно зависит от частоты вращения коленчатого вала и значения крутящего момента на этой частоте вращения (формула № 7), то прогнозируемая фактическая максимальная мощность испытываемого двигателя будет определяться отношением максимальной мощности

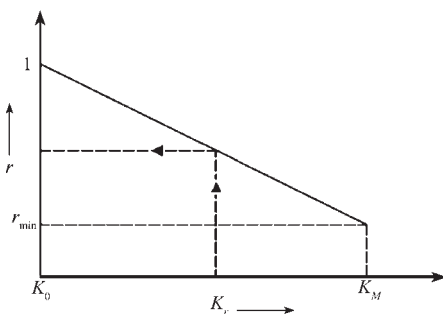


Рис. 4. Соотношение коэффициентов  $r$  ( $K_r$ ) частичного режима и превышения максимальной скорости вращения коленчатого вала без нагрузки  $n_{r_{xx}}$  при максимальной мощности  $N_r^{\max}$



на частичном скоростном режиме к квадрату коэффициента  $r$  частичного режима (формула № 9).

Последний этап – оценка точности прогноза и, следовательно, фактической максимальной мощности двигателя. Она зависит, главным образом, от точности измерения вариации  $\Delta M_r$  крутящего момента и скорости  $\Delta n_r$  вращения коленчатого вала. При этом точность оценки коэффициента  $r$  определяется теми же параметрами. И если абсолютная ошибка  $\Delta r$  составила  $\sim 0,1$ , то абсолютная точность оценки максимальной мощности двигателя при испытании будет определяться по формуле № 10.

Например: если оценка мощности проводилась для частичного скоростного режима (допустим,  $r = 0,5$ ) и при этом  $\Delta r = 0,1$ ;  $M_r = 60$  Н·м;  $\Delta M_r = 1$  Н·м;  $N_{\max} = 55$  кВт;  $n_r = 2000$  мин<sup>-1</sup> = 200 с<sup>-1</sup>;  $\Delta n_r = 10$  мин<sup>-1</sup>  $\approx 1$  с<sup>-1</sup>, то  $\Delta N_r^{\max} = 60 \cdot 10 + 1 \cdot 200 = 800$  Вт = 0,8 кВт, а

$$\Delta N_{\text{исп}}^{\max} = \left| \frac{0,8 \cdot 0,25 - 2 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 60}{0,5^4} \right| = \left| \frac{0,25 - 0,6}{0,06} \right| = 224 \text{ кВт}.$$

(Здесь  $\Delta N_{\text{исп}}^{\max}$  – абсолютная точность оценки мощности двигателя.) То есть в нашем случае

$$\Delta N = \frac{\Delta N_{\text{исп}}^{\max}}{N_{\max}} 100 = \frac{2,24}{55} 100 = 4,1 \%$$

Полученные значения мощности двигателя (с учетом точности оценки) можно сравнить с сертификационными техническими характеристиками завода-изготовителя и, принимая во внимание полученные в процессе испытания прочие показатели (шумовиброактивность, топливная экономичность, дымность выхлопа и др.), дать оценку целесообразности его дальнейшей эксплуатации.

Анализ вычисления полученной точности оценки показывает, что ее можно увеличить снижением ошибок в оценках  $\Delta r$  до значения  $\Delta r = 0,05$ ;  $\Delta n_r = 5$  мин<sup>-1</sup> (например, с переходом от аналогового к цифровому измерению частоты вращения коленчатого вала) и увеличению коэффициента частичного режима до  $r = 0,7$ , т.е. при получении  $n_r \approx 3500$  мин<sup>-1</sup>. При этом абсолютная погрешность оценки мощности уменьшится и составит менее 2 %, что вполне сопоставимо с точностью приводимых сертификационных показателей для всего массива выпускаемых двигателей.

УДК 629.3.01

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ОПРОКИДЫВАНИЯ АВТОБУСА ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ЕГО КУЗОВА

Канд. техн. наук **Б.Ю. КАЛМЫКОВ, Н.А. ОВЧИННИКОВ, И.Ю. ВЫСОЦКИЙ**

Южно-Российский ГУЭС управления государственного автомобильного надзора Карелии  
(8863. 622-20-37, 8903. 432-99-16)

*Рассмотрен способ определения высоты опрокидывания автобуса, который применяется при оценке прочности конструкции его кузова по Правилам № 66 ЕЭК ООН и необходимые, с точки зрения авторов, дополнения к нему.*

**Ключевые слова:** автобус, безопасность конструкции, прочность, деформация, центр масс.

**Kalmykov B.Yu., Ovchinnikov N.A., Vysotsky I.Yu.**

### DETERMINATION OF THE HEIGHT OF BUS ROLLOVER TO ACCESS BODY STRUCTURE STRENGTH

*Method for determining the height of bus rollover to access body structure strength according to the Rules the United Nations Economic Commission for Europe № 66 (UNECE) is considered.*

**Keywords:** the bus, safety of bus construction, strength, deformation, a center of mass.

В России действует технический регламент "О безопасности колесных транспортных средств" [1], устанавливающий требования к безопасности этих средств при их выпуске в обращение и эксплуатации на территории РФ независимо от места их изготовления. Его основа – Правила № 66 ЕЭК ООН.

Согласно этим Правилам, автобус считается официально утвержденным, если его кузов имеет прочность, достаточную для того, чтобы во время и после его испытаний или расчетов удовлетворялись следующие условия: ни один из сместившихся элементов кузова не заходит в его остаточное пространство; ни одна из частей остаточного пространства не выступает за пределы кузова.

Для проверки соответствия кузова этим требованиям используются несколько методов: полнокомплектный автобус испытывают на опрокидывание; на опрокидывание же проверяют только секцию кузова; ее же испытывают на маятниковом копре; оценивают прочность посредством расчетов.

Как видим, Правила допускают несколько вариантов оценки прочности кузова автобуса. Однако практика, в том числе и исследования авторов статьи, доказывает: наиболее достоверными на сегодняшний день являются испытания комплектного транспортного средства на опрокидывание, поскольку внутренняя пассивная безопасность этого транспортного средства больше всего зависит от прочности верхней части его кузова.

Правилами № 66 регламентируются требования к положению перед проведением его испытаний. Это положение должно быть следующим: продольная ось автобуса – параллельна оси опрокидывания; ось вращения – на расстоянии 0...200 мм от вертикальной линии перепада между двумя плоскостями, 0...100 мм – от боковины шины на наиболее длинной из осей, 0...100 мм – горизонтальной исходной плоскости, на которую опираются шины. Разница между высотой расположения горизонтальной исходной и горизонтальной нижней плоскости, на которой происходит удар, – не менее 0,8 м.

Все перечисленные требования, в общем-то понятны. Кроме последнего. В Правилах фактически нет четкого требования, с какой именно высоты необходимо опрокидывать автобус. Это привело к тому, что все автобусы сейчас опрокидывают с высоты 0,805...0,810 м. Что нелогично. Кузова больших (вместимостью 50 мест и более) автобусов при опрокидывании практически не деформируются, а автобусов вместимостью  $\sim 20$  мест имеют значительные деформации.

Сложившаяся ситуация говорит о том, что необходимо разработать такие условия проведения испытаний, которые позволяют учитывать различные значения высоты расположения центра масс и габаритные размеры автобуса (кстати, об этом говорят и авторы работы [2]).

№ формулы	Формула	Примечания
1	$h = H_3 + \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + H_3^2}$	$H_3$ – высота расположения центра масс автобуса; $W$ – его габаритная ширина
2	$h_0 = H \cos \left( \arctg \frac{W}{2(H - H_3)} \right)$	$H$ – габаритная высота автобуса
3	$h = \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + H_3^2} + h_0 - \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2}$	–
4	$h_0 = \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2} \cos \beta$	$\beta$ – угол опрокидывания
5	$\beta = \frac{H_3^2 + 2\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2 - H}{\sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + H_3^2} \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2}} - \frac{\pi}{2}$	–
6	$h = \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2}$	–
7	$\Delta h = H \cos \left( \arctg \frac{W}{2(H - H_3)} \right) - \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2} \times$ $\times \cos \left( \frac{H_3^2 + 2\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2 - H}{\sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + H_3^2} \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2}} - \frac{\pi}{2} \right)$	–
8	$h_0 = h_{0\min} + \Delta h$	$h_{0\min} = 0,8$ м
9	$h_0 = h_{0\min} + H \cos \left( \arctg \frac{W}{2(H - H_3)} \right) -$ $- \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2} \times$ $\times \sin \left( \frac{H_3^2 + 2\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2 - H}{\sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + H_3^2} \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2}} \right).$	–

Чтобы избавиться от такого несоответствия, авторы статьи предлагают опрокидывать автобус не с минимальной высоты (~0,8 м), а для каждой марки и модели устанавливать высоту, с которой необходимо их опрокинуть, т.е. учитывать соотношение высоты расположения центра масс автобуса и его габаритных размеров. И это сложно.

Анализ показывает, что диапазон, в котором, в принципе, может располагаться значение высоты  $h$  опрокидывания, колеблется от 0,8 м до значения, соответствующего, например, габаритной высоте  $H$  автобуса. Причем во втором случае, т.е. при  $h_0 = H$ , высота  $h$  падения центра масс в

момент касания крыши горизонтальной нижней плоскости будет определяться по формуле № 1 (табл. 1).

Исходя из сказанного выше, определим высоту  $h_0$  опрокидывания автобуса для двух вариантов расположения центра  $S$  его масс в момент касания крыши горизонтальной нижней плоскости (дороги).

Вариант первый. Через центр масс автобуса и точку касания его крыши можно провести вертикальную перпендикулярную плоскость  $EC$  (рис. 1). Как видим, при этом варианте высота  $h_0$  опрокидывания верхней кромки крыши автобуса будет определяться формулой № 2. При таком соотношении вектор силы тяжести направлен вер-

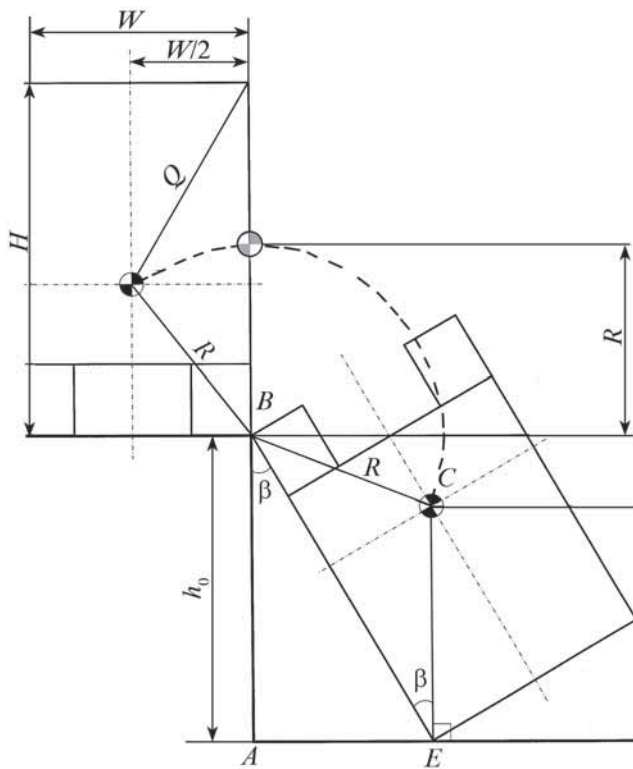


Рис. 1. Определение высоты опрокидывания автобуса для первого варианта

тикально вниз. Высоту же  $h$  падения центра масс в момент касания крыши горизонтальной нижней плоскости для этого варианта дает формула № 3.

Второй вариант: через центр масс и ось вращения кузова можно провести плоскость  $BC$ , параллельную горизонтальной нижней плоскости (рис. 2). В этом случае высота  $h_0$  соответствует формуле № 4, а значение входящего в нее угла  $\beta$  – формуле № 5. Тогда высота  $h$  падения центра масс в момент касания крыши горизонтальной нижней плоскости определится по формуле № 6.

Как видим, формулы № 2 и 4 дают разные значения высоты  $h_0$ , и разность  $\Delta h$  их значений может быть подсчитана по формуле № 7, которая и является искомой функции  $f(H, W, H_3)$ , зависящей от габаритных размеров автобуса и высоты расположения его центра масс. Результа-

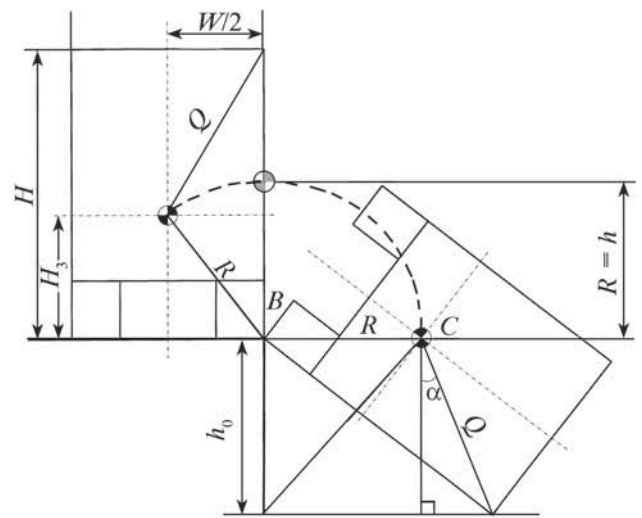


Рис. 2. Определение высоты опрокидывания автобуса для второго варианта

ты расчетов по ней исследованных моделей и модификаций автобусов приведены в табл. 2.

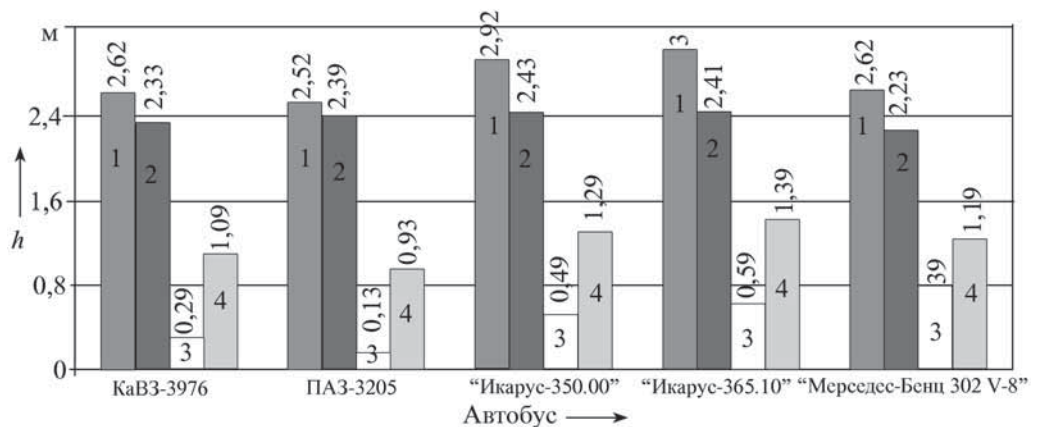
Исходя из всего сказанного, можно сделать вывод: для определения высоты опрокидывания автобуса при оценке прочности конструкции его кузова, очевидно, нужно пользоваться формулой № 8, результаты расчетов по которой также приведены в табл. 2.

Итог всех приведенных выше соображений – диаграмма (рис. 3) расчетных значений скорректированной высоты опрокидывания для исследованных авторами автобусов [3].

Таким образом, можно считать доказанным: в установленный Правилами № 66 порядок оценки прочности верхней части конструкции кузова автобуса нужно внести изменения. В частности, для приведения к оптимальному значению высоты опрокидывания автобусов с различными габаритными размерами в технологию испытания целесообразно ввести дополнительный этап, предшествующий установке автобуса на опрокидывающую платформу. Его суть – определение высоты  $h_0$ , с которой следует опрокидывать конкретный автобус. И эту высоту следует подсчитывать по формуле № 9. И, естественно, корректировать положение автобуса на опрокидывающей платформе с учетом результатов расчета. Остальные этапы оценки прочности кузова автобуса, по мнению авторов, могут остаться без изменений.

Рис. 3. Формирование скорректированной высоты опрокидывания автобусов:

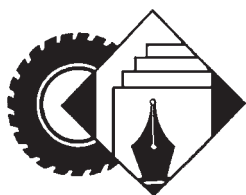
1 – высота опрокидывания, рассчитанная для первого варианта; 2 – высота опрокидывания, рассчитанная для второго варианта; 3 – разность высот опрокидывания; 4 – скорректированная высота опрокидывания



Параметр	Модель автобуса				
	КАв3-3976	ПА3-3205	"Икарус-350.00"	"Икарус-365.10"	"Мерседес-Бенц О302V8"
Размеры, м:					
высота	3,03	2,95	3,37	3,47	3,14
ширина	2,38	2,5	2,5	2,5	2,5
Высота, м:					
расположения центра масс опрокидывания,	0,99	0,9	1,2	1,3	1,24
рассчитанная по первому варианту	2,62	2,52	2,92	3,0	2,62
рассчитанная по второму варианту	2,33	2,39	2,43	2,41	2,23
Разность высот опрокидывания вариантов, м	0,29	0,13	0,49	0,59	0,39
Скорректированная высота опрокидывания, м	1,09	0,93	1,29	1,39	1,19

### Литература

1. Постановление № 720 Правительства Российской Федерации от 10.09.2009 г. "Об утверждении технического регламента о безопасности колесных транспортных средств" / Российская газета: сетевая версия 2010. URL: <http://www.rg.ru/2009/09/23/avto-reglament-dok.html> (дата обращения 15.01.2010).
2. Калмыков Б.Ю., Высоцкий И.Ю., Овчинников Н.А. Предложения по оценке прочности конструкции пассажирских транспортных средств / Инженерный Вестник Дона. 2012. № 2. 7 с. [Электронный ресурс] URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/latest/n2y2012/765>.
3. Краткий автомобильный справочник / А.Н. Понизовкин, Ю.М. Власко, М.Б. Ляликов и др. М.: АО "Трансконсалтинг", НИИАТ, 1994. – 779 с.



## ИНФОРМАЦИЯ

### Из истории российского автомобилестроения

УДК 658.512

### МОТОЦИКЛЫ "ИЖ"

Канд. техн. наук **К.С. ИВШИН, А.Р. РОМАНОВ**  
Ижевский ГТУ (3412. 47-90-03)

*Рассмотрены этапы формирования дизайна мотоциклов "Иж" и построенных на их основе транспортных средств, а также закономерности его развития с учетом определенных региональных, внешних и внутренних факторов на формирование художественно-конструкторского решения мотоциклов.*

**Ключевые слова:** проектирование, мотоцикл.

Ivshin K.S., Romanov A.R.

#### MOFOCYCLES IZH

*Stages of the shaping the design of motorcycles and vehicles which are made on its base and are described. The certain regularities of the development of the design of the vehicle with provision for determined regional, external and, internal factors on shaping design decision motorcycles.*

**Keywords:** design, motorcycle.

Удмуртская Республика с точки зрения истории мотоцикла до сих пор остается как бы "в тени". Что явно противоречит реальной жизни. Поэтому авторы, предлагая вниманию читателей свою статью, надеются, что истина будет восстановлена и марка "Иж", наконец, займет не

только "де-факто", но и в массовом сознании полагающееся ей место.

Начнем с того, что Ижевский машиностроительный завод, как и любое другое предприятие, – долгожитель и, как вообще наша страна, имеет несколько четко ограниченных временными рамками периодов – довоенный, восстановительный и т.д. Поэтому их и будем придерживаться.

Начало развития транспортного машиностроения в Ижевске относится к 1928 г., когда на "Ижстальзавод" прибыла группа конструкторов во главе с П.В. Можаровым с задачей – разработать отечественный мотоцикл. И надо сказать, что она ее решила: уже в 1929 г. были созданы пять опытных образцов мотоциклов ("Иж-1" – "Иж-5"). Причем в их конструкции были применены совершенно оригинальные инженерные решения. Например, мотоциклы "Иж-1", "Иж-2", например, имели карданный вал и штатную раму, а на "Иж-3" задняя цепь помещалась в герметически закрытом картере. Что в конструкциях зарубежных мотоциклов появилось лишь спустя несколько лет.

Мотоциклы успешно прошли дорожные испытания и были рекомендованы к внедрению в производство.

Но здесь интересно даже не это, а то, что инженерные решения, имеющие ярко выраженные формы, стали, по сути, первым проявлением инженерного дизайна. К примеру, само название мотоцикла "Иж-5" ("Композиция") отражало метод рационального взаиморасположения элементов для получения эффективной и выразительной конструкции.

В 1932 г. Народный комиссариат тяжелой промышленности (НКТП) выдал заводу заказ на изготовление пяти мотоциклов А-750. Заказ был выполнен, и в 1933 г. в систему НКТП был принят мотоциклетный завод, организованный на базе бывшей мастерской. Он и приступил к выпуску мотоциклов "Иж-7" (рис. 1). Правда, затем на производство были поставлены более совершенные модели — "Иж-8" и "Иж-9".

В итоге к 1941 г. было создано поточное мотопроизводство, включающее необходимые отделы, в том числе конструкторский. Ижевский мотозавод стал одним из основных предприятий мотоциклетной промышленности СССР.

Но надо признать, что художественное решение этих транспортных средств ограничивалось технологическими и экономическими возможностями завода. Тем не менее инженеры стремились найти композиционный прием и зрительно связать элементы конструкции средствами компоновки через рациональное взаимное расположение узлов.

С началом Великой Отечественной войны производство мотоциклов было приостановлено: завод стал выполнять оборонные заказы (кстати, весьма успешно). Однако после окончания войны мотопроизводство было восстановлено. Причем на его "тематику" существенное влияние оказали репарации и специалисты с эвакуированных предприятий.

Так, в 1946 г. по полученной по репарации документации на мотоцикл ДКВ МZ-350 был запущен в производство мотоцикл "Иж-350", который в дальнейшем регулярно подвергался модернизации и улучшению потребительских качеств. В частности, конструкторы особое внимание уделяли уменьшению массы мотоцикла, увеличению мощности его двигателя, повышению плавности хода, эффективности тормозных устройств, удобству посадки и управления, простоте обслуживания и надежности. Затем возникла необходимость в создании службы художественного конструирования мотоциклов. Дело в том, что внешний вид мотоциклов "Иж-350" определялся модой 1930–1940-х гг., для которой характерны авиационные мотивы, нашедшие выражение в общих обтекаемых формах, каплевидном бензобаке, веретенообразном глушителе с вертикальными окончаниями, напоминающими ракетное оперение, что потребителя уже не удовлетворяло. Потребовалось применить сочетание темного лака и светлого полированного металла, декоративные накладки на бензобаке, белые или цветные окантовки на раме, щитках, бензобаке, штампованных перьях передней вилки, что соответствовало строгому и торжественному стилю в архитектуре того времени.

В 1954 г. на "Ижмаше" было создано специализированное конструкторское бюро мотоцикlostроения (СКБ-61) на правах самостоятельного отдела, а при нем — экспериментальная мастерская для изготовления опытных образцов мотоциклов.

Новое СКБ начало свою деятельность с разработки конструкции дорожного мотоцикла "Иж-56" (рис. 2). Штампованная рама была заменена более технологичной сварной трубчатой; подвеска заднего колеса осуществлена с помощью качающейся вилки и двух пружинно-гидравлических амортизаторов, шарнирно связанных с рамой; переднее и заднее колеса стали взаимозаменяемыми; цепь,

идущая от коробки передач к заднему колесу, защищена герметичным кожухом.

Мотоцикл успешно прошел весь цикл испытаний, и в 1956 г. начался его выпуск. И в период 1958–1960 гг. конструкторские работы в основном сводились к его модернизации ("Иж-Юпитер"). Но создавались и новые оригинальные конструкции. В результате были разработаны мотоциклы "Сатурн", "Сириус", "Орион" (Б.С. Тюриков, В.А. Коробейников, С.С. Зорин, В.Н. Мышкин, В.В. Бонштедт, В.А. Умняшкин). Причем мотоцикл "Сатурн" (рис. 3) с двигателем рабочим объемом до 250 см<sup>3</sup> отличался рядом новых технических решений. Так, он был безрамным; рулевая колонка, бензобак, инструментальный ящик выполнялись непосредственно в раме, состоящей из двух симметричных штампованных и затем сваренных половин; оси маятника и выходной звездочки коробки передач совмещены, что улучшало работу задней цепи.

Учитывая необходимость удовлетворения возрастающих требований к мотоциклам со стороны потребителей, в том числе и с точки зрения номенклатуры, в 1960–1968 гг. завод начал заниматься дорожными мотоциклами с двигателями рабочим объемом до 500 см<sup>3</sup> и боковым прицепом. Так были созданы мотоциклы "Иж-555", "Иж-Д12", "Иж-Д14".

В этом процессе было проведено множество экспериментальных и исследовательских работ по поиску наиболее совершенных внешних форм, рациональной конструкции узлов, агрегатов. В формальных решениях появилось сочетание открытой и закрытой объемно-пространственной композиции, лекальных плавно ниспадающих к задней части линий с прямыми линиями, направленными вверх и вперед. Очень четко прослеживается стремление скрыть узлы и агрегаты под общими кожухами, объединить объемы композиции, свойственное данному времени.

Заметна в композициях также динамика, которая передает стремительность, почерпнутую из авиации и космонавтики. Пример тому — начавшийся в 1973 г. выпуск мотоциклов "Иж-Планета-Спорт" (рис. 4), предназначенных для туристических и спортивных поездок.

Этот мотоцикл по техническим параметрам, удобству и безопасности полностью отвечал требованиям внутреннего и внешнего рынков. Его разработчиками были: В.И. Панов, В.В. Аллилуев, В.Г. Лукоянов, Н.Е. Перервой, Н.Г. Нагорных, А.Г. Буторина, а дизайнером — Л.А. Кузмичев.

На "Иж-Планета-Спорт" впервые в практике отечественного мотоцикlostроения применена система раздельной смазки двигателя (с помощью автоматического устройства для дозирования масла), что резко снизило токсичность отработавших газов. Он имел хорошо проработанный внешний вид: расположение всех деталей и узлов согласовано, закономерны формы бензобака, инструментальных ящиков, седла.

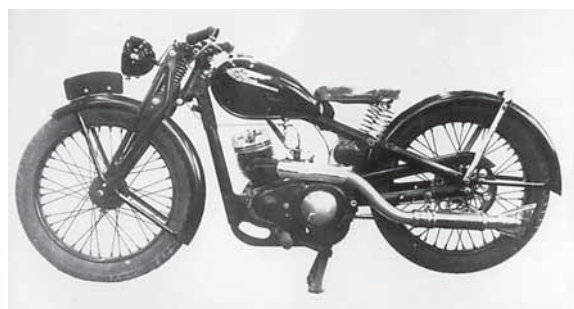


Рис. 1. Мотоцикл "Иж-7" (1933 г.)

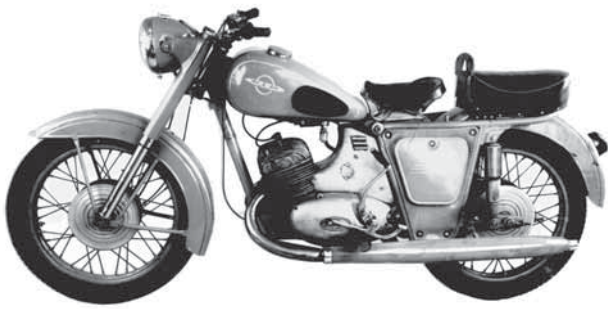


Рис. 2. Дорожный мотоцикл "Иж-56" (1956 г.)

Изначально высокая надежность мотоцикла обеспечивалась за счет применения импортных комплектующих. Однако в дальнейшем, к сожалению, их постепенно заменили отечественными, что привело к снижению качества. В целом же модель оказала существенное влияние на потребительский рынок, поскольку являлась единственной спортивной модификацией дорожного мототранспортного средства, выпускаемой серийно.

В 1980-х гг. "Ижмаш" планировал выпускать широкую гамму мотоциклов разного назначения: дорожные, спортивные, шоссейные, кроссовые, "эндуро" и др. Причем композиционное решение было общим для всех моделей, а стилистические решения основаны на применении геометрических форм малой степени кривизны с переходящими из одного объема в другой формообразующими линиями. На основе этого во второй половине 1980-х гг. планировалось внедрить в производство три семейства – "Планету" шестого поколения с двухтактным двигателем рабочим объемом 400 см<sup>3</sup>, а также "Сатурн" с двухцилиндровыми двухтактными двигателями рабочим объемом 350 и 650 см<sup>3</sup> в сочетании с колясками. И не только планировалось.

Так, в 1992–1996 гг. были разработаны грузовой боковой прицеп "Иж-9.204" (рис. 5) и грузовой модуль "Иж-9.604 ГР" (рис. 6), который можно было установить (вместо заднего колеса и маятниковой вилки мотоцикла) на любой мотоцикл семейств "Планета" или "Юпитер", в результате чего получался трехколесный грузовой мотоцикл с симметричным расположением колес. Наличие же раздаточной коробки, блокировки дифференциала, заднего хода существенно расширяло сферу его использования.

В 1970–1980-е гг. "Ижмаш" был единственным заводом в СССР, выпускавшим и мотоциклы, и автомобили. С целью расширения ассортимента конструкторы предложили ряд мотомашин на узлах мотоциклов, но с авто-

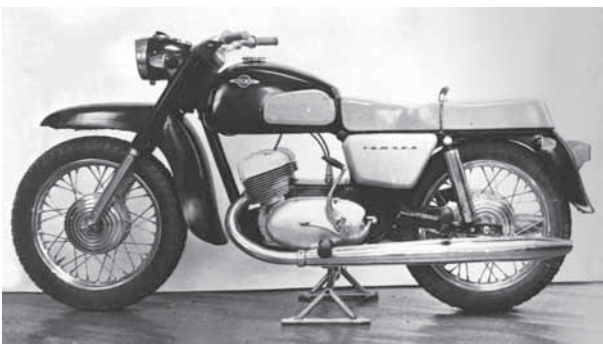


Рис. 3. Мотоцикл "Иж-Сатурн" (1959 г.)



Рис. 4. Мотоцикл "Иж-Планета-Спорт" (1973 г.)

мобильной компоновкой. Назначение было различным – спортивные багги, прогулочные квадроциклы с верховой посадкой, городские автомобили с кузовом без дверей, но с крышей.

Была предложена и концепция микролитражного автомобиля с мотоциклетными двигателями. Это был разработанный в чертежах автомобиль "Иж-500" (1970 г.). Затем, в 1974–1975 гг., был создан первый ходовой образец мотомашин "Иж-Юниор-350". Он представлял собой багги с двигателем от мотоцикла "Иж-Юпитер", имел трубный каркас и пластиковые панели. Мотомашина заимствовала стилистические решения спортивного автомобиля "Иж-19" – клиновидный капот, акцентированные контуры колесных арок, удачное цветовое решение. Динамика композиции создавалась с помощью наклонных линий каркаса безопасности и крыльев.

В 1980-х гг. принцип формообразования мотомашин изменился в сторону мотоциклов, построение стало более упорядоченным. На примере мотомашин для Тульского машиностроительного завода виден переход от экспрессивных лекальных линий к спрямленным формообразующим линиям с выраженной взаимосвязью. Внешний вид стал более утилитарным, широкое распространение получили унифицированные детали и модульные элементы кузова – кабины, двери, шасси и пр.

В 1986–1987 гг. были созданы мотомашин, сочетавшие четырехколесное шасси и верховую посадку с рулевым управлением мотоциклетного типа. Концептуально они предвосхитили класс современных полноприводных квадроциклов для активного отдыха. Особенностью одной из них, мотомашин "Спектр", стало наличие пяти посадочных мест (четыре взрослых и одно детское), при этом габаритные размеры были сопоставимы с размерами мотоцикла с коляской.

Композиционно квадроциклы близки мотоциклам.

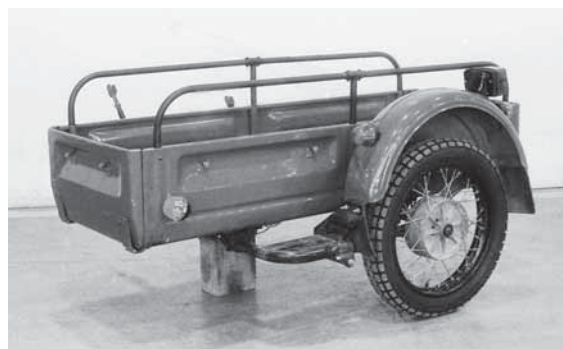


Рис. 5. Грузовой боковой прицеп "Иж-9.204"



Рис. 6. Грузовой модуль "Иж-9.604 ГР"

Практика проектирования мотомашин в КБ "Ижмаша" показала, что создание новых смежных типов транспортных средств возможно только при объединении инженерных и производственных ресурсов необходимых смежных областей, в данном случае – автомобильного и мотоциклетного производств.

"Ижмаш" не обошел своим вниманием мототехнику для детского спорта и мотороллеры, потому что композиционное решение детских мотоциклов, мотороллеров и малогабаритной мототехники родственно решению мотоциклов.

Изделия, созданные здесь, рассчитаны на детей разных возрастов и вследствие этого отличаются иными масштабами и пропорционированием, а также большей степенью обобщения деталей. Например, в 1987 г. дизайнерами Р.М. Мачихиным, Б.М. Аверьяновым, В.Н. Колосовым были предложены складной мотороллер (рис. 7) и детский электромотороллер.

В заключение нельзя не сказать о следующем.

Ижевский автозавод отличался от других отечественных заводов автомобильной и мотоциклетной промышленности принадлежностью к миноборонпрому, поэтому для него выпуск мотоциклов (как и автомобилей) не был основной сферой деятельности, и это накладывало свой отпечаток. В частности, ставились на производство только те изделия, в конструкцию которых были внесены минимальные изменения, что не требовало высоких затрат. И эти затраты быстро окупались. Выпуск же новых моделей осуществлялся с запозданием в несколько лет, а новые модели не запускались в производство, если имелись конкурирующие однотипные разработки заводов, входящих в минавтопром. В этом имелись и некоторые преимущества. Например, у художников-конструкторов отсутствовала необходимость работать в строгом соответствии с планом, что позволяло вести свободный поиск объ-



Рис. 7. Детский складной мотороллер (1987 г.)

ектов проектирования и предлагать собственные инициативные разработки.

После выведения завода из-под контроля миноборонпрома он обрел самостоятельность. Однако в связи со сложной экономической ситуацией был вновь куплен и обязан действовать вопреки логике и интересам развития собственных разработок. Поэтому в 2000-х гг. бывшими работниками КБ "ИжАвто", ООО "Инженерный центр "Дизайн", "Трансинжиниринг", "Биотехнологджи" и др. были созданы самостоятельные проектные организации, обладающие высококвалифицированными специалистами в области дизайна средств транспорта. В 2009 г. возник Научно-образовательный центр (НОЦ) "Развитие дизайна и инжиниринга промышленных изделий в Удмуртской Республике" под руководством В.А. Умняшкина. Он объединяет Удмуртский государственный университет, Ижевский государственный технический университет, ОАО "Ижевский автомобильный завод", "Инженерный центр "Дизайн", республиканские министерства промышленности и транспорта, а также образования и науки. Центр тесно сотрудничает с ОАО "Ижевский машиностроительный завод", "Ижевский автомобильный завод", "КамАЗ", "НеФАЗ", "УваДрев", ФГУП "Ижевский механический завод", МГМУ "МАМИ", ИНЭКА, Тольяттинским государственным университетом и др. Основные направления его работы – методологические основы дизайна промышленных изделий и транспортных средств, экологически чистый городской транспорт; эргономическое проектирование изделий двойного назначения; системы проектирования изделий двойного назначения; системы автоматизированного проектирования в дизайне: электронное геометрическое моделирование, прочностной анализ и визуализация; проектирование современных и традиционных деревянных конструкций; материаловедение в современном дизайн-проектировании; технология быстрого моделирования и изготовления изделий.

### Вниманию соискателей ученых степеней:

при подготовке к защите диссертаций направляйте статьи в журнал заблаговременно.  
Работа над статьями в редакции и производство журнала занимают немало времени,  
и это необходимо учитывать!



Пасмурным утром 19 сентября 1912 года редкие петербургские прохожие на Марсовом поле наблюдали необычное скопление военных чинов. Самодвижущиеся экипажи самых необычных форм и размеров. После небольшого торжества колонна из пятидесяти двух грузовых автомобилей отправилась в дальний и сложный пробег по российским дорогам и бездорожью. Так начался самый крупный в истории России испытательный пробег лучших европейских грузовых автомобилей, по результатам которого Военное министерство должно было выбрать лучшие автомобили для оснащения русской армии. Среди конкурсантов выделялись два автомобиля с капотами необычной, напоминающей утюг, формы и надписью "Renault" на брезентовых тентах кузовов.



Пройдя более двух тысяч верст (около 2300 км) участники пробега вернулись на Марсово поле. Финишировали, правда, не все, а только самые выносливые и надежные. Среди них были оба грузовика "Тип С" фирмы "Рено", вошедшие в группу лидеров в двух классах. Хорошие эксплуатационные характеристики, проходимость и прочность автомобилей определили выбор именно этих моделей для русской армии. С этого решения началась история присутствия грузовых "Рено" на российских дорогах, которая продолжается более ста лет. Они прошли все фронты Первой мировой войны,

были участниками октябрьских событий 1917 года в Петрограде и Москве, послужили и в Красной Армии.

Спустя 100 лет компания "Рено Тракс", совместно со своим партнером, фирмой "Кёгель", предоставившей полуприцепы, решила отметить этот круглый юбилей новым автопробегом, повторив большую часть того исторического маршрута. Стартовав так же в Санкт-Петербурге на Марсовом поле, автопробег прошел через Москву, Тулу, Орёл, Брянск и завершился в Калуге. Специально для пробега был создан уникальный дизайн оклейки полуприцепов, имитирующий перевозку раритетного грузовика "Рено". В каждом городе на маршруте прошли развлекательные мероприятия, розыгрыши памятных подарков, мобильные фотовыставки. На финише, на заводе в Калуге, где сегодня уже в полную силу производятся грузовики "Рено Тракс", состоялась пресс-конференция и выступление первых лиц компании, руководства завода, а также экскурсия по производству и презентация первой книги на русском языке, посвященной истории фирмы.

## Содержание

### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Дрыночкин А.В., Пасхина А.В. — Информационные технологии при интеграции промышленной и торговой политики производителей автокомпонентов	1
Грибанич В.М. — Организационные формы разработки и освоения инноваций	4
Николаенко А.В., Балабин И.В. — Возможен ли "президентский автомобиль" российского производства	7
АСМ-факты	8, 12, 25

### КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Меделец Н.А. — Проблемы поиска новых стилистических решений в отечественном автомобилестроении	9
Скрипко Л.А. — Электромобиль "ГАЗель" на московском маршруте	10
Жаров А.В., Павлов А.А., Лебедев А.Е. — Установка для выработки тепловой и электрической энергии на борту АТС	13
Аджиманбетов С.Б. — Электростартерный пуск ДВС и устройства его облегчения	14
Мамаев А.Н., Абузов В.И. — Качение эластичного колеса по двум жестким барабанам	19

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС

Данилов А.М., Шевченко Е.Б. — Присадки, улучшающие эксплуатационные свойства топлив	20
Нгуен Дык Тхань — ДМ-метод и алгоритм выявления типичных ситуаций (шаблонов) в гарантийных данных производителей автомобильной техники	23
Стенин Д.В., Стенина Н.А. — Загруженность карьерных самосвалов и тепловое состояние редукторов их мотор-колес	26

### ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Тюрин А.Н., Тюрин Н.А. — Ультразвуковой способ релаксации остаточных напряжений в шейках коленчатого вала	29
Ходес И.В., Сюньков В.В., Шелухин С.В. — Стенд и методика оценки внешней характеристики двигателя АТС на основе частичных его характеристик	30
Калмыков Б.Ю., Овчинников Н.А., Высоцкий И.Ю. — Определение высоты опрокидывания автобуса при оценке прочности конструкции его кузова	33

### ИНФОРМАЦИЯ

Ившин К.С., Романов А.Р. — Мотоциклы "Иж"	36
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. Коврин, Р.В. Козырев (зам. главного редактора), 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 (ответственный секретарь)

#### Белорусский региональный редакционный совет:

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

Технический редактор Андреева Т.И.

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

Сдано в набор 02.08.2012. Подписано в печать 20.09.2012.

Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Уч.-изд. л. 6,79.

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.automash.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.