ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

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

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 6 • июнь • 2011

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 338.312

# КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИЙСКОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.В. КОРНЕВ

Национальный институт бизнеса (+7.499. 374-61-32)

*Рассматривается специфика современных условий хозяйствования предприятий российской автомобильной промышленности и анализируется ее влияние на деятельность менеджеров этих организаций.*
***Ключевые слова:*** *конкуренция, государственная поддержка, мотивация, производительность, управление.*

**Kornev S.V.**
**QUALITY OF MANAGEMENT AS THE TOOL OF DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISES OF THE RUSSIAN MOTOR INDUSTRY**

*The specificity of modern conditions of managing of the enterprises of the Russian motor industry is consider and its influence on activity of managers of these organizations is analyze in this article.*
***Keywords:*** *competition, government support, motivation, productivity, management.*

Трудности, с которыми в последние годы сталкиваются предприятия нашей автомобильной промышленности, вполне возможно минимизировать. Причем без больших финансовых затрат. Для этого необходим хорошо организованный высокопрофессиональный менеджмент на всех уровнях управления. И такого положения следует добиваться, ведь даже несмотря на нынешний упадок, автомобилестроительная отрасль по-прежнему занимает одно из важнейших мест в экономике России. Ее предприятия представлены в различных регионах страны, а в некоторых из них являются градообразующими. Достаточно сказать, что в конце кризисного 2009 г. только непосредственно в производстве автомобилей и комплектующих для них были заняты ~400 тыс. человек, а еще 1 млн трудились в зависимых от автозаводов дилерских фирмах. Если же к этому приплюсовать занятых в металлургической, электротехнической, химической и других смежных отраслях, то оказывается, что на автомобилестроение в 2009 г. работало почти 6 млн человек. И уже по этой причине разговоры о том, что данной отрасли оказывать государственную поддержку нецелесообразно, не выдерживают критики, поскольку в Конституции записано, что Российская Федерация — государство, социально ориентированное. Кроме того, мы живем в условиях все ускоряющейся глобализации, где проблема конкурентоспособности — проблема самосохранения. А добиться такой конкурентоспособности без поддержки со стороны органов государственной власти отрасли, за плечами которой многолетнее отставание от развитых стран, просто невозможно. Поэтому руководство страны и утвердило новую Стратегию развития автомобильной промышленности на период до 2020 г. [1], в которой четко обозначило позицию государства по возрождению и активному росту отрасли и которая представляет собой конкретный план действий на предстоящее десятилетие.

Меры государственной поддержки особенно актуальны еще и потому, что отрасль наиболее сильно, по сравнению с другими отраслями, пострадала от мирового кризиса, а сейчас ее деятельность осуществляется на фоне продолжающихся кризисных явлений в экономике. Например, отечественных моделей легковых автомобилей в 2009 г. было произведено всего лишь 316,9 тыс. шт., что составило 36,1 % от уровня производства в 2008 г.

Но государственная поддержка — только одна сторона дела. Еще бóльшая, если не основополагающая, роль принадлежит, как уже упоминалось, качеству управления различными процессами на предприятиях, ведь российский автопром находится в условиях жесткой конкуренции со стороны зарубежных производителей, выпускающих автомобили как в своих странах, так и в России. Причем среди фирм, наладивших или налаживающих сборку своих автомобилей на российской территории, такие известные, как французский концерн "Рено" (завод "Автофрамос"), итальянский ФИАТ ("Соллерс-Елабуга") и т. д. Более того, эти и многие другие иностранные фирмы заявляют о своих планах дальнейшей экспансии на российский рынок. Что подтверждается, в частности, словами управляющего

директора "Хёнде Мотор СНГ" Д. Петрунина: "Сейчас нужна локализация производства. Все ведущие автопроизводители строят заводы на территории России. Иначе нельзя конкурировать в массовом сегменте" [2].

Очевидно, что влияние зарубежных фирм будет только усиливаться: особенно после вступления России в ВТО. Но если эти обстоятельства будут учтены власть предержащими, то российским предприятиям будет оказываться протекция государства, скажем, исключительно в виде больших импортных пошлин на подержанные иномарки. Данное проявление будет иметь сравнительно краткосрочное действие. Значит и это обстоятельство говорит о том, что положительный эффект может дать только грамотно выстроенный процесс управления. Без его совершенствования предприятия по-прежнему будут вести себя потребительски, рассчитывая только на протекционистские меры со стороны государства. Что, естественно, не позволит повысить уровень производственного процесса и качество выпускаемой продукции до той черты, которой достигли ведущие зарубежные фирмы. Хотя меры, принимаемые всеми странами (в том числе Россией) для защиты собственных товаропроизводителей, конечно же, абсолютно необходимы и важны. Однако ограничиваться только ими — серьезнейшая из ошибок. Главный рычаг здесь — сосредоточение усилий на совершенствовании прежде всего управленческих систем.

Так что, с какой стороны на проблему не посмотреть, выводы получаются одни и те же.

Во-первых, в сложившейся ситуации нужно провести, причем как можно быстрее, модернизацию систем управления, т.е. реализовать тот большой интеллектуальный и творческий потенциал, человеческие ресурсы специалистов, занятых в производстве, но до сих пор используемые очень неполно.

Во-вторых, направить усилие на развитие независимых производителей автокомплектующих и конкуренции между поставщиками. Следовательно, на повышение уровня их ответственности, а в итоге — на рост доверия между автомобилестроителями и производителями комплектующих.

В-третьих, учитывать такую специфическую особенность деятельности российских автозаводов, как то, что их самостоятельность в определенной степени ограничена мерами государственного регулирования. Значит, стратегия их развития должна быть "созвучной" Стратегии развития автомобильной промышленности на период до 2020 г. Тем более что ее цели весьма привлекательные.

В-четвертых, менеджменту предприятий необходимо сосредоточить свои усилия на повышении клиентоориентированности, расширении модельного ряда выпускаемых АТС, усилении роли отдела маркетинга в фирме. Иначе говоря, необходимо поступать так, как поступают иностранные производители: они предлагают клиентам широкий модельный ряд автомобилей, причем каждую из моделей — во множестве различных комплектаций, каждая из которых, в свою очередь, может быть дополнена с учетом пожеланий покупателя.

В-пятых, заняться проблемой повышения производительности труда на предприятии, причем всех его работников, а не только низовых исполнителей, как это долгие годы рекомендовали многие из научных изданий. И в первую очередь — сотрудников-управленцев. Потому что она, производительность, по мнению автора, встала в один ряд с самыми актуальнейшими из проблем. Причем такой подход вполне соответствует мировой тенденции повышения доли нематериальных активов в общем составе фирм, что легко увидеть, если посмотреть на системы управления, внедренные за рубежом. Однако зарубежный опыт нельзя копировать полностью (в силу местных специфики, менталитета, законодательства), необходимо брать отдельные его элементы и адаптировать их к российской действительности. И хотя некоторые специалисты, например, представитель "Ассоциации менеджеров" С.Е. Литовченко утверждает, что "не сто́ит говорить о "российском", "американском", "бельгийском" или ином стиле. Фирмы во всех странах преследуют одинаковые цели и используют одни и те же инструменты управления. Прибыль тоже везде считают одинаково, но, конечно, у каждой страны есть свои культурные особенности, которые накладывают отпечаток на поведение менеджеров" [3]. Это не совсем так. Да, инструменты во всем мире во многом стандартные, но и используются они в комбинациях, которые в разных странах значительно отличаются. Достаточно вспомнить, как отличаются подходы к управлению, например, в Японии и США, чтобы понять: "культурные особенности" не просто влияют, а сильно влияют на всю управленческую систему.

В-шестых, нельзя не учитывать менталитет наших сограждан. В России с давних времен отсутствовал и по нынешний день отсутствует культ труда. В отличие, скажем, от Америки, где примером для подражания является человек, "сделавший" себя сам. У нас же национальный герой — Иван, все получающий "по щучьему велению". И с выдвижением инициатив картина неоднозначная: советская система в пропаганде выдвижение рацпредложений, вроде бы, одобряла, а реально любую инициативу поощряла, мягко говоря, не очень. Отсюда и традиционная российская специфика промышленного менеджмента: сосредоточение власти в руках главного менеджера (единоначалие); усиленная вертикаль власти; широкое применение методов администрирования.

Однако у россиян есть и немало положительных качеств. Например, наши соотечественники готовы интенсивно трудиться при высокой заработной плате, они значительно менее требовательны к условиям труда, хорошо обучаемы, способны (при необходимости) повышать свою квалификацию и проходить профессиональную переподготовку. Способны мобилизовывать колоссальные трудовые ресурсы. Правда, на очень ограниченный срок.

Так как процесс управления в России имеет перечисленные и многие не названные здесь особенности, то для него следует использовать очень обдуманную комбинацию из различных методов менеджмента, в том числе и методов администрирования. Причем для повышения эффективности управления необходимо уделять повышенное внимание совершенствованию экономических методов менеджмента, подкрепляя их четко выстроенной строгой и понятной системой санкций. Целесообразно полнее использовать эти методы с учетом уровня квалификации сотрудников.

В-седьмых, исследование, проведенное "Бостон Консалтинг Групп" (исследовались в том числе и российские фирмы), выявило, что в кризисный период в большинстве фирм увеличилась текучесть менеджеров среднего звена, а низовые сотрудники, как правило, сохраняли лояльность работодателям. Таким образом, кризис обострил проблемы с мотивацией менеджеров среднего звена [4]. Поэтому вопрос можно считать проблемой, которую нужно преодолевать именно с использованием нового комплекса мотивационных мер.

**Литература**


1. Стратегия развития автомобильной промышленности на период до 2020 г. http: // www.minpromtorg.gov.ru/ministry/straregic/sectoral/10/Strategiya_Avto_dlya_sajta.doc. Дата обращения 12.01.2011.
2. За рулем авторынка, CEO Chief Executive Officer, № 4, 2010, с. 29.
3. Национальная идея, CEO Chief Executuve Officer, № 1—2, 2010, с. 23.
4. Дорфман Ю. Кризис среднего уровня // Секрет фирмы. 2010. № 9 (301). С. 14—15.


---


УДК 629.113/.115


# КРИЗИС И РАЗВИТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ БАЗИСНЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОПРОМА


Канд. техн. наук И.В. ЕГОРОВ

Российский университет кооперации (615-74-48)



*Показаны проблемы, мешающие выходу из кризиса предприятий автопрома, имеющих недостаточно развитые бизнес-процессы. Предложены управленческие технологии и инструменты для улучшения и оптимизации основы этих процессов. Обоснованы концепция и механизм постоянного улучшения производства.*



***Ключевые слова:*** *кризис, управленческие технологии, управляемая вариация, контрольная карта процесса, особые причины, первопричина, допуск, номинал, эффект энтропии, постоянное улучшение процесса, риски.*



**Egorov I.V.**


**CRISIS AND DEVELOPMENT OF ADMINISTRATIVE TECHNOLOGIES FOR BASIC BUSINESS-PROCESSES OF THE ENTERPRISES OF AUTOMOBILE INDUSTRY**


*Not enough developed business-processes of enterprises of automobile industry the problems disturbing are shown their overcoming the depression. Administrative technologies and tools for improvement and optimization of the basic business-processes offered. The concept and the mechanism of constant improvement of production for perfection of their activity are recommended and proved.*



***Keywords:*** *the crisis (depression), an administrative technologies, an operated variation, an uncontrollable variation, the control card of process, the special reasons, an original cause, an admission, the face value, an effect of entropy, the constant improvement of process, risks.*


Наблюдая за деятельностью предприятий российской автомобилестроительной отрасли в период финансово-экономического кризиса, можно увидеть, что практически все они находятся в стадии поиска выхода из этого кризиса и путей дальнейшего развития, попыток усилить свои конкурентные позиции. Но руководство и менеджеры большинства из них направляют свои основные усилия на достижение краткосрочных целей путем снижения расходов, структурного сокращения и режима экономии. Вместе с тем по мере ослабления кризисных явлений их внимание постепенно переключается на эффективность и результативность: разрабатываются новые модели автомобилей, идет поиск новых рынков и моделей бизнеса. Однако такой поиск часто не дает желаемых результатов. И причина тому, как показывает анализ, в кризисе управления предприятиями, который возник как в силу внутренних конфликтов, так и внешних изменений. И прежде всего — из-за потери доступа к необходимым ресурсам. И этот кризис усугубляется еще и их отставанием как по управленческому, так и техническому и технологическому уровням от аналогичных уровней зарубежных предприятий, работающих на мировом рынке. При этом нельзя не отметить, что наше отставание по управленческому уровню значительнее, чем по техническому и технологическому, что приводит [1] к негармоничности развития предприятий, существенно снижает эффективность и результативность их работы. Да, кризис — тяжелое, но переходное состояние производственного процесса и менеджмента, требующее устойчивых организационно-управленческих изменений. Потому что именно организационная инерция обусловливает реакцию менеджмента предприятий на кризис и возможности управления развитием. Однако менеджеры многих предприятий, к сожалению, не уделяют должного внимания организационно-управленческому развитию своих бизнес-процессов и технологий. Поэтому рассматриваемые ниже проблемы, мешающие выходу из кризиса и внедрению постоянного улучшения процессов и продукции, совершенствованию деятельности предприятий, думается, должны заинтересовать читателей "АП".

Начнем с того, что нынешний уровень развития мировых экономики и рынков таков, что для базисных бизнес-процессов менеджменту уже нельзя обойтись без научного стиля мышления и выработки новых критериев оценки развития управленческих технологий. Это, с одной стороны. А с другой, не обойтись без понимания того, что работу надо проводить путем поэтапного, но постоянного улучшения существующих процессов. Иначе говоря, по принципу "не революция, а эволюция". Причем по всем базисным процессам — маркетингу, менеджменту, проектированию продукции, ее производству, обеспечению качества. И обязательно — с учетом того, что эти процессы, как правило, находятся на разных уровнях управленческого развития и что мировой кризис вызвал новые и обострил старые проблемы всего отечественного автомобилестроения. Особенно на самых крупных его предприятиях — таких, как ВАЗ, ГАЗ, КамАЗ. Это так называемый синдром большого бизнеса (СББ), который проявился в потере ими значительной доли авторынка. В том числе из-за уменьшения спроса, вызванного медленной реакцией автозаводов на запросы потребителей, а также растущим разрывом между запросами клиентов и возможностями предприятий улучшать выпускаемые и создавать новые модели автомобилей.

Чтобы преодолеть данный синдром, руководству и менеджерам каждого предприятия следует задать себе простой вопрос: какие из считавшихся "правильными" действия привели предприятие к кризису?

Ответ получить на него — непросто. Даже с психологической точки зрения. Но, безусловно, нужно. И его поиск следует начинать с анализа различий между формально утвержденной и реально утвердившейся стратегиями − фактическим поведением руководства и менеджеров, их взаимодействием с потребителями, поставщиками, конкурентами и между собой. И если окажется, что данные стратегии противоречат одна другой, то необходимо либо ориентироваться на одну из них, либо разрабатывать новую. Другими словами, чтобы изменить ситуацию, руководство предприятия должно, прежде всего, осмыслить прошлое и найти обоснованное объяснение настоящему состоянию, а менеджерам по развитию — понять, какие характеристики предприятия привели к упадку или застою.

Затем — изменение устаревшей структуры управления, приобретение способности к обновлению именно с помощью управленческих методов. При этом не следует повторять ошибок прошлого, когда при создании "новаторской" продукции, автомобилей, инженеры и администраторы предприятий придерживались ограниченной концепции бизнеса, в которой основное внимание уделялось техническим и финансовым аспектам управления, а проблемы качества продукции откладывались на "потом".

Типичный тому пример ОАО "Москвич". Здесь так и не сумели обновить менеджмент в переходный к рыночной экономике период, а оставшийся на месте управленческий персонал ориентировался на прошлое — историю и культуру, традиции, которые играли важную роль раньше, но закрывали дорогу новым идеям. Так, когда в начале и середине 1990-х годов необходимо было перейти на маркетинговые принципы организации производства и управления, реакция руководителей завода, настаивающих на том, что рынок не готов к переходу на новую продукцию, а также уверенность инженеров в том, что они знают больше, чем потребители, привели к тому, что значительная часть автолюбителей отдала предпочтение зарубежным моделям автомобилей. И наступил полный крах.

Между тем из теории управления известно, что даже поддержание "статус-кво" предприятия в условиях, когда снизилась деловая активность из-за неполадок, — это обязанность не кого-либо, а менеджеров и вообще всех, кто имеет отношение к процессу принятия решений. В том числе непосредственных устранителей неполадок: хозяйственников, распределяющих ресурсы; переговорщиков, умеющих анализировать весь процесс преобразований, соединять контроль и ответственность участвующих в создании горизонтальных руководящих позиций (менеджер по товарам и услугам, менеджер по закупкам, продажам, финансовый менеджер, менеджеры по учету, персоналу и т. д.). Именно данная группа менеджеров связана с преодолением кризиса, определением будущего направления развития предприятия и выбором необходимых для этого проектов. Они, как устранители неполадок, или, если угодно, "спасатели", могут специализироваться на разрешении определенных кризисных проблем (например, межгрупповых конфликтов). Если же потеряны важные ресурсы, потребители, поставщики, инвесторы, то эти устранители должны найти им замену.

Так, в связи с тем, что идентификация потребностей, а также определение возможностей предприятия по проектированию и изготовлению автомобилей должны стать методологическим правилом, то их разработчики обязаны решать задачи социализации, а проектировщики, конструкторы и менеджеры — заниматься инновационными проблемами, лежащими за пределами узко понимаемой техники. При этом, вкладывая большие деньги в инновационную деятельность, создатели автомобилей должны понять место и значение автомобилей в культуре будущего. И здесь, по мнению автора, известному и распространенному выражению "с моей точки зрения", считающимся источником интеллектуальной привычки ограничиваться какой-либо одной точкой зрения, следует противопоставить понятие "поле видения", имеющее методологическое значение. Причем оно, поле, тем больше, чем больше учтенных "точек зрения". А это делает возможным целостное понимание объекта проектирования и производства, объединяющее науку, технику, экономику, предпринимательство и менеджмент и преобразующее научное знание в физическую реальность, которая изменяет организацию и общество в целом.

Но как отечественным предприятиям вводить инновации в условиях все возрастающей конкуренции со стороны специалистов многих стран?

На этот вопрос есть разные ответы. Но главным из них автор считает один. Это замена старой модели научных исследований и конструкторских разработок новой концепцией "открытого новаторства". Примерно так, как пытается сделать ВАЗ.

Как известно, там еще в совсем недалеком прошлом "царили" закрытая корпоративная культура и активное продвижение на рынок своей торговой марки. Теперь же границы поиска и выбора идей становятся гораздо шире. При этом руководство и менеджеры предприятия уже не относятся к корпоративному финансированию как к заменителю новаторства и предпринимательства. То есть не считают, что если вложил деньги в инновационную деятельность, значит, я — новатор.

И поняли, что это разные виды деятельности, связанные с затратами. И правильнее, если руководство и менеджеры найдут нужный ответ на вопрос "что делать, когда растут затраты?" Они должны видеть, что во время кризиса процесс производства автомобилей, которым они управляют, теряет разумную степень управляемости, и помнить, что "хороший менеджмент заключается в уменьшении вариации любых характеристик качества изделий вне зависимости от того, управляемы они или нет, и даже тогда, когда обнаружено мало или совсем не обнаружено дефектов" [2]. Потому что вариация всегда порождает дополнительные затраты, ухудшает качество продукции.

Для любого показателя качества (или ценности) товара, услуги, важного с точки зрения покупателя, есть некоторое фактическое значение (номинал), которое покупатель предпочитает. Если этот номинал предприятие определило правильно и созданный автомобиль ему соответствует, то с этим изделием не должно быть проблем.

Традиционный подход к решению проблемы вариации неразрывно связан с понятием "допуск". Используя границы ($\pm\Delta$) допуска, производители надеялись

установить приемлемые границы ухудшения показателей продукции, т.е. границы, в пределах которых качество изделия можно считать приемлемым.

Исходя из этого, у производителя автомобилей задача простая — сделать значение показателя качества таким, чтобы оно не выходило за пределы поля допуска. Однако на практике все сложнее: в силу вариабельности изделий и процессов обеспечить точное попадание в номинал всей партии изделий практически невозможно. Поэтому кроме "условно годной" продукции выпускается значительное количество "дефектной", которую приходится дорабатывать, переделывать, исправлять и т. п. И все эти неэффективные трудозатраты включаются в себестоимость автомобилей, повышая тем самым их цену.

Таким образом, допуски на самом деле — искусственные границы, которые часто используются для волевых решений о том, как будет функционировать изделие. По сути, это наивный взгляд на проблемы, вызванные вариацией характеристик изделий. Поэтому следовать концепции допусков, значит пренебрегать вниманием к вариации в благоприятный период и резко повышать свой интерес к процессу только тогда, когда он выходит за пределы допуска. Вот почему концепция допусков в современной конкурентной среде сама неконкурентоспособна: пока соответствие допускам рассматривается как главная цель любой операции, постоянное улучшение процесса невозможно.

Несмотря на это, менеджмент автозаводов и заводов-изготовителей комплектующих продолжает придерживаться инженерной концепции допусков. Хотя практикой доказано: стремление к производству бездефектной продукции важное, но недостаточное условие развития любого производства. Полное же соответствие допускам возможно только в ходе непрерывного совершенствования процессов. Поэтому постоянное улучшение бизнес-процессов должно стать стратегической целью руководителей и менеджеров предприятий. То есть процессы и изделия должны постоянно улучшаться путем поиска и исключения источников вариации качества продукции: ее уменьшение в разы снижает себестоимость продукции.

(*Окончание следует.*)

АСМ-факты

**ПРОИЗВОДСТВО АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В I КВАРТАЛЕ 2011 г. предприятиями России, Белоруссии, Украины и Узбекистана (по информации ОАО "АСМ-холдинг")**

| Предприятие-изготовитель | Март 2011 г. | Март 2010 г. | Прирост, (%) | Январь—март 2011 г. | Январь—март 2010 г. | Прирост, (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **АВТОМОБИЛИ ГРУЗОВЫЕ** | | | | | | |
| ЗИЛ | — | 167 | — | — | 225 | — |
| * САЗ | — | 3 | — | — | 10 | — |
| ГАЗ | 7 253 | 5 194 | +39,6 | 14 636 | 8 886 | +64,7 |
| АЗ "Урал" | 890 | 867 | +2,7 | 1 888 | 1 679 | +12,4 |
| * САЗ | 171 | 127 | +34,6 | 269 | 205 | +31,2 |
| КамАЗ | 3 685 | 2 115 | +74,2 | 9 046 | 5 711 | +58,4 |
| "КамАЗ-Восток" | 1 | — | — | 1 | — | — |
| "Мерседес-Бенц Тракс Восток" | 87 | — | — | 114 | — | — |
| "Фузо КамАЗ Тракс рус" | 103 | — | — | 335 | — | — |
| УАЗ | 2 890 | 1 410 | +105,0 | 5 876 | 2 072 | +183,6 |
| "Северстальавто-Исудзу" | 252 | — | — | 588 | — | — |
| "Соллерс-Елабуга" | 966 | 895 | +7,9 | 2 745 | 1 684 | +63,0 |
| "БАУ мотор корпорейшн" | 55 | — | — | 181 | — | — |
| "Автомобили и моторы Урала" ("Амур") | 9 | — | — | 15 | 66 | −77,3 |
| "ИжАвто" | 580 | — | — | 1 306 | — | — |
| БАЗ | 12 | 10 | +20,0 | 23 | 20 | +15,0 |
| * "192-й Центральный завод" | — | 3 | — | — | 3 | — |
| КЗКТ | — | — | — | — | 4 | — |
| "Вольво Восток" | 358 | 48 | +645,8 | 887 | 66 | +1243,9 |
| "ИВЕКО-АМТ" | 40 | 24 | +66,7 | 103 | 86 | +19,8 |
| ПСА "ВИС-Авто" | 249 | 175 | +42,3 | 698 | 305 | +128,9 |
| ТагАЗ | 50 | 87 | −42,5 | 100 | 989 | −89,9 |
| "Скания-Питер" | 68 | — | — | 173 | 12 | +1341,7 |
| "Кузбасс-Авто" | 16 | — | — | 48 | — | — |
| * Шебекинский завод автоспецоборудования | — | 2 | — | 3 | 4 | −25,0 |
| * "Бецема" | 125 | 3 | +4066,7 | 222 | 36 | +516,7 |
| * "Лесхозмаш" (Великие Луки) | 1 | — | — | 1 | 2 | −50,0 |
| * "Филиал Машзавод" | — | 10 | — | — | 10 | — |
| * "Спектр Авто" | 103 | 5 | +1960,0 | 138 | 61 | +126,2 |
| * "Чайка-НН" | 84 | 76 | +10,5 | 219 | 207 | +5,8 |
| * РИАТ | 33 | 9 | +266,7 | 63 | 26 | +142,3 |
| * "Амурдормаш" | — | — | — | 1 | — | — |
| "Черкасский автобус" | 15 | — | — | 15 | — | — |
| Борисполь ский АЗ | 27 | 17 | +58,8 | 53 | 26 | +103,8 |

| Предприятие-изготовитель | Март 2011 г. | Март 2010 г. | Прирост, (%) | Январь—март 2011 г. | Январь—март 2010 г. | Прирост, (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **АВТОМОБИЛИ ЛЕГКОВЫЕ** | | | | | | |
| ВАЗ | 57 094 | 38 934 | +46,6 | 149 891 | 79 119 | +89,5 |
| "ПСА Бронто" | 55 | 19 | +189,5 | 109 | 37 | +194,6 |
| "Супер-Авто" | 430 | 204 | +110,8 | 1 102 | 427 | +158,1 |
| "ДжиЭм-АвтоВАЗ" | 4 149 | 3 248 | +27,7 | 10 963 | 7 511 | +46,0 |
| "Автотор" | 22 727 | 9 145 | +148,5 | 54 401 | 20 573 | +164,4 |
| "Автофрамос" | 12 145 | 7 271 | +67,0 | 33 407 | 18 804 | +77,7 |
| ГАЗ | — | 263 | — | — | 263 | — |
| УАЗ | 2 756 | 1 869 | +47,5 | 5 570 | 2 977 | +87,1 |
| "Соллерс-Набережные Челны" (ЗМА) | 1 751 | 166 | +954,8 | 4 657 | 269 | +1631,2 |
| "Соллерс-Елабуга" | 326 | 120 | +171,7 | 631 | 319 | +97,8 |
| "Соллерс-Дальний Восток" (Приморский край) | 2 366 | 979 | +141,7 | 4 082 | 1 124 | +263,2 |
| "ИжАвто" | 2 267 | — | — | 4 747 | — | — |
| ТагАЗ | 2 797 | 2 851 | −1,9 | 6 713 | 8 437 | −20,4 |
| АК "Дервейс" | 2 308 | 748 | +208,6 | 6 334 | 990 | +539,8 |
| "Чеченавто" | — | 40 | — | — | 122 | — |
| "Форд" | 7 872 | 6 035 | +30,4 | 20 653 | 15 300 | +35,0 |
| Предприятия Санкт-Петербурга[2)] | 17 258 | 4 407 | +291,6 | 39 106 | 10 613 | +268,5 |
| Предприятия Калужской обл.[3)] | 11 745 | 4 542 | +158,6 | 31 831 | 18 879 | +68,6 |
| **АВТОБУСЫ** | | | | | | |
| КамАЗ | — | — | — | — | 5 | — |
| НефАЗ | 46 | 53 | −13,2 | 132 | 145 | −9,0 |
| ГАЗ | 822 | 1 187 | −30,7 | 2 146 | 1 909 | +12,4 |
| АЗ "УРАЛ" | 121 | 53 | +128,3 | 267 | 79 | +238,0 |
| ПАЗ | 751 | 712 | +5,5 | 2 041 | 1 413 | +44,4 |
| ЛиАЗ | 91 | 57 | +59,6 | 174 | 139 | +25,2 |
| ГолАЗ | 32 | 26 | +23,1 | 57 | 33 | +72,7 |
| КАвЗ | 89 | 41 | +117,1 | 231 | 81 | +185,2 |
| "Русские автобусы Марко" | — | — | — | — | 1 | — |
| УАЗ | 95 | 929 | −89,8 | 132 | 1 396 | −90,5 |
| "Соллерс-Елабуга" | 429 | 280 | +53,2 | 1 024 | 486 | +110,7 |
| "БАУ Мотор корпорейшен" (Ульяновская обл.) | 6 | — | — | 19 | — | — |
| ВАП "Волжанин" | — | 32 | — | 26 | 33 | −21,2 |
| "Тушино-Авто" | — | 15 | — | — | 52 | — |
| "Мичуринский автобус" | 1 | 6 | −83,3 | 1 | 15 | −93,3 |
| "Скания-Питер" | — | — | — | — | 4 | — |
| "СТ Нижегородец" | 238 | 150 | +58,7 | 608 | 289 | +110,4 |
| ТагАЗ | 130 | 70 | +85,7 | 291 | 109 | +167,0 |
| Ростовский автобусный завод | 5 | 8 | −37,5 | 5 | 14 | −64,3 |
| "Транс Альфа Электро" (ВМЗ) | — | — | — | 11 | 8 | +37,5 |
| "Кузбасс-Авто" | 15 | — | — | 30 | — | — |
| * "Уралпромтехника" (Миасс) | — | 2 | — | — | 2 | — |
| ПКФ "Луидор" (Нижегородская обл.) | 110 | 33 | +233,3 | 262 | 84 | +211,9 |
| "Ирито" | 145 | — | — | 317 | — | — |
| МАЗ | 137 | 86 | +59,3 | 453 | 224 | +102,2 |
| Другие белорусские предприятия[4)] | 5 | 12 | −58,3 | 18 | 57 | −68,4 |
| КрАЗ | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| ЛАЗ | 25 | — | — | 55 | — | — |
| "Анто-Рус" | 17 | — | — | 83 | — | — |
| Черниговский АЗ | 34 | 8 | +325,0 | 94 | 38 | +147,4 |
| Часовоярский РЗ | 37 | 41 | −9,8 | 70 | 110 | −36,4 |
| Бориспольский АЗ | 56 | 9 | +522,2 | 168 | 64 | +162,5 |
| Корпорация "Богдан" | 2 | 32 | −93,7 | 4 | 41 | −90,2 |
| "Черкасский автобус" | 64 | 37 | +73,0 | 66 | 118 | −44,1 |
| ЗАЗ | — | 34 | — | — | 119 | — |

| Предприятие-изготовитель | Март 2011 г. | Март 2010 г. | Прирост, (%) | Январь—март 2011 г. | Январь—март 2010 г. | Прирост, (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ТРОЛЛЕЙБУСЫ** | | | | | | |
| "Тролза" | 12 | 20 | −40,0 | 39 | 37 | +5,4 |
| "Транс Альфа Электро" | — | 7 | — | — | 9 | — |
| "Тушино-Авто" | — | — | — | — | — | — |
| Башкирский ТЗ | 7 | 5 | +40,0 | 19 | 30 | −36,7 |
| МАЗ | 10 | 2 | +400,0 | 15 | 2 | +650,0 |
| Другие белорусские предприятия[5)] | 17 | 11 | +54,5 | 39 | 37 | +5,4 |
| **АВТОСБОРОЧНЫЕ КОМПЛЕКТЫ** | | | | | | |
| ЛиАЗ | 37 | 22 | +68,2 | 44 | 38 | +15,8 |

Примечания:
*) — на шасси других отечественных предприятий;
**) — нет данных.
1) — СП "Юнисон ", СП "МАЗ—МАН", "Техноцентр";
2) — "Дженерал Моторз ", "Тойота", "Хёндэ", "Ниссан";
3) — "Фольксваген", "ПСМА";
4) — Гомельский АРЗ, ОЗ "Неман";
5) — "Белкоммунмаш", "Этон".

# КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.1-43.001.57

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУХЗВЕННОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ КОЛЕС ПЕРЕКАТЫВАЮЩЕГОСЯ ТИПА

Канд. техн. наук А.И. СЕРГЕЕВ
МГТУ "МАМИ" (499. 223-05-23)

*Рассматривается математическая модель двухзвенного транспортного средства с индивидуальным электромеханическим приводом колёс перекатывающегося типа, соединённых с корпусом пневмогидравлической подвеской и управляемых бортовым вычислительным комплексом по замкнутой схеме с обратной связью.*
***Ключевые слова:*** *двухзвенное транспортное средство, математическая модель, колесо перекатывающегося типа, плавающее опорно-приводное устройство, опорная поверхность движения, пневмогидравлическая подвеска, электромеханический привод.*

**Sergeev A.I.**
**THE MATHEMATICAL MODEL OF TWO-SECTION MODULAR VEHICLE WITH INDIVIDUAL ELECTRIC-WHEEL DRIVE ROLLING TYPE**

*Mathematical model of two-section modular vehicle with individual electric-wheel drive rolling type of connection to the body of pneumatic suspension administered onboard computer complex on a closed circuit with feedback are described.*
***Keywords:*** *two-section modular vehicle, mathematical model, rolling type wheel, floating driven-bearing mechanism, bearing area, pneumatic suspension, electromechanical drive.*

В МГТУ "МАМИ" разработано двухзвенное транспортное средство (ДТС), предназначенное для работы на опорных поверхностях самых различных типов. И прежде всего — в условиях полного бездорожья. Оно (рис. 1) имеет автоматизированный индивидуальный электромеханический привод каждого из колес перекатывающегося типа[1].

Чтобы оценить транспортные возможности ДТС, лучше всего, очевидно, воспользоваться его математической моделью, поскольку именно она позволяет с

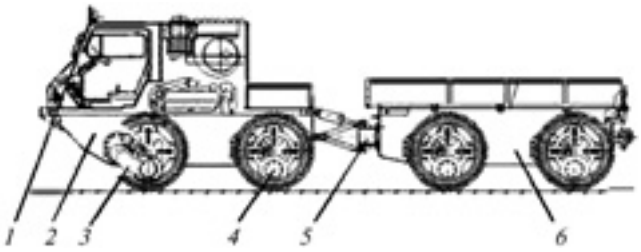



*Рис. 1. Двухзвенное транспортное средство с индивидуальным электромеханическим приводом колес перекатывающегося типа:*
*1* — кабина; *2* — силовой модуль; *3* — пневмогидравлическая рессора; *4* — движитель (КПТ); *5* — поворотно-сцепное устройство; *6* — транспортно-технологический модуль

[1] Осколков К.В., Винников Д.Н. Первые отечественные сочлененные гусеничные машины — двухзвенные транспортеры "Витязь". Уфа: Изд-во "Слово", 2005. — 280 с.

наименьшими затратами времени определить те передаточные функции, которые наиболее полно и точно учитывают связь выходных и входных параметров систем ДТС (колесного движителя, подвески и др.) и, следовательно, обеспечивают эффективную его работу на различных опорных поверхностях.

Попытаемся разработать такую модель. Для чего обратимся к структурной схеме (рис. 2) ДТС.

Очевидно, что в общем случае для последовательного соединения звеньев ТС и колес по бортам можно записать систему уравнений, характеризующих их статические характеристики (формулы № 1 в таблице). Столь же очевидно, что после совместного решения уравнений, входящих в формулу № 1, результирующая характеристика системы будет иметь вид формулы № 2. Для параллельного соединения элементов (бортов) ДТС

| № формулы | Формула | Примечания |
|---|---|---|
| 1 | $\left.\begin{array}{l} z_1 = f_1(x) \\ z_2 = f_2(z_1) \\ \ldots\ldots\ldots \\ z_{n-1} = f_{n-1}(z_{n-2}) \\ z = f_n(z_{n-1}) \end{array}\right\}$ | Уравнения характеристик последовательно соединённых звеньев системы |
| 2 | $z = f_n\{f_{n-1}\ldots f_2[f_1(x)]\}$ | Результирующая характеристика системы |
| 3 | $\left.\begin{array}{l} z_1 = f_1(x) \\ z_2 = f_2(x) \\ \ldots\ldots\ldots \\ z_n = f_n(x) \end{array}\right\}$ | Уравнения характеристик параллельно соединённых звеньев системы |
| 4 | $z_0 = z_1 + z_2 + \ldots + z_n$ | $z_0$ — уравнение связи |
| 5 | $A = \sum_{i=1}^{4} A_{1зв} + \sum_{i=1}^{4} A_{2зв}$ | — |
| 6 | $A_{1зв(2зв)} = \prod_{i=1}^{2} A_i^{л} + \prod_{i=1}^{2} A_i^{пр}$ | $A_i^{л}$ — работа сил левого $i$-го колеса; $A_i^{пр}$ — работа сил правого $i$-го колеса |
| 7 | $M_{вр} + M_у + M_д + M_и = C_ж\varphi + T\dot{M}_д + M_д + J\ddot{\varphi} = C_ж\varphi + K_д\dot{\varphi} + J\ddot{\varphi}$ | $M_{вр}$ — вращающий момент на валу электродвигателя $i$-го колеса; $C_ж$ — приведенная угловая жесткость вала электродвигателя; $\varphi$ — угол поворота подвижной системы; $T$ — постоянная времени; $\dot{\varphi}$ — угловая скорость поворота подвижной системы; $\ddot{\varphi}$ — ее ускорение |
| 8 | $TJ\dddot{\varphi} + J\ddot{\varphi} + (K_д + TC_ж)\dot{\varphi} + C_ж\varphi = T\dot{M}_{вр} + M_{вр}$ | |
| 9 | $W_{\omega 3}(p) = \frac{\omega_3(p)}{M_{вр}(p)} = \frac{C_{кр1,2}C_{кр2,3}}{p\left\{J_1J_2J_3p^4 + \left[\begin{array}{l} J_1J_2C_{кр2,3} + J_1J_3\times \\ \times(C_{кр1,2} + C_{кр2,3}) + \\ + J_2J_3C_{кр1,2} \end{array}\right]p^2 + C_{кр1,2}C_{кр2,3}(J_1 + J_2 + J_3)\right\}}$ | $C_{кр1,2}$ — крутильная жесткость участка $AB$; $C_{кр2,3}$ — крутильная жесткость участка $CD$; $p$ — оператор преобразования Лапласа; $M_{вр}(p)$ — вращающий момент; $W_{\omega 3}(p)$ — передаточная функция |
| 10 | $\Omega_{0,12} = \sqrt{\left\{\begin{array}{l} \Omega_{01}^2 + \Omega_{02}^2 + \Omega_{03}^2 \pm \\ \pm\sqrt{\begin{array}{l}(\Omega_{01}^2 - \Omega_{03}^2) + \Omega_{02}^4 + \\ + 2[\gamma_1\Omega_{01}^4 + \gamma_3\Omega_{03}^4 - \Omega_{01}^2\Omega_{03}^2(\gamma_1 + \gamma_3)]\end{array}} \end{array}\right\}/2}$ | $\Omega_{01} = \sqrt{C_{кр12}/J_1}$; $\Omega_{02} = \sqrt{(C_{кр12} + C_{кр23})/J_2}$; $\Omega_{03} = \sqrt{C_{кр23}/J_3}$ — собственные частоты колебаний парциальных звеньев; $\gamma_1 = J_1/J_2$; $\gamma_3 = J_3/J_2$ — отношения моментов инерции |
| 11 | $\Delta M_{вр} = C_{вр}\Delta\omega$; $\Delta M_{ск} = C_{ск}\Delta\omega$ | $C_{вр}$ и $C_{ск}$ — жесткости характеристик в точке линеаризации; $M_{ск}$ — момент сопротивления качению |
| 12 | $C_{вр}\Delta\omega - C_{ск}\Delta\omega = J_\Sigma p\omega$ | $J_\Sigma = J_1 + J_2 + J_3$ |
| 13 | $M_{вр}(\omega) = M_{ск}$; $C_{вр} < C_{ск}$ | — |

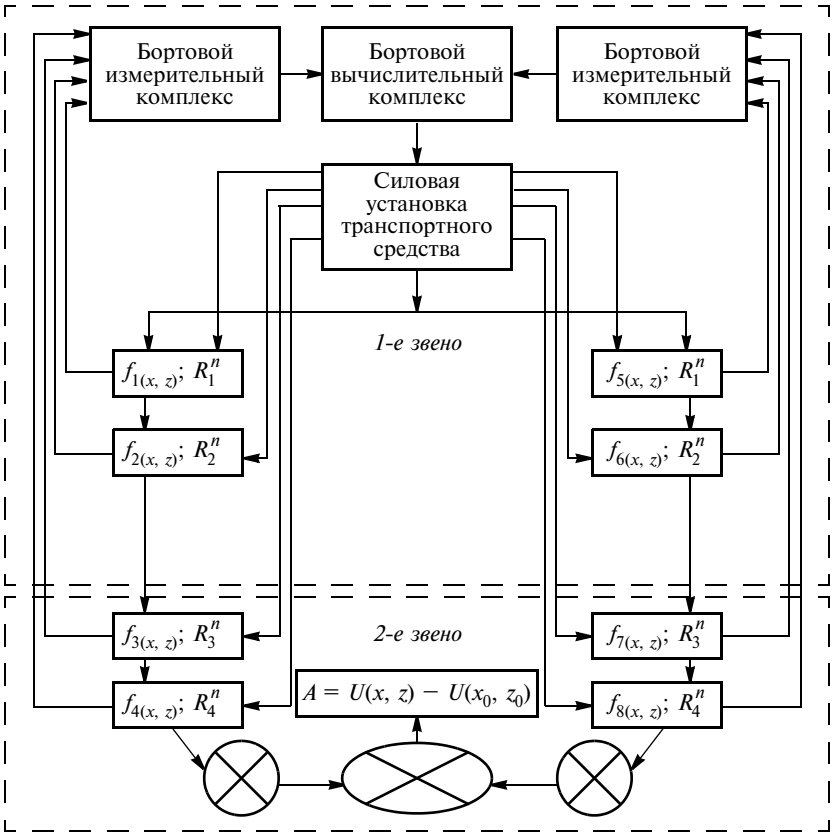



*Рис. 2. Структурная схема ДТС*

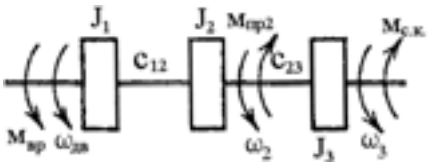



*Рис. 3. Расчетная схема вращательного движения трехмассовой системы с индивидуальным приводом "плавающего" опорно-приводного устройства КПТ*

запишем уравнения в виде формул № 3, а уравнение связи — формулы № 4.

Далее. В том же общем случае работа сил, действующих на ДТС, будет складываться из работ сил последовательно соединенных первого ($A_{1зв}$) и второго ($A_{2зв}$) звеньев (формула № 5), а также единичных движителей каждого из звеньев, оснащенных колесами перекатывающегося типа (КПТ) с индивидуальным электромеханическим приводом. Тогда итоговое значение $A_{1зв}$ и $A_{2зв}$ дает формула № 6.

Чтобы определить функцию отклика (реакцию бортовой измерительно-информационной системы) на внешнее воздействие сил и моментов на движитель при формировании опорной поверхности, необходимо знать передаточную функцию системы "колесо—опорная поверхность". Для чего составим расчетную (рис. 3) и структурную (рис. 4) схемы ДТС. При этом будем исходить из того, что в случае нижнего расположения тягового электродвигателя (в корпусе плавающего опорно-приводного устройства обода колеса) система получается трехмассовой двухступенчатой квазиупругой.

Для нахождения общей характеристики формирования опорной поверхности колесами перекатывающегося типа составим дифференциальное уравнение движения системы "колесо—опорная поверхность". Причем сделаем это с учетом одновременного действия упругого $M_у$, демпфирующего $M_д$ и инерционного $M_и$ моментов, приведенных к валу электродвигателя (формула № 7). Итоговое решение данного уравнения дает дифференциальное уравнение № 8.

Передаточная функция $W_{\omega 3}(p)$ для трехмассовой системы с учетом этого уравнения будет иметь вид формулы № 9. Из нее следует, что рассматриваемая схема представляет собой многомассовую колебательную систему с резонансными частотами, которые можно определить по формуле № 10.

В том случае, когда управляющее и возмущающее воздействия представляют собой функции скорости, условие равновесия $M_{вр}(\omega) = M_{ск}(\omega)$ является необходимым для существования статического установившегося режима работы электромеханического привода КПТ. Но недостаточным, так как при этом возможно состояние неустойчивого равновесия, вероятность возникновения которого обусловлена работой плавающего опорно-приводного устройства. Поэтому зависимости $M_{вр}(\omega)$ и $M_{ск}(\omega)$ нужно линеаризировать в точке пересечения и $\Delta M_{вр}(\omega)$ и $\Delta M_{ск}(\omega)$ представить в виде формул № 11. Тогда для вращательной схемы можно записать формулу № 12.

Для случая устойчивого движения $p < 0$, следовательно $C_{вр} < C_{ск}$. Это означает, что жесткость $C_{вр}$ характеристики электромеханического привода плавающего опорно-приводного устройства должна быть меньше жесткости $C_{ск}$ деформируемой поверхности (рис. 5).

Анализ графика, приведенного на рис. 5, показывает: если $M_{ск} = \text{const}$, то $C_{ск} = 0$, и устойчивому статическому установившемуся режиму работы электромеханического привода плавающего опорно-приводного устройства ($C_{вр} < 0$) соответствует точка *1*, а неустойчивому ($C_{вр} > 0$) — точка *2*.

Таким образом, необходимые и достаточные условия статического установившегося режима работы электромеханического привода плавающего опорно-приводного устройст-

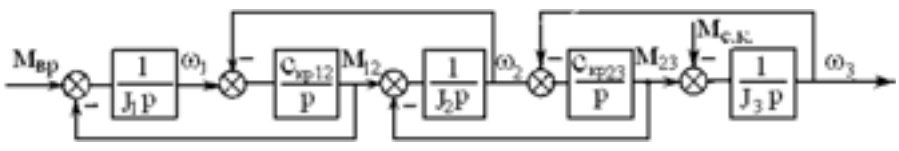



*Рис. 4. Структурная схема с индивидуальным приводом, совмещенным с "плавающим" опорно-приводным устройством КПТ*

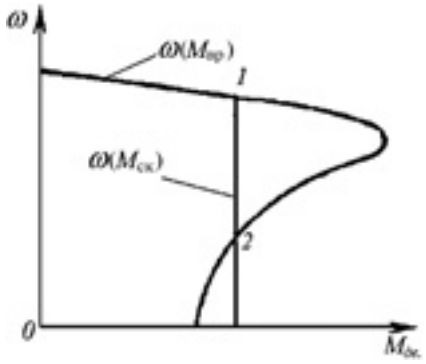



*Рис. 5. График устойчивости статического режима электромеханического привода "плавающего" опорно-приводного устройства КПТ*

ва колеса перекатывающегося типа выражаются формулами № 13.

Из всего, что сказано выше, можно сделать следующие выводы.

1. Передаточные функции, устанавливающие связь выходных и входных параметров, позволяют определять параметры датчиков и характеристики приборов автоматизированной системы управления двухзвенным модульным транспортным средством.

2. Зная закон формирования опорной поверхности колесом перекатывающегося типа и характеристики пневмогидравлической подвески, можно обосновать конструктивные параметры движителя по амплитудно-частотным и фазочастотным характеристикам и таким образом уменьшить вероятность возникновения резонансных частот, повысить плавность хода ДТС и, как следствие, среднюю скорость его движения.

3. Автоматизированное управление модульным транспортным средством позволяет функционально увязывать работу узлов и агрегатов и тем самым повысить энергоэффективность применения ДТС на разных поверхностях движения и общий его КПД.

---

УДК 621.43

# ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА НАПОЛНЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ С ВНЕШНИМ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕМ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Кандидаты техн. наук И.А. БАРСКИЙ, Ю.А. АНТИПОВ, П.Р. ШАТАЛОВ, П.Р. ВАЛЬЕХО МАЛЬДОНАДО

РУДН (952-60-41), МГТУ "МАМИ" (499. 223-05-23)

*Показана причина роста коэффициента наполнения бензиновых двигателей с внешним смесеобразованием с увеличением температуры воздуха.*

***Ключевые слова:*** *бензиновый двигатель, коэффициент наполнения, температура воздуха.*

**Barsky I.A., Antipov Yu.A., Shatalov P.R., Vallejo Maldonado P.R.**

**THE INFLUENCE OF PETROL ENGINE VOLUMETRIC EFFICIENCY FROM ENVIRONMENT TEMPERATURE**

*The influence of petrol engine with external mixing volumetric efficiency from environment temperature.*

***Keywords:*** *petrol engine, volumetric efficiency, environment temperature.*

Испытания, проведенные в 1930-х годах, показали, что коэффициент $\eta_V$ наполнения у бензиновых карбюраторных двигателей с ростом температуры $T_к$ воздуха во впускном коллекторе увеличивается. Была получена и эмпирическая формула, позволяющая определять величину этого изменения (формула № 1 в таблице).

Естественно, были сделаны и попытки объяснения "физики" данной закономерности: при этом большинство исследователей сходилось на том, что рост $\eta_V$ связан со скоростью истечения воздуха через отверстие при постоянном перепаде давления: она всегда пропорциональна корню квадратному из его температуры.

Однако с таким утверждением, как показывают исследования, выполненные в РУДН, согласиться нельзя.

Во-первых, многочисленные испытания безнаддувных дизелей показали, что у них $\eta_V$ практически не зависит от температуры воздуха во впускном коллекторе.

Во-вторых, хорошо известная специалистам формула М.М. Масленникова (формула № 2) для расчета $\eta_V$ [1] показывает практическую независимость $\eta_V$ от $T_к$. Из этой формулы следует, что в бензиновом двигателе с внешним смесеобразованием (т. е. с карбюратором или впрыскиванием топлива во впускной коллектор) тоже нет существенных причин для влияния температуры $T_к$ на $\eta_V$, так как величина $\delta = 1 + \Delta T_a/T_к$ изменяется в незначительных (1,03—1,06) пределах и зависит, как показывают опыты, от коэффициента избытка воздуха, а не от температуры на входе.

В-третьих, установлено, что двигатели с искровым зажиганием, работающие на сжатом природном газе, а также бензиновые с непосредственным впрыскиванием топлива в цилиндр (например, звездообразные авиационные АШ-87ФН) имеют коэффициент наполнения, совсем не зависящий от температуры. И причина здесь состоит в том, что впрыскивание начинается очень быстро — всего лишь через 20—40° п.к.в. после ВМТ.

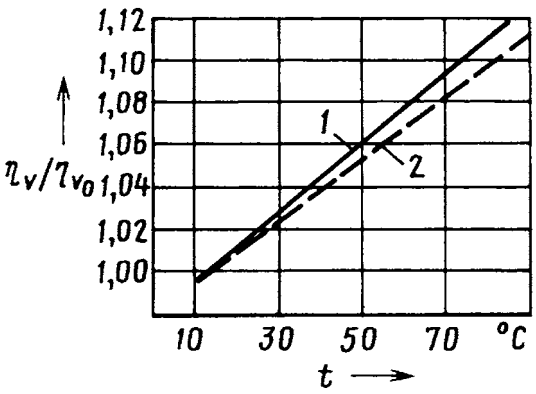
В-четвертых, существование формулы № 1 нельзя также объяснить и тем, что наличие в смеси паров бензина меняет ее теплоемкость, но это влияние незначительно.

Анализ результатов испытания авиационных и автомобильных бензиновых двигателей [2, 3 и др.] показывает, что причина роста $\eta_V$ с увеличением температуры воздуха заключается в том, что из-за испарения бензина температура смеси снижается. Чтобы убедиться в этом, запишем уравнение баланса теплоты (формула № 3). Из него легко получается формула № 4 для вычисления температуры смеси $T_к$ во впускном коллекторе с учетом испарения топлива. При этом следует отметить: если в смеси испарилось все топливо, то $g_т = \frac{1}{\alpha L_о}$ ($L_о$ — стехиометрическое отношение; $\alpha$ — коэффициент избытка воздуха).

| № формулы | Формула | Примечания |
|---|---|---|
| 1 | $\frac{\eta_V}{\eta_{V_o}} = \sqrt{\frac{T_к}{T_{к_o}}}$ | $\eta_{V_o}$, $T_{к_o}$ — соответственно значения $\eta_V$ и $T_к$ при стандартной температуре |
| 2 | $\eta_V = \frac{\zeta P_а}{K\delta P_к(\varepsilon-1)}\left[\varepsilon - \frac{P_г}{P_а} + (K+1)(\varepsilon-1)\mu\right]$ | $P_к$, $P_а$, $P_г$ — давления во впускном коллекторе, в цилиндре при его наполнении и на выпуске; $\zeta = 1{,}02 \div 1{,}08$ — коэффициент дозарядки; $K = 0{,}4$ — показатель адиабаты сжатия воздуха (смеси); $\delta = 1 + \frac{\Delta T_а}{T_к}$ — коэффициент подогрева воздуха (смеси) стенками цилиндра; $\Delta T = 10 \div 20$ K — повышение температуры воздуха (смеси) за счет подогрева стенками цилиндра; $\mu = 0{,}8$—$0{,}9$ — коэффициент работы наполнения; $\varepsilon$ — степень сжатия |
| 3 | $m_{см}C_{см}T_к = m_т r + m_т C_т(T_т) + m_в C_в T_к$ | $C_{см}$, $C_т$, $C_в$ — теплоемкости смеси, топлива и воздуха; $m_{см}$, $m_т$, $m_в$ — масса смеси, топлива и воздуха; $r$ — скрытая теплота парообразования топлива; $T_т$ — температура топлива |
| 4 | $T_к = \left[T'_к - \frac{r + C_т(T_т - 273)}{1005}\right]\frac{G_в C_в}{G_{см} C_{см}}$ | $g_т = \frac{m_т}{m_в}$; $T'_к$ — температура смеси с учетом снижения $T_к$ за счет испарения топлива; $G_в$ и $G_{см}$ — расходы воздуха и смеси соответственно |
| 5 | $\Delta T = T_т - T'_к = \frac{r + C_т g_т(T_т - 273)}{1005}$ | — |

Приняв, что $G_{см} = G_в\,(1 + g_т) \approx G_в$ и $C_в = C_{см} = 1005$ Дж/(кг · К), из формулы № 4 получим формулу № 5 для определения снижения $\Delta T$ температуры смеси. Оно, например, для бензина ($r = 300\,000$ Дж/кг, $C_Т = 2000$ Дж (кг · К), $\alpha = 1$) при $T'_к = 373$ К (70 °С) составит −26 К, что увеличит $\eta_V$ на 8 %. Это практически совпадает с результатом расчета по формуле № 1, если принять $T_{к_o} = 288$ К.

Зависимости отношения $\eta_V/\eta_{V_o}$ от температуры, полученные экспериментально и по формулам № 1 и 5 для бензинового двигателя, приведены на рисунке, где *1* — двигатель АШ-82, *2* — 4Ч70/82. Как из него видно, расчет по формуле № 5 хорошо совпадает с экспериментом. Причем в обоих исследованных вариантах топливоподачи — карбюраторного авиационного двигателя М-100 и автомобильного двигателя 4Ч70/82 с впрыскиванием топлива в коллектор. Что косвенно




подтверждает влияние испарения бензина на $\eta_V$. Подтверждает это и тот факт, что при работе двигателя с искровым зажиганием на сжиженном нефтяном газе (пропане) или спирте увеличение $\eta_V$ с ростом температуры будет более заметным, чем на бензине: оба топлива поступают в коллектор уже почти испарившись.

Таким образом, если считать, что все топливо будет испаряться, расчет по формуле № 4 при $\alpha = 1$ даст $\Delta T = 34$ К, при работе на пропане — $\Delta T = 115$, а при работе на этиловом и метиловом спиртах — $\Delta T = 200$ К. Однако очевидно, что последние две цифры — нереальные, так как упругость насыщенных паров топлива при низких температурах снижается, и полного испарения пропана и спиртов все-таки не произойдет. В частности, при работе на спиртах испариться успевает менее половины топлива, поэтому температура смеси снизится лишь на 35—45 К. Это при $T'_к = 343$ К приведет к росту коэффициента наполнения на 11—15 %.

Выводы из всего сказанного очевидны.

1. Коэффициент наполнения бензиновых двигателей с внешним смесеобразованием при увеличении температуры окружающей среды растет в результате снижения температуры смеси при испарении топлива.

2. При работе на жидких углеводородах или спиртах коэффициент наполнения при высокой температуре увеличивается сильнее, чем при работе на бензине.

**Литература**


1. Лебедев Б.П. О выборе рациональной степени сжатия авиационного двигателя. М.: Труды ЦИАМ, № 83, 120 с.
2. Портнов Д.А. Быстроходные турбопоршневые двигатели с воспламенением от сжатия. — М.: Машгиз, 1963. 630 с.
3. Морозов К.А., Черняк Б.Я., Синельников Н.И. Особенности рабочих процессов высокооборотных карбюраторных двигателей. М.: Машиностроение, 1971. 100 с.

УДК 629.113.62-235; 621.85

# АДАПТИВНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ

Д-р техн. наук И.К. АЛЕКСАНДРОВ, канд. техн. наук Е.В. НЕСГОВОРОВ
Вологодский ГТУ (8. 8172. 72-47-70 доп. 194)

*Рассмотрена система автоматического регулирования, обеспечивающая адаптивные свойства энергетической силовой установки автотранспортных средств с электрифицированной трансмиссией.*

***Ключевые слова:*** *электромеханическая трансмиссия, адаптация.*

**Alexandrov I.K., Nesgovorov E.V.**

**ADAPTIVE ELECTROMECHANICAL TRANSMISSION**

*The automatic control system (ACS), providing adaptive traits of a generating power plan unit of transport facilities with electrified transmission is considered.*

***Keywords:*** *electromechanical transmission, adaptation.*

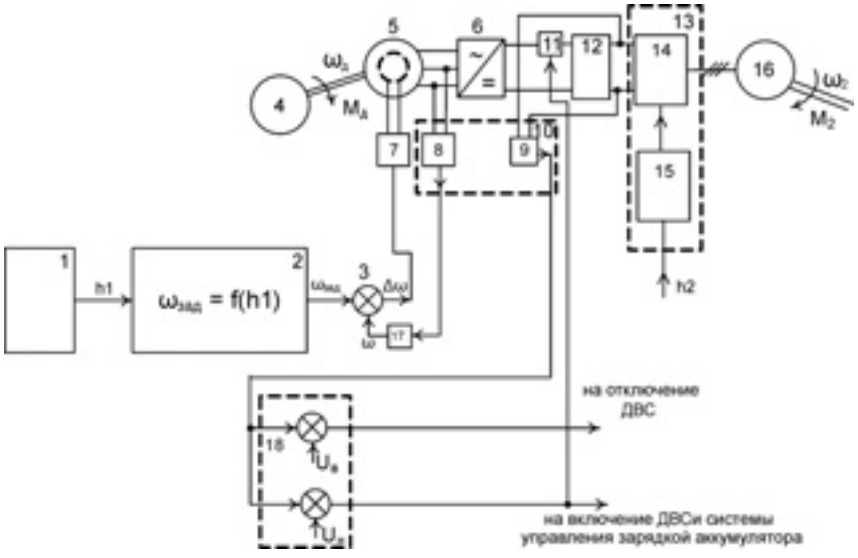
В Вологодском государственном техническом университете разработана (пат. № 2338081, РФ) система управления, обеспечивающая оптимизацию режима работы ДВС, входящего в состав комбинированной (гибридной) силовой установки. Благодаря ей ДВС автомобиля, независимо от скорости его движения, всегда работает на режимах своей внешней скоростной характеристики, где, как известно, расход топлива минимален. Принцип действия этой системы основан на обратных связях ДВС с генератором переменного тока, выпрямителем, управляемым аккумулятором электрической энергии и системой управления тяговым электродвигателем. Заключается он в следующем.

Сигнал первой обратной связи, равный разности заданной и действительной (ω) частот вращения коленчатого вала ДВС, усиливается и подается на вход устройства управления током возбуждения генератора переменного тока, что изменяет его электромагнитный крутящий момент, приводя последний в соответствие с крутящим моментом, развиваемым ДВС.

Одновременно измеряется второй сигнал — напряжение на выходе накопителя энергии (аккумулятора), которое затем сравнивается с двумя предварительно установленными предельно допустимыми его уровнями. И если измеренное напряжение окажется выше заданного верхнего уровня, выдается сигнал на отключение ДВС, а если ниже заданного нижнего уровня — выдается сигнал на включение ДВС.

Благодаря этому обеспечивается работа ДВС в повторно-кратковременном режиме при неизменной заданной нагрузке (мощности) и максимальном положении топливорегулирующего органа, что соответствует минимальному удельному расходу топлива, т. е. в периоды включения ДВС работает только на внешней скоростной характеристике.

Способ реализуется системой, структурная схема которой приведена на рисунке. В нее входят задатчик *1* положения топливоподающего органа с выходным сигналом *h*1; преобразователь *2* сигнала о положении топливоподающего органа в сигнал $\omega_{зад}$ задания угловой частоты вращения коленчатого вала ДВС; сравнивающее устройство *3* с выходным сигналом $\Delta\omega$, равным разности заданной ($\omega_{зад}$) и действительной ($\omega$) угловых частот вращения коленчатого вала; генератор *5* переменного тока; выпрямитель *6*; преобразователь *7* разности заданной и действительной угловых частот вращения коленчатого вала в соответствующий ток возбуждения генератора переменного тока; сдвоенный датчик *10*, состоящий из датчика *8* частоты напряжения на выходе генератора *5* и датчика *9* величины напряжения на выходе выпрямителя *6*; устройство *11* управления током зарядки аккумулятора *12*; устройство *13* (силовой преобразователь *14* со своей системой *15* управления, которая на входе имеет сигнал *h*2 водителя) управления тяговым электродвигателем; тяговый электродвигатель *16*; преобразователь *17* частоты напряжения на выходе генератора в сигнал угловой частоты $\omega$ вращения коленчатого вала; двухуровневый компаратор *18*, преобразующий сигнал на его входе в команду на отключение или включение ДВС, и устройство *11* управления током зарядки аккумулятора.




*Структурная схема автоматической системы управления ДВС комбинированной (гибридной) силовой установки:*

*1* — задатчик положения топливоподающего органа (педаль "газа"); *2* — преобразователь сигнала о положении этой педали; *3* — сравнивающее устройство; *4* — ДВС; *5* — генератор переменного тока; *6* — выпрямитель; *7* — преобразователь разности заданной и действительной частот вращения коленчатого вала; *8* — датчик частоты напряжения электрогенератора; *9* — датчик величины напряжения на выходе выпрямителя; *10* — сдвоенный датчик частоты и напряжения; *11* — устройство управления током зарядки аккумулятора; *12* — аккумулятор; *13* — устройство управления тяговым электродвигателем; *14* — силовой преобразователь; *15* — система управления, воспринимающая команды водителя; *16* — тяговый электродвигатель; *17* — преобразователь частоты напряжения; *18* — двухуровневой компаратор

Работает система управления следующим образом.

Частоту вращения $\omega_д$ и крутящий момент $M_д$ двигателя *4*, соответствующие его минимальному расходу топлива, в принципе, можно задавать любыми значениями этих параметров, расположенными на внешней скоростной характеристике ДВС. Но наиболее рациональные в отношении топливной экономичности — параметры, соответствующие максимальному эффективному крутящему моменту ДВС. Определяют их путем задания частоты вращения на входе системы управления — генератором *5* переменного тока. При отклонении этой частоты вращения от заданной изменяется напряжение на выходе генератора, что приводит к регулированию его тока возбуждения за счет обратной связи по цепи "*8-11-3-7*". Включение же и отключение ДВС и системы управления током заряда в зависимости от уровня заряда аккумулятора *12* осуществляется за счет второй обратной связи — по цепи "*9-18-11*".

Изменение крутящего момента $M_2$ на валу тягового электродвигателя *16*, приводящего в движение ведущие колеса (движитель), которое обусловлено изменением дорожных условий или командой водителя (сигнал *h*2), а также длительное движение с постоянным крутящим моментом вызывают изменение энергии, потребляемой этим двигателем от аккумулятора, и величины напряжения на выходе последнего. И в случае превышения верхнего установленного уровня напряжения, что свидетельствует о полной зарядке аккумулятора, датчик *9* выдает сигнал для отключения ДВС. С этого момента система автоматического управления электрическим двигателем питается только от аккумулятора, расходуя накопленную им энергию, что снижает напряжение в электрической цепи.

Таким образом, устройство оптимизирует работу ДВС при изменяющемся крутящем моменте на валу тягового электродвигателя при практически неизменном положении топливоподающего органа ДВС, которое обеспечивает работу последнего. То есть в этом случае условия работы ДВС аналогичны тем, что достигаются за счет адаптивной гидромеханической трансмиссии.

Рабочий интервал регулирования определяется величиной $\Delta\omega$, при которой удельный расход топлива близок к минимальному, а частота вращения коленчатого вала и мощность ДВС квазипостоянны. Иными словами, устройство при непрерывно изменяющемся крутящем моменте на движителе исключает работу ДВС на переходных режимах.

Принципиальной особенностью данной автоматической системы регулирования, если ее сравнивать системой, предложенной авторами ранее (пат. № 2070649, РФ), является то, что квазипостоянный режим работы ДВС обеспечивается не за счет автоматической поднастройки параметров трансмиссии, а путем автоматического поддержания постоянства мощности, отбираемой от генератора электрической энергии. Такая система обладает бóльшими надежностью и быстродействием. Правда, у нее тоже есть недостаток: обеспечивая стабилизацию работы ДВС на внешней скоростной характеристике, она не может рекуперировать энергию торможения в накопитель электрической энергии. Однако авторы фактически уже устранили его, о чем свидетельствует поданная ими заявка на изобретение. Но даже один только перевод ДВС в стационарный режим работы по внешней скоростной характеристике дает больше, чем, скажем, работа большегрузных карьерных самосвалов (БелАЗ и др.) с электромеханической трансмиссией, где ДВС работает на режиме постоянной мощности, а не по внешней скоростной характеристике. Но даже такая полумера повышает топливную экономичность дизеля самосвала на 15—20 %. И это закономерно. На обычных транспортных и тяговых машинах максимальная мощность ДВС реализуется всего лишь на 30—35 %. То есть ДВС бóльшую часть времени работает на частичных характеристиках, где удельный расход топлива в несколько раз превышает минимальное его значение на данной частоте коленчатого вала. Адаптивные же трансмиссии исключают его работу на этих характеристиках и гарантируют работу на характеристиках, близких к внешней скоростной. А это позволяет уменьшить расход топлива не на 15—20 %, а почти в 2 раза.

**Литература**


1. Викторов В. БелАЗ-75502 // Автомобильный транспорт. 1989. № 2.
2. Златин П.А., Кеменов В.А., Ксеневич И.П. Электромобили и гибридные автомобили. М.: Агроконсалт, 2004. — 416 с.
3. Гибридные автомобили и их компоненты (обзор зарубежной печати) // Мобильная техника. 2003. № 1—3.


---


УДК 656.13.084.001.57


# КОНСТРУКЦИЯ РУЛЕВОГО ВАЛА И ПАССИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АТС


Кандидаты техн. наук А.В. ЛЕМЕШКИН и Ю.Я. КОМАРОВ

Волгоградский ГТУ (8442. 24-84-57)



*Приводятся результаты исследования поведения рулевого вала различных конструкций при эксцентричном столкновении АТС.*



***Ключевые слова:*** *рулевой вал, эксцентричное столкновение.*



**Lemeshkin A.V., Komarov Yu.Y.**


**DESIGN OF STEERING SHAFT CAR AND PASSIVE SAFETY OF THE CAR**


*In article research of behaviour of various designs of a steering shaft of the car is presented at excentric collision on an example of the simplified mathematical model.*



***Keywords:*** *steering shaft, excentric collision.*


Анализ травм, полученных водителем и пассажирами АТС при ДТП, показывает, что до 60 % их случаев происходит по "вине" деталей рулевого управления. При этом самым опасным фактором является перемещение этих деталей, прежде всего — рулевых вала и колеса. Поэтому авторы исследования, результаты которого приводятся ниже, основной упор сделали на определении зависимости перемещения рулевого вала от его конструкции.

Объектом данного исследования был выбран массовый автомобиль ВАЗ-2115, а точнее — его упрощенная конечно-элементная модель.

При фронтальном или близком к нему столкновении ВАЗ-2115, как и любого другого автомобиля, си-

ловая структура его кузова деформируется. Причем и экспериментальным, и расчетным путями доказано, что на скоростях столкновения до 60 км/ч деформируется в основном передняя часть кузова — вплоть до стоек. Поэтому эта часть и моделировалась. Естественно, вместе с расположенными в ней деталями рулевого управления, а остальная часть прорисовывалась как единая деталь. В итоге получилось (рис. 1), что конечно-элементная модель ВАЗ-2115, сталкивающаяся с препятствием, состоит из 32 деталей, 45 жестких связей и 3300 элементов. Она и рассматривалась при исследовании, где скорость начала ее столкновения была принята равной 64 км/ч, а перекрытие — 40 %. При этом брался рулевой вал двух вариантов исполнения — с одним карданным шарниром, т. е. соответствующий базовой конструкции ВАЗ-2115, и с двумя карданными шарнирами.

Поведение силовой структуры математической модели при эксцентричном столкновении представлено

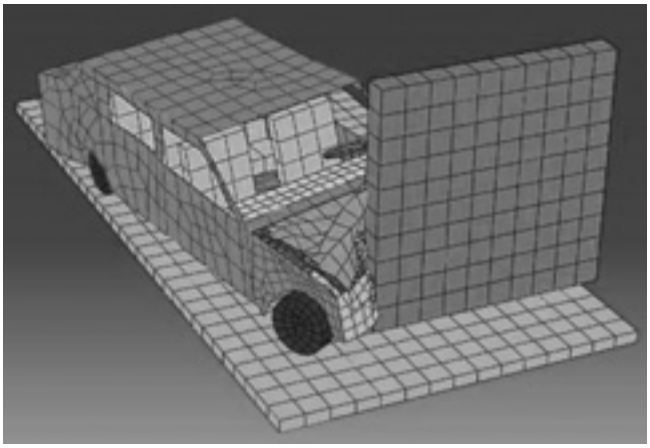


*Рис. 1. Конечно-элементная модель автомобиля ВАЗ-2115*

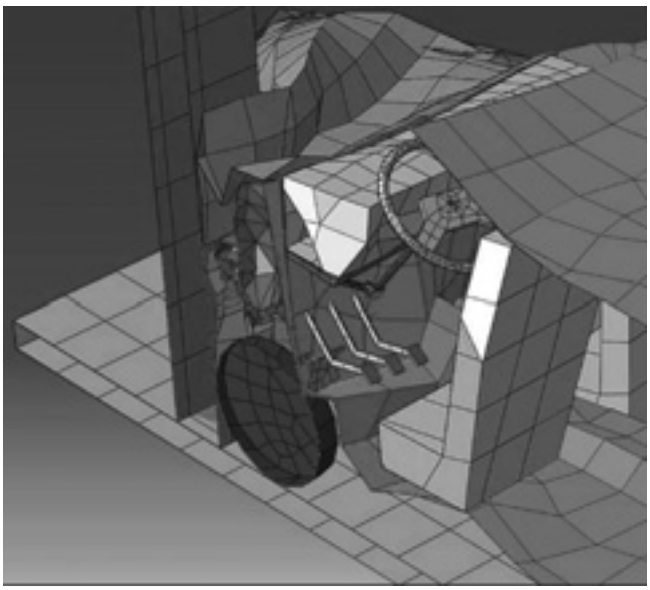


*Рис. 2. Поведение силовой структуры математической модели ВАЗ-2115 при эксцентричном фронтальном столкновении с препятствием*

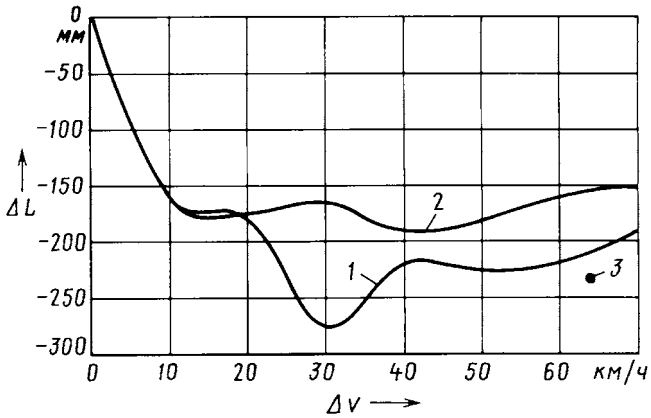



*Рис. 3. Перемещение торца рулевой колонки в продольной плоскости при эксцентричном фронтальном столкновении ВАЗ-2115 с препятствием:*
*1* — вал с одним карданным шарниром; *2* — вал с двумя карданными шарнирами; *3* — полигонные испытания серийного ВАЗ-2115

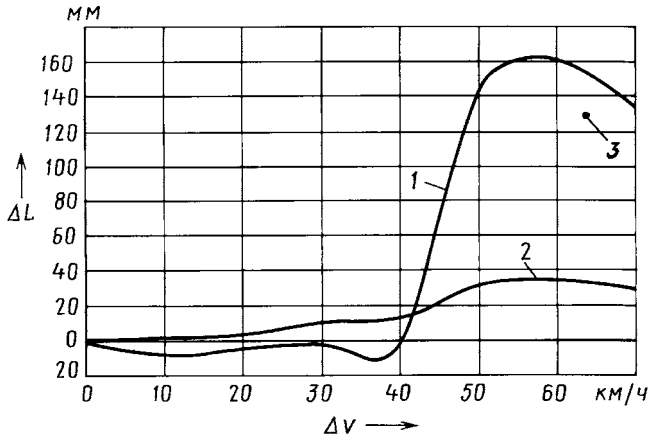



*Рис. 4. Перемещение торца рулевой колонки в вертикальной плоскости при столкновении ВАЗ-2115 с препятствием:*
*1* — вал с одним карданным шарниром; *2* — вал с двумя карданными шарнирами; *3* — полигонные испытания ВАЗ-2115

на рис. 2, а перемещения $\Delta L$ торца рулевой колонки в продольной и вертикальной плоскостях — соответственно на рис. 3 и 4.

Как видно из рисунков, перемещение рулевого вала с двумя карданными шарнирами в продольном направлении на 50 мм меньше, чем вала с одним шарниром. В вертикальной же плоскости перемещение вала с двумя карданными шарнирами составляет 40 мм, что на 13 мм меньше, чем у вала, оснащенного одним шарниром.

Результаты моделирования авторы сравнили с данными, полученными экспериментально. Расхождение составило менее 12 %. Это позволяет заключить, что рулевой вал с двумя карданными шарнирами повышает пассивную безопасность автомобиля при фронтальном столкновении: он, следовательно, меньше перемещает рулевое колесо в салон, что существенно снижает вероятность контакта водителя с ним, а значит, и тяжесть травм.

УДК 629.017

# СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ СЛЕДЯЩЕГО УСТРОЙСТВА ВАКУУМНОГО УСИЛИТЕЛЯ ТОРМОЗОВ

Д-р техн. наук А.Н. ТУРЕНКО,
канд. техн. наук С.Н. ШУКЛИНОВ

ХНАДУ (38.066. 398-40-77)

*Рассматривается методика синтеза параметров следящего устройства вакуумного усилителя, которая позволяет определить размеры упруго-эластичного элемента, управляющего поршня, зазора в следящем устройстве при открытии атмосферного клапана.*

***Ключевые слова:*** *вакуумный усилитель тормозов, статическая характеристика, следящее устройство, упруго-эластичный элемент, нечувствительность.*

**Turenko A.N., Shuklinov S.N.**

**SYNTHESIS OF VACUUM BRAKE BOOSTER FOOLLOW-UP DEVICE PARAMETERS**

*The method of synthesis of vacuum brake booster follow-up device parameters according to the set static characteristic of vehicle's brake driving is offered. The given method allows to determine the size of the resilient-elastic element, the control piston, the gar in the follow-up device at bleeder valve opening.*

***Keywords:*** *vacuum brake booster, static type, follow-up device, resilient-elastic element, insensitivity.*

Практически на каждом автомобиле, оборудованном гидравлической тормозной системой с главным тормозным цилиндром, применяется вакуумный усилитель — аппарат, который существенно улучшает эргономические качества его тормозного управления.

Данные качества, как известно, оцениваются по его статической характеристике $j_а = f(P_п)$ управления, т. е. зависимости установившегося замедления $j_а$ автомобиля от установившегося усилия $P_п$ на педали тормоза. При этом важно, чтобы статическая характеристика $F_ш = f(F_т)$ вакуумного усилителя (зависимость усилия $F_ш$ на его штоке от усилия $F_т$ на толкателе) была согласована со статической характеристикой $p_ж = f(P_п)$ тормозного привода — зависимостью давления $p_ж$ рабочей жидкости от усилия $P_п$ на педали. При этом характеристика $F_ш = f(F_т)$ может быть как линейной, так и нелинейной, однако нелинейная, по мнению многих специалистов, занимающихся рассматриваемой проблемой, предпочтительнее. Кроме того, они подчеркивают, что ее зона отсутствия следящего действия должна определяться нечувствительностью тормозной системы, а линейный участок этой зоны — соответствовать статической характеристике $j_{ап} = f(P_п)$ тормозного управления автомобиля в груженом состоянии (рис. 1). И авторы предлагаемой вниманию читателей статьи полностью согласны с этим.

Теперь по существу дела.

Следящее действие усилителя, т. е. пропорциональность усилия $F_ш$ на его штоке (выходе) усилию $F_т$ управления, приложенному со стороны водителя (на входе), обеспечивает следящее устройство, которое в конструкциях современных вакуумных усилителей формируется на основе упруго-эластичного элемента, выполненного в виде диска. Такое решение, если обеспечить зазор δ между торцом поршня управления *1* (рис. 2) и упруго-эластичным диском *2* в момент открытия атмосферного клапана *6*, позволяет получить нелинейную статическую характеристику усилителя. Но при этом следует иметь в виду, что коэффициент усиления, который для гидравлических следящих устройств обычно определяется как отношение квадратов диаметров диска ($D$) и поршня управления ($d$), в на-

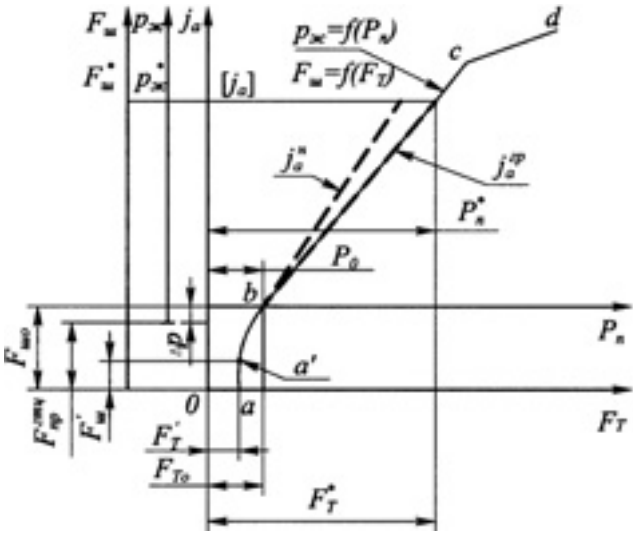



*Рис. 1. Статическая характеристика вакуумного усилителя $F_ш = f(F_т)$, совмещенная со статическими характеристиками тормозного управления $j_а = f(P_п)$ и тормозного привода $p_ж = f(F_т)$:*

$F'_т$, $F'_ш$ — усилие соответственно на поршне управления и штоке усилителя при открытии атмосферного клапана (зона начальной нечувствительности усилителя); $F_{то}$, $F_{шо}$ — усилие соответственно на поршне управления и штоке усилителя после выдавливания упруго-эластичного элемента в зазор перед поршнем управления при открытии атмосферного клапана; $F_{тн}$, $F_{шн}$ — усилие соответственно на поршне управления и штоке усилителя при насыщении усилителя; $c$ — точка насыщения усилителя по давлению; $P_0$, $F^{гтц}_{пр}$, $\Delta p$ — нечувствительность соответственно тормозного управления, тормозного привода и тормозных механизмов; $[j_а]$ — нормируемое замедление колесной машины (символом * отмечены параметры при нормируемом замедлении колесной машины); $j^{гр}_а$, $j^{н}_а$ — замедление соответственно при торможении колесной машины полной массы и только с водителем

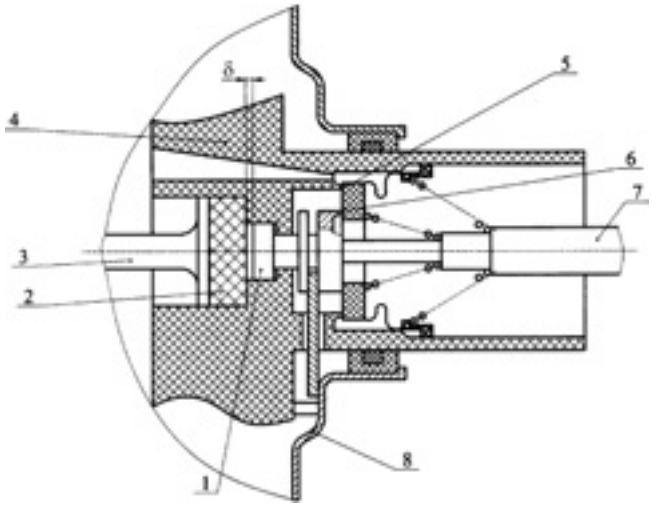



*Рис. 2. Схема следящего и клапанного устройства вакуумного усилителя в момент открытия атмосферного клапана:*

*1* — поршень управления; *2* — упруго-эластичный диск; *3* — шток; *4* — поршень усилителя; *5* — вакуумный клапан; *6* — атмосферный клапан; *7* — толкатель; *8* — корпус усилителя

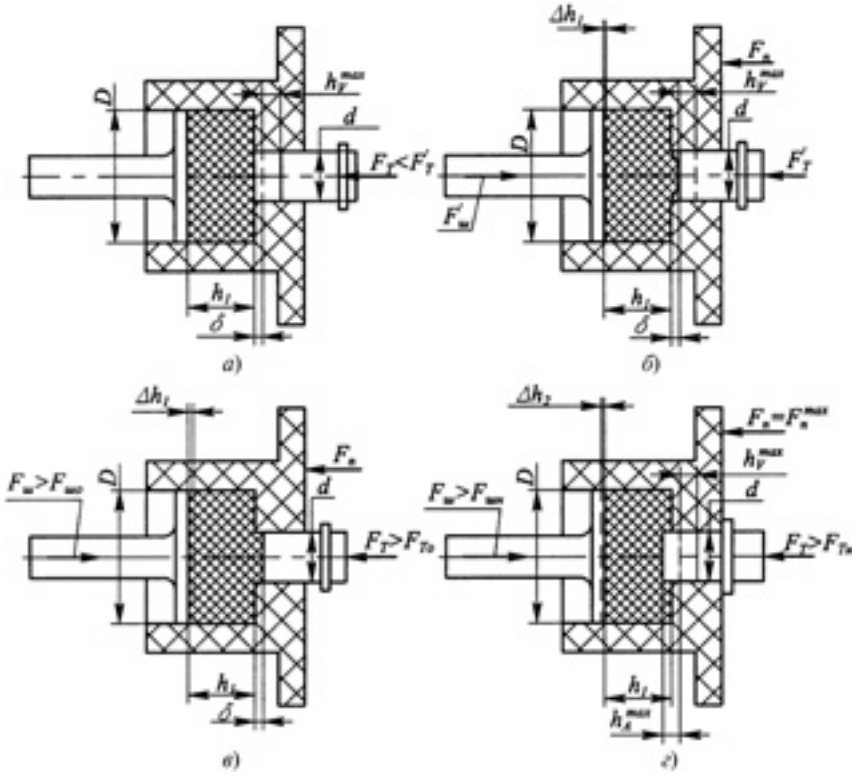


*Рис. 3. Схема напряженно-деформированного состояния упруго-эластичного диска следящего устройства вакуумного усилителя в зоне нечувствительности усилителя (а), в зоне нелинейности следящего действия усилителя (б); в зоне следящего действия усилителя (в) и в зоне насыщения усилителя по разряжению (г)*

шем случае нужно корректировать. Что обычно и делается по результатам испытаний вакуумного усилителя.

Однако это трудоемко, длительно и дорого. В связи с чем необходимы аналитические зависимости, позволяющие еще до изготовления макетного образа вакуумного усилителя по параметрам заданной характеристики $j_{ап} = f(P_п)$ определять значения параметров его следящего устройства. И такая возможность есть: пространство параметров следящего устройства усилителя следует синтезировать на основе его статической характеристики. Как — рассмотрим.

Типичная статическая характеристика (см. рис. 1) вакуумного усилителя, параметры которой определены коэффициентом эффективности торможения автомобиля в груженом состоянии, состоит из пяти (*Oa*, *aa'*, *a'b*, *bc* и *cd*) участков, каждый из которых характеризует напряженно-деформированное состояние упруго-эластичного элемента следящего устройства усилителя. Причем участки *Oa* и *aa'* образуют зону отсутствия следящего действия, где вакуумный усилитель может находиться в двух состояниях: *Oa* — усилие $F_т$ на толкателе недостаточно для открытия атмосферного клапана, а состояние упруго-эластичного элемента соответствует рис. 3, *а*; *aa'* — усилие $F_т$ обеспечивает перемещение поршня *1* управления на расстояние $h_V^{max}$, достаточное для закрытия вакуумного клапана *5* и открытия атмосферного клапана *6.* Причем в последнем случае усилие $F_п$, сформированное перепадом давления на поршне усилителя, выдавливает упруго-эластичный диск *2* в отверстие до его соприкосновения с торцом поршня управления, в результате чего на штоке *3* усилителя формируется усилие $F'_ш$ (точка *a'* на характеристике и соответствует этому моменту).

Зона *a'b* характеристики — переходная. В ней начинает проявляться следящее действие усилителя. Она, что хорошо видно из рис. 1, нелинейная и объясняется это тем, что площадь контакта упруго-эластичного диска с торцом поршня управления постепенно изменяется (рис. 4, *а*). В конце этой зоны зазор заполнен материалом упруго-эластичного элемента, и поршень полностью прилегает к торцу, усилия на толкателе и штоке становятся равными соответственно $F_{то}$ и $F_{шо}$. Усилитель переходит в режим следящего действия (зона *bc* статической характеристики), а напряженно-деформированное состояние упруго-эластичного элемента следящего устройства соответствует рис. 3, *в*.

Зона *cd* — зона насыщения усилителя по давлению. В ней упруго-эластичный диск находится в состоянии, показанном на рис. 3, *г*. При этом усилие $F_п$ на поршне усилителя достигает максимального значения ($F_п^{max}$).

В режиме насыщения усилителя перепад давления в его рабочих полостях не изменяется, но при дальнейшем увеличении усилия $F_т$ на толкателе поршень начинает внедряться в упруго-эластичный диск. При этом напряженное состояние последнего формируется усилием $F_п$, которое определяется глубиной $h_а$ этого внедрения и суммой усилий поршня ($F_п^{max}$) и толкателя ($F_т$). Максимальное же внедрение ($h_а^{max}$) наступает при полном открытии атмосферного клапана.

Какие же параметры определяют характер напряженно-деформированного состояния упруго-эластичного элемента и, следовательно, статическую характеристику усилителя? Это прежде всего усилие $F_т$ на толкателе, а при заданном $F_т$ — диаметр *d* поршня управления; геометрические параметры упруго-эластичного диска — его диаметр *D* и толщина $h_1$; модуль *E* упругости его материала; зазор δ между поршнем управления и упруго-эластичным диском в момент начала открытия атмосферного клапана вакуумного усилителя; объем $\Delta V_δ$ полости, в которую выдавливается упруго-эластичный диск.

Синтез пространства параметров следящего устройства усилителя начинается с определения по формулам № 1 (см. таблицу) тангенса угла α наклона характеристики в следящем режиме и отношения диаметра *d* поршня управления к диаметру *D* торца штока усилителя (или, что то же самое, диаметру упруго-эластичного диска).

Затем по формуле № 2 вычисляется толщина $h_1$ упруго-эластичного

| № формулы | Формула | Примечания |
|---|---|---|
| 1 | $\mathrm{tg}\alpha = \frac{D^2}{d^2} = \frac{F_{шн} - F_{шо}}{F_{тн} - F_{то}}$<br>$\frac{d}{D} = \frac{1}{\sqrt{\mathrm{tg}\alpha}}$ | $\alpha$ — угол наклона статической характеристики вакуумного усилителя тормозов (линейного участка следящего действия); $D$, $d$ — соответственно диаметры упруго-эластичного элемента и поршня управления; $F_{шо}$, $F_{шн}$ — усилие на штоке усилителя при его включении и насыщении по давлению; $F_{то}$, $F_{тн}$ — усилие на толкателе при его включении и насыщении по давлению |
| 2 | $h_1 = \frac{h_A^{\max}}{\varepsilon^{\max}}$ | $h_1$ — толщина упруго-эластичного диска; $h_A^{\max}$ — внедрение поршня управления в упругий диск при максимальном открытии атмосферного клапана; $\varepsilon^{\max}$ — максимальная относительная деформация диска |
| 3 | $d = \frac{h_1}{\sqrt{\frac{1 - \frac{d}{D}}{3\frac{d}{D}\left(1 + \frac{d}{D}\right)}}}$ | — |
| 4 | $D = d\sqrt{\mathrm{tg}\alpha}$ | — |
| 5 | $\sigma^P = \frac{h_a^{\max}}{h_1} E(A + 2\mu_{тр}C) + \frac{4F_ш^\sigma}{\pi D^2} \leqslant [\sigma]$ | $\sigma^P$ — напряжения в упруго-эластичном элементе при нагрузке на штоке $F_ш^\sigma$; $E$ — модуль упругости материала упруго-эластичного элемента; $A$ и $C$ — коэффициенты: $A = 1{,}5 + \frac{1}{1 - \frac{d^2}{D^2}} \ln\frac{D}{d}$; $C = \frac{h_1}{d}\frac{1}{1 - \frac{d}{D}} + \frac{d}{h_1}\left[\frac{1}{6} + \frac{\frac{1}{3}\frac{d^3}{D^3} - \frac{d}{D} + \frac{2}{3}}{2\frac{d}{D}\left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)}\right]$; $\mu_{тр}$ — коэффициент трения; $F_ш^\sigma$ — усилие на штоке усилителя, соответствующее регламенту испытаний на долговечность; $[\sigma]$ — условная прочность упругого материала диска |
| 6 | $\Delta V = \Delta h_1 \frac{\pi D^2}{4}$ | $\Delta V$ — объем материала упруго-эластичного элемента, выдавливаемого в отверстие до соприкосновения с торцом поршня управления; $\Delta h_1$ — сжатие упруго-эластичного диска |
| 7 | $\Delta V = \frac{2}{3}\pi r_ш^2 \delta$ | $\Delta V$ — объем шарового сектора; $r_ш$ — радиус шарового сектора; $\delta$ — зазор между торцом поршня управления и упруго-эластичным элементом в момент открытия атмосферного клапана |
| 8 | $r_ш = \frac{d}{2\sin\beta}$ | $\beta$ — половина угла при вершине шарового сектора |
| 9 | $\beta = \pi - \gamma$ | $\gamma$ — половина угла при вершине конуса, вписанного в зазор между упруго-эластичным элементом и торцом поршня управления |
| 10 | $\mathrm{tg}\gamma = \frac{d}{2\delta}$ | — |
| 11 | $\Delta V = \frac{1}{6}\pi d^2 \frac{\delta}{\sin^2\left(\pi - \mathrm{arctg}\frac{d}{2\delta}\right)}$ | — |
| 12 | $\delta = \frac{3}{2}\frac{D^2 \Delta h_1}{d^2}\sin^2\left(\pi - \mathrm{arctg}\frac{d}{2\delta}\right)$ | — |
| 13 | $F'_ш = \frac{\pi D^2}{4} p_1$ | $F'_ш$ — усилие на штоке усилителя в момент касания упруго-эластичного элемента торца поршня управления |
| 14 | $p_1 = \sigma\left[(2 + \mu_{тр})\ln\frac{D^2}{d^2} - 4\mu_{тр}\frac{h_1}{D}\right]$ | $p_1$ — удельное усилие на штоке усилителя при выдавливании упругого диска в зазор для следящего устройства с плоским днищем при хорошей смазке |
| 15 | $\sigma = \varepsilon E = \frac{\Delta h_1}{h_1} E$ | $\sigma$ — напряжение сжатия упруго-эластичного диска; $\varepsilon$ — относительная деформация диска при усилии $F'_ш$ на штоке усилителя |
| 16 | $\Delta h_1 = \frac{4F'_ш h_1}{\pi D^2 E\left[(2 + \mu_{тр})\ln\frac{D^2}{d^2} - 4\mu_{тр}\frac{h_1}{D}\right]}$ | — |

*Окончание таблицы*

| № формулы | Формула | Примечания |
|---|---|---|
| 17 | $\delta = \dfrac{6F'_{ш}h_1 \sin^2\left(\pi - \operatorname{arctg}\dfrac{d}{2\delta}\right)}{\pi d^2 E\left[(\mu_{тр}+2)\ln\dfrac{D^2}{d^2} - 4\mu_{тр}\dfrac{h_1}{D}\right]}$ | — |
| 18 | $\delta = \dfrac{6F'_{ш}h_1}{\pi d^2 E\left[(\mu_{тр}+2)\ln\dfrac{D^2}{d^2} - 4\mu_{тр}\dfrac{h_1}{D}\right]}$ | — |
| 19 | $F_{шо} = \sigma(2+\mu_{тр})\ln\dfrac{D^2}{d^2}\left[(3+\mu_{тр})\ln\dfrac{D^2}{d^2} - 4\mu_{тр}\dfrac{h_1}{D}\right]\dfrac{\pi D^2}{4}$ | — |
| 20 | $\sigma_\delta = \varepsilon_\delta E = \dfrac{4\Delta V_\delta}{\pi D^2 h_1} E$ | $\sigma_\delta$ — напряжение сжатия упруго-эластичного диска при усилии на штоке усилителя $F_{шо}$; $\varepsilon_\delta$ — относительная деформация диска при усилии $F_{шо}$ на штоке усилителя |
| 21 | $\Delta V_\delta = \dfrac{F_{шо}h_1}{E(2+\mu_{тр})\ln\dfrac{D^2}{d^2}} \dfrac{1}{\left[(3+\mu_{тр})\ln\dfrac{D^2}{d^2} - 4\mu_{тр}\dfrac{h_1}{D}\right]}$ | $\Delta V_\delta$ — объем полости перед торцом поршня управления, куда выдавливается упруго-эластичный элемент |
| 22 | $\Delta V_\delta = \dfrac{\pi d^2}{4}\delta + \Delta$ | $\Delta$ — объем дополнительной полости |
| 23 | $\Delta = \dfrac{\pi d^2}{4}\delta_1 - V_к = \dfrac{\pi d^2}{4}\delta_1 - \dfrac{1}{3}\pi d^2\delta_1 = \dfrac{5}{36}\pi d^2\delta_1$ | $V_к$ — объем конуса на торце поршня управления; $\delta_1$ — высота конусного днища поршня управления |
| 24 | $\gamma_1 = \operatorname{arctg}\left(\dfrac{72}{5}\dfrac{\Delta}{\pi d^3}\right)$ | $\gamma_1$ — угол конусной поверхности днища поршня управления |

диска (она, повторяем, зависит от внедрения $h_a^{max}$ диска поршня управления при максимальном открытии атмосферного клапана). При этом величиной максимальной относительной деформацией $\varepsilon^{max}$, входящей в данную формулу, необходимо задаться (как свидетельствует анализ реальных конструкций, для обеспечения линейной зависимости усилия от деформации желательно, чтобы $\varepsilon^{max} \leqslant 0{,}3$).

Следующий шаг — вычисление диаметров $d$ и $D$ по формулам № 3 и 4.

Теперь, зная $h_1$ и $D$, легко определить характеристики материала упруго-эластичного диска, а выбрав модуль $E$ его упругости — проверить диск на прочность по формуле № 5, в которой первое слагаемое характеризует напряжение в диске из-за изменения его формы, а второе определяет напряжение при сжатии. Причем в нашем случае в формулу необходимо подставлять значение напряжения при сжатии, соответствующее силе $F_ш^\sigma$ на штоке при испытании усилителя на долговечность. И если условие, которое и представляет собой формула № 5, не соблюдается, то следует выполнить одно или, при необходимости, несколько мероприятий: взять другой упруго-эластичный материал для диска; уменьшить относительное сжатие диска или, если это возможно, уменьшить внедрение поршня управления в диск при максимальном открытии атмосферного клапана.

Полученные значения геометрических параметров диска определяются точкой *c* на статической характеристике тормозного управления (см. рис. 1).

Далее. Начальная зона нечувствительности (*Oa* на рис. 1) в основном определяется параметрами пружины толкателя *7* и пневматически неуравновешенной частью затвора клапана *5* (см. рис. 2), а участки *aa'* и *a'b* характеристики (см. рис. 1) при срабатывании усилителя — величиной зазора $\delta$ и объемом $\Delta V$ полости между торцом поршня управления и упруго-эластичным диском. Второй участок зоны нечувствительности (*aa'*) характерен для случая выдавливания упруго-эластичного диска в отверстие до соприкосновения с торцом поршня управления. При этом диск сжимается усилием $F'_ш$ на величину $\Delta h_1$ (см. рис. 1 и рис. 4, *а*), что определяет объем $\Delta V$ выдавленного в отверстие материала (формула № 6). С другой стороны, тот же объем можно выразить через зазор $\delta$ между диском и торцом поршня управления в момент открытия атмосферного клапана. Это вполне возможно, если допустить, что напряжения вдоль кромки упруго-эластичного диска, расположенной на входе в отверстие цилиндра поршня управления, распределяются равномерно, то объем $\Delta V$ выдавленного материала имеет форму шарового сектора. Но известно, что объем такого сектора зависит от радиуса $r_ш$ шара и высоты сектора. Причем в нашем случае высота сектора равна зазору $\delta$. Тогда $\Delta V = \Delta V_ш$ можно подсчитать по формуле № 7, в которую входит одно неизвестное — $r_ш$.

Чтобы его определить, обратимся к рис. 4, *б*.

Из треугольника *oab* видно, что $r_ш$ можно выразить через диаметр пор-

шня $d$ управления (формула № 8), из треугольника $obc$ — получить значение угла 2β при вершине $O$ (формула № 9), а из треугольника $abc$ следует формула № 10. Тогда объем $\Delta V$ шарового сектора дает формула № 11.

Очевидно, что, решая совместно уравнения № 6 и 11, легко найти величину зазора δ (формула № 12), соответствующую усилию $F'_{ш}$, при котором упруго-эластичный элемент сжимается на величину $\Delta h_1$, а выдавливаемый материал касается торца поршня управления. В эту формулу, как видим, входит $\Delta h_1$ сжатия. Определяется она по усилию $F'_{ш}$ следующим образом.

Усилие $F'_{ш}$ на штоке вакуумного усилителя в общем виде записывается формулой № 13. В свою очередь, входящее в нее удельное усилие $p_1$ на штоке усилителя для следящего устройства с плоским днищем при хорошей смазке можно рассчитать по формуле № 14. И учитывая, далее, что напряжение σ при сжатии упругого диска определяется его относительной деформацией ε в соответствии с формулой № 15, можно записать формулу № 16. И затем подставить ее в формулу № 12, получив таким образом формулу № 17, в которую входит отношение диаметра $d$ поршня управления к удвоенному зазору δ.

В реальных конструкциях следящих устройств это отношение имеет такое значение, при котором угол γ (см. рис. 4, *б*) более 80°. Поэтому значение синуса в числителе формулы № 17 можно принять равным единице. Тогда окончательное выражение, по которому можно рассчитать необходимый зазор δ для формирования на штоке усилия $F'_{ш}$, примет вид формулы № 18.

Дальнейшее повышение давления в атмосферной полости усилителя приводит к увеличению усилия $F_{п}$ на поршне. При этом выдавливание упруго-эластичного диска сопровождается увеличением площади его контакта с торцом поршня управления, что обуславливает появление следящего действия и рост усилий на толкателе ($F_{т}$) и штоке ($F_{ш}$). Это соответствует переходной зоне статической характеристики (участок *a'b* на рис. 1).

После заполнения упруго-эластичным элементом зазора переходная зона заканчивается (усилие $F_{шо}$ на штоке в ее конце дает формула № 19), наступает следующий режим работы усилителя. При этом напряжение $\sigma_{\delta}$ в диске можно определить по формуле № 20, представив относительную деформацию $\varepsilon_{\delta}$ в виде отношения выдавленного объема $\Delta V_{\delta}$ к объему $V$ всего диска.

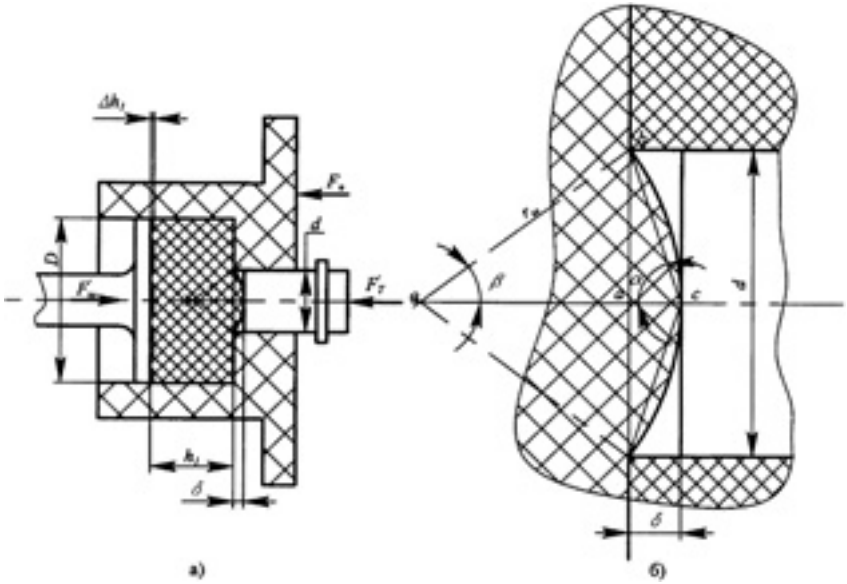


*Рис. 4. Схемы для описания объема выдавливаемого упруго-эластичного диска через геометрические параметры следящего устройства в момент его касания торца поршня управления (а) и шарового сектора, вписанного в зазор перед торцом поршня управления (б)*

Чтобы на штоке усилителя при заполнении полости перед поршнем управления сформировалось усилие $F_{шо}$, необходимо обеспечить определенное значение объема $\Delta V_{\delta}$ этой полости. И его величину можно получить, решая совместно уравнения № 19 и 20 (формула № 21). При этом очевидно: если условие $\Delta V_{\delta} > \frac{\pi d^2}{4}\delta$ выполняется, то для обеспечения требуемой статической характеристики и деформирования упруго-эластичного диска необходимо сформировать дополнительную полость объемом Δ. При этом итоговый объем полости, в которую выдавливается диск, может быть описан формулой № 22. И эту полость можно сформировать, если торец поршня управления выполнить не в виде плоской поверхности, а например, сферической или, как показано на рис. 5, *б*, конусной. В этом случае объем Δ дополнительной полости определяется по формуле № 23, а угол $\gamma_1$ конусной поверхности торца поршня управления, учитывая, что $\delta_1 = \frac{d}{2}\mathrm{tg}\gamma_1$, — с помощью формулы № 24.

Таким образом, полученные формулы № 1—5 и № 18, 21 и 24 позволяют конструктору на стадии проектирования определить все параметры следящего устройства с упруго-эластичным элементом, необходимые для обеспечения требуемой статической характеристики вакуумного усилителя тормозов. Чтобы убедиться в этом, рассмотрим расчетную (кривая *2* на рис. 5) и экспериментальную (кривая *1*) статические характеристики вакуумного усилителя тормозов ХАДИ-3510010. Как видим, они практически совпадают. Однако выполненные по рассмотренной выше методике расчеты показывают, что изготовленный в со-

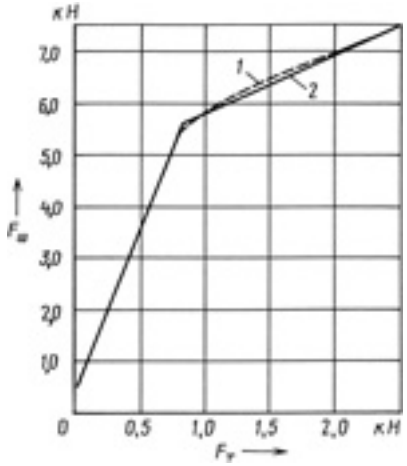



*Рис. 5. Экспериментальная (1) и расчетная (2) статические характеристики вакуумного усилителя тормозов ХАДИ-3510010*

ответствии с ней упруго-эластичный диск при длительной работе может разрушиться, так как напряжения в нем в режиме насыщения превышают условный предел прочности материала. Поэтому для гарантии безотказной работы усилителя толщину диска целесообразно увеличить с 6,0 до расчетных 7,1 мм, его диаметр $D$ — до 29,9, а диаметр $d$ поршня управления — до 11,8 мм. При этом статическая характеристика усилителя останется прежней, а долговечность его следящего устройства резко повысится.

## *Читатель предлагает*

УДК 621.039.542.46:621.7

# ЭЛЕКТРОЛИЗНАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВС ВОДОЙ

Д-р техн. наук И.А. ТИМОФЕЕВ, Г.В. ИЛЬИН

Чувашский ЧЗПТ, ГПУ (8.8352. 52-34-48)

*Предложены конструкция и технология системы питания ДВС водой. Разработанная конструкция позволяет легко переоборудовать обычные автомобили на ископаемом топливе в автомобили, которые будут работать на водороде. Самый общепринятый способ его получения — электролиз воды.*

***Ключевые слова:*** *ротор электролиза, система питания, простые пластины, положительный и отрицательный электроды, коллектор, водород, кислород.*

**Timofeev I.A., Ilyin G.V.**

**ELECTROLYZER SYSTEM OF A HYDROGEN-FUELED COMBUSTION ENGINE**

*The construction and technology of the feed circuit of a hydrogen-fueled combustion engine are considered. The engineered construction allows to easily transform an average fossil-fueled engine automobile into a hydrogen-fueled engine automobile. Water electrolysis is the commonest way of hydrogen production.*

***Keywords:*** *electrolysis rotor, feed circuit, porous plate, positive and negative electrodes, manifold block, hydrogen, oxygen.*

Известно, что при разложении воды можно получить водород и кислород [1], а при горении водорода в кислороде выделяются тепловая энергия и водяной пар. Поэтому многие специалисты давно уже занимаются созданием бортовых автомобильных электролизеров, чтобы использовать получаемый с их помощью водород в качестве топлива для ДВС. При этом наибольший интерес они, естественно, проявляют к электрохимическим генераторам, работающим на водородно-кислородных элементах [2], поскольку такие генераторы обладают высокими энергоемкостью и компактностью.

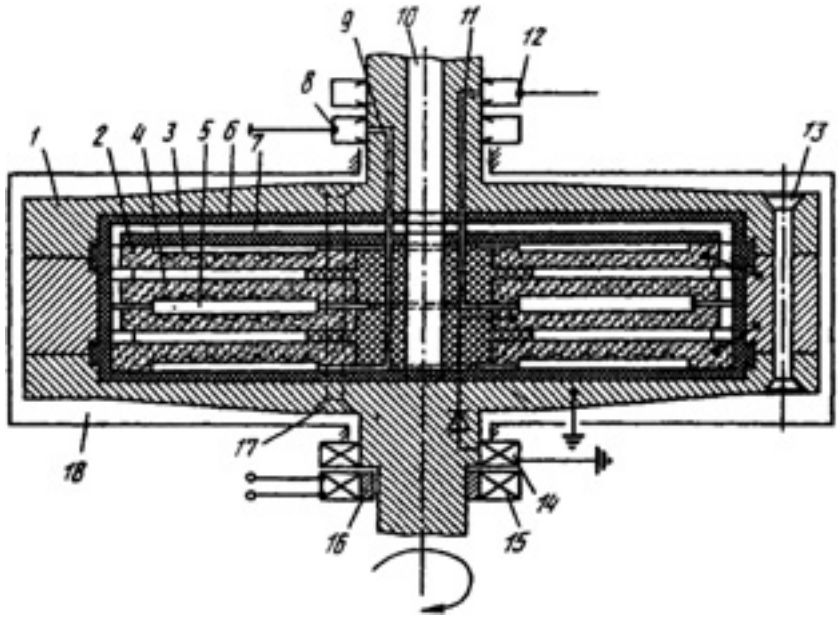
Конструкций, реализующих данную идею, уже предложено достаточно много. Но, к сожалению, все они сложны и громоздки. Авторам предлагаемой вниманию читателей статьи, как им кажется, удалось избежать обоих недостатков, применив решения, рассматриваемые ниже.

Разработанный ими электролизер — центробежный. Его главный узел — ротор (см. рисунок) состоит из корпуса *1* диаметром 47 мм и толщиной стенки 290 мм, двух (*2* и *4*) кольцеобразных пористых пластин, выполненных из никеля, первая из которых играет роль отрицательного электрода, вторая — положительного. Каждая из пластин, в свою очередь, имеет свою кольцеобразную камеру (соответственно камеры *3* и *5*), предназначенную для сбора полученного в процессе электролиза водорода и кислорода. Кроме того, между пластинами *2* и *4* располагается изоляционная пластина *6*, исключающая вероятность электрического пробоя между ними. Все эти детали размещены в неподвижном кожухе *18*.

Кроме перечисленного в систему также входят питающий канал *7* непрерывного подвода воды к камерам *3* и *5*, коллекторы *8* и *12* и каналы *9* и *11,* по которым водород и кислород поступают в цилиндры ДВС.

Ротор электролизера и вал насоса (на рисунке не показан) подачи воды по полому валу *10* приводятся во вращение от ДВС. Для соединения частей ротора и его жесткого крепления предусмотрены винты-заклепки *13* (на рисунке для его упрощения показан только один винт по периметру ротора и один — в средней части ротора).

Электролизер электрической энергией питается от тороидального трансформатора, первичная обмотка *15* которого намотана на круглое кольцо *16* магнитопровода, закреплена на неподвижной части корпуса электролизера и подключена к генераторной установке автомобиля. Его вторичная обмотка *14*, на выходе ко-



торой предусмотрен выпрямитель *17*, закреплена на роторе электролизера.

В связи с тем, что напряжение генераторной установки АТС становится тем выше, чем больше частота вращения ротора электрогенератора, которая зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя, то, чтобы поддерживать напряжение последней в заданных пределах (26,4—30,9 В), в ее цепь включен регулятор напряжения (на рисунке не показан).

Мощность, потребляемая разработанным центробежным электролизером, составляет 960 Вт, номинальное напряжение питания — 24 В, сила тока — 40 А, КПД — 75—80 %, производительность по водороду — 6—8 $дм^3$/ч. Практика показала, что автомобиль может проехать то же расстояние на водороде, полученном из 1 л воды, что и обычный автомобиль тех же размеров на 1 л бензина.

В принципе, возможны и другие варианты исполнения ротора электролизера. Например, пластины можно сделать неподвижными. В этом случае, очевидно, необходимо предусмотреть отдельный электродвигатель для привода насоса, а вторичную обмотку трансформатора вместе с сердечником расположить отдельно от ротора.

Электролизная система питания ДВС работает следующим образом.

Ротор электролизера и полый вал насоса, жестко скрепленные друг с другом, приводятся во вращение от ДВС. При подключении электрического тока к пористым пластинам (электродам) *2* и *4* подаваемая к ним вода разлагается на молекулярные водород и кислород, что приводит к повышению давления водорода в канале *9* и коллекторе *8*. То есть двигатель переводится в режим питания водородом и отключается от потребления углеводородного топлива, которое необходимо для пуска ДВС.

Технология исполнения пластин ротора довольно проста.

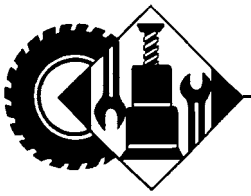
Кольцеобразные пористые пластины (электроды) изготовлены методом прессования никелевого порошка марки ПНК-ОТ2 (ГОСТ 9722—97) фракций $(-80—+71) \cdot 10^{-6}$ м, который выпускается новоуральской (Свердловская обл.) фирмой ОАО "Нейтрам". Прессование выполнялось под давлением 300—400 МПа (3000—4000 $кгс/см^2$). Затем заготовки при температуре 1275—1320 К (1002—1047 °С) в течение 2050—2070 с (34,2—34,5 мин) подвергались спеканию в атмосфере водорода. При этом открытая их пористость получалась равной 78—88 %, плотность — 0,1—0,5 $т/м^3$, прочность — 50 МПа (500 $кгс/см^2$).

Рассмотренная электролизная система питания, конечно, полноценную работу ДВС на чистом водороде обеспечить не может: у нее недостаточная производительность. Однако водород, вырабатываемый ею, можно использовать в качестве добавки к топливу нефтяного происхождения, что, как известно, резко улучшает экологичность ДВС и его пусковые свойства. Очень важную роль она может сыграть и как средство дозаправки бортовых емкостей АТС, уже переведенных на водородное топливо.

Таким образом, рассмотренная конструкция электролизной системы питания позволяет получить более экономичный, конструктивно простой, дешевый в производстве, надежный и экологичный ДВС. В том числе и работающий в составе комбинированной (гибридной) силовой установки.

**Литература**


1. Варыпаев В.Н. Химические источники тока [под ред. В.Н. Варыпаева] / В.Н. Варыпаев, М.А. Дасаян, В.Н. Никольский. — М.: Высшая школа, 1990. — 240 с.
2. Лидоренко Н.С. Электротехнические генераторы / Н.С. Лидоренко, Г.Ф. Мучник. — М.: Энергоиздат, 1982. — 447 с.

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС


УДК 629.067


## Бортовые интеллектуальные транспортные системы


Канд. техн. наук В.А. ТОПАЛИДИ

ТАДИ (+99897. 111-36-95)



*Систематизированы существующие и перспективные направления развития бортовых интеллектуальных транспортных систем, предложены их классификация и новые ИТС по контролю за безопасностью технического состояния АТС.*



***Ключевые слова:*** *бортовые интеллектуальные транспортные системы, автопоезда, безопасность, контроль, торможение.*



**Topalidi V.A.**


**INCREASING OF EFFICIENCY OF INTELLECTUAL TRANSPORT SIDED SYSTEMS**


*Existing and perspective ways of development of intellectual transport sides systems are systematized, suggested their classification and planning of new ITSS for realization of safety control of vehicle technical condition.*



***Keywords:*** *intellectual transport sided systems (ITSS), road-trains, safety, technical control, braking.*


В настоящее время на автотранспорте все более широкое распространение получают интеллектуальные транспортные системы (ИТС), которые предназначены для управления пассажирскими и грузовыми перевозками, регулирования дорожного движения, технически и информативно связаны между собой [1]. Почему — очевидно: они позволяют кардинально повысить безопасность движения и эффективность транспортного обеспечения регионов, городов, предприятий и населения.

К этим ИТС, безусловно, относятся и бортовые, т. е. устанавливаемые непосредственно на АТС, системы, которые работают не только на основе различной информации, поступающей от встроенных датчиков, но и по сигналам других транспортных средств, приборов дорожной инфраструктуры, систем типа GPS, ГЛОНАСС и информационного сервиса. Бортовые ИТС (БИТС) по своим функциям существенно отличаются от простейших встроенных систем контроля технического состояния исправности того или

иного механизма или системы АТС: они уже не только вырабатывают предупреждающую информацию для водителя, а анализируют ее и действиями своих механизмов исключают определенную аварийную ситуацию, в которой оказалось АТС.

Современные БИТС это не автопилоты, но они реально предупреждают, а во многих случаях предотвращают ДТП. Одними из первых бортовых ИТС можно считать антиблокировочные системы (АБС), четвертое поколение которых уже активно внедряется на АТС. Кроме того, ИТС осуществляют контроль за состоянием и работой водителя, позволяют объезжать заторы на дорогах и т. д.

Предлагается расширить БИТС за счет разработок систем по контролю за безопасностью технического состояния, а также контролю и повышению экологической безопасности АТС, тем более что многие из них реально существуют и частично внедрены на АТС.

Европейские стандарты, вводящие нормы "Евро-3" и выше для бензиновых двигателей, регламентируют обязательное наличие в составе транспортного средства системы бортовой диагностики (БСК) показателей экологической безопасности. Аналогичные нормативные требования планируются ввести также для дизельных АТС. Эти довольно сложные системы, осуществляющие периодический мониторинг за экологической безопасностью АТС, должны быть отнесены к БИТС.

К "умным" БИТС также необходимо отнести электронные системы, контролирующие и автоматически включающие нужные передачи в коробке передач грузовых автомобилей и тягачей, что позволяет экономить топливо, а также системы, поддерживающие экономный режим движения АТС. Экономия топлива сама по себе важнейшая задача на автотранспорте, которая, естественно, повышает и экологическую безопасность АТС.

С целью систематизации существующих и перспективных направлений развития БИТС АТС разработана функциональная классификация таких систем (см. рисунок).

Каждая из пяти представленных в классификации групп БИТС постоянно пополняется новыми типами и осуществляется модернизация уже существующих интеллектуальных систем. Могут появиться и принципиально новые, сейчас неизвестные системы.

Авторы работы [2] совершенно справедливо отмечают еще много нерешенных проблем массового внедрения БИТС. Это стандартизация технологий БИТС, особенно во взаимосвязи с дорожной информационной структурой, информационная перегрузка и совместимость с психофизическими способностями водителя, корректировка, а более вероятна разработка отдельных Правил ЕЭК ООН. Однако сегодня трудно представить современные АТС без БИТС. Страны ЕС за счет их внедрения планируют на одну треть снизить смертность от ДТП за три года.

Большой вклад БИТС вносят в обеспечение безопасности автопоездов, особенно они необходимы в перспективных модульных длинномерных большегрузных автопоездах (см. АП, 2007, № 1 и АП, 2008, № 6). Здесь предстоит большая работа по модернизации существующих БИТС, разработке новых и их внедрению на модульных автопоездах.

БИТС, осуществляющие мониторинг тормозных свойств, особенно необходимы для автопоездов по трем причинам.

Во-первых, автопоезда в основном находятся в частных руках. Поэтому контроль за их безопасностью фактически осуществляется только раз в год, при обязательных технических осмотрах, хотя современные автопоезда и грузовые автомобили по своей сложности уже не уступают автомобилям легковым. Более того, некоторые из них даже сложнее. Взять хотя бы тормозные системы: они представляют собой сложнейшую автоматическую пневмосистему с электронным управлением.

Во-вторых, стендовое диагностирование тех же тормозных свойств автопоездов требует обязательного применения нагрузочных устройств для задней оси тягача и осей прицепа или полуприцепа. Необходимо также использовать имитатор тормозов тягача, а этот процесс длительный. Кроме того, силовые стенды, применяемые в Европе и странах СНГ, имеют погрешность измерения, превышающую 5 %. В то же время средства бортового контроля тормозных свойств дают ошибку не более 3 %, а главное, выполняют все измерения в реальных дорожных условиях на АТС с полной нагрузкой.

В-третьих, автопоезда осуществляют, как правило, рейсы на большие расстояния, особенно в случае международных перевозок. Наличие же постоянной информации о соответствии параметров их систем и устройств параметрам нормативным создает водителю психологические предпосылки безопасной реализации тягово-скоростных свойств АТС.

Системы, выполняющие бортовой мониторинг эффективности и устойчивости АТС, в том числе и автопоездов, судя по числу запатентованных разработок, уже практически есть. К примеру, в ТАДИ создан ряд оригинальных способов бортового контроля тормозных свойств прицепных звеньев в составе автопоездов любых типов. Причем самых разных, из которых особый интерес для практики должны представлять БИТС двух предназначений для автоматизированного или выборочно-

го контроля: эффективности и устойчивости торможения тягачей и других звеньев автопоездов при выключенной (например, отказавшей) АБС.

Первая из этих групп, БИТС контроля эффективности торможения АТС, может работать по одному из следующих алгоритмов: контроль по тормозному пути *S* на основе информации, поступающей от колесных датчиков АБС; по замедлению *j* и времени срабатывания тормозной системы ($\tau_{тс}$) или тормозного привода ($\tau_{тп}$); по усилиям в сцепке "тягач—прицеп"; рассогласованию замедлений отдельных звеньев автопоезда; методом отключения тормозов отдельных звеньев автопоезда.

Как видим, в данных БИТС может быть реализовано пять вариантов контроля, первые два из которых довольно хорошо известны не только их разработчикам, но и эксплуатационникам. И чтобы автоматизировать эти контрольные операции, они дополнены электронной системой регистрации и анализа темпа нажатия на педаль тормоза и оповещения водителя об эффективности торможения АТС.

Третий и четвертый варианты БИТС осуществляют контроль за эффективностью торможения тягача и прицепных звеньев в составе автопоездов любых типов. Поэтому они имеют сложный алгоритм распознания замедлений, основанный на информации об усилиях или смещении упругих элементов в сцепных устройствах предыдущего звена автопоезда и регистрации темпа нажатия на педаль тормоза (пат. № IAP02919, UZ).

Но самый точный из перечисленных вариантов — пятый, т. е. контроль за эффективностью торможения отдельных звеньев в составе автопоезда (пат. № IAP02920, UZ). Реализуется он путем временного отключения или искусственного понижения эффективности тормозов отдельного звена автопоезда и проведения контрольных испытаний при небольших скоростях движения (замеряются *j* и $\tau_{тс}$).

Что касается БИТС второй группы, контроля устойчивости АТС при торможении, то у нее четыре варианта — по боковым ускорениям звеньев автопоезда; угловым ускорениям звеньев автопоезда вокруг его центра масс; углам "складывания" звеньев при торможении; отклонениям от коридора (оси) движения звеньев автопоезда.

Два первых из них давно известны и за рубежом, и в странах СНГ. Но специалисты ТАДИ сумели резко повысить их точность (а.с. № 1657433).

Третий вариант — тоже давно известный и доведенный до высокой степени совершенства; четвертый — наиболее простой с точки зрения технического решения: он не требует сложных гироскопических датчиков (а.с. № 1527043).

В ТАДИ сделана также попытка объединения возможностей обеих групп БИТС, т. е. БИТС контроля эффективности и одновременно устойчивости любого звена автопоезда при торможении. Она, как уже сообщалось (см. "АП", 2002, № 1), оказалась удачной. Более того, в развитие данного изобретения разработана (пат. № IAP03822, UZ) БИТС, позволяющая контролировать и управлять устойчивостью движения любого звена автопоезда на криволинейных участках дорог. Поэтому представляется необходимым включить эти БИТС в состав комплексных электронных систем управления транспортными средствами, как отвечающие требованиям Приложения 18 Правил № 13 ЕЭК ООН. В этом случае наличие электронных БИТС контроля за эффективностью и устойчивостью при торможении дает возможность отказаться от стендовых тормозных испытаний при проведении обязательных технических осмотров автопоездов, что ускорит и удешевит прохождение таких осмотров и в целом повысит эксплуатационную безопасность автопоездов.

**Литература**


1. Жанказиев С.В., Иванов А.М., Власов В.М. Научные подходы к формированию концепции построения ИТС в России // Автотранспортные предприятия. 2010. № 4. С. 2—8.
2. Кисуленко Б.В., Бочаров А.В. Интеллектуальные системы безопасности автомобилей // Автомобильная промышленность. 2008. № 3. С. 16—18.


---


УДК 574


# Модель концентрации составляющих отработавших газов АТС в воздухе уличной дорожной сети


А.М. АЛЕЙНИКОВА

Институт энергетики и машиностроения ДГТУ (863. 252-50-89)



*Представлена модель расчета концентрации составляющих отработавших газов передвижного источника в атмосферном воздухе, основанная на дифференциальных уравнениях переноса вещества ламинарным и турбулентным потоками. Особенностью предлагаемой модели является независимое рассмотрение процессов рассеивания загрязняющих веществ в выбросах автомобиля в плоскости, параллельной полотну дороги, и в вертикальном направлении. В качестве основных факторов, влияющих на формирование полей концентраций загрязняющих веществ в воздушной среде, рассматриваются режим работы двигателя и конфигурация кузова транспортного средства.*



***Ключевые слова:*** *пространственная модель, концентрация загрязняющих веществ в выбросах автомобиля, площадь экологического влияния.*



**Aleynikova A.M.**


**MODEL OF MOVING SOURCE COMPONENTS OF EXHAUST GASES CONCENTRATION**


*The article is devoted to the elaborating of the atmosphere model of moving source components of exhaust gases concentration. The model is grounded on the differential equations of substance's transmission with a laminar and a turbulent flow. The feature of a proposed model is independent consideration of dispersing processes of pollutants containing in automobile emissions in a horizontal plane and in a vertical direction. An engine power setting and an automobile's body configuration are considered as main factors influencing pollutants dispersing processes in the atmosphere.*



***Keywords:*** *spatial model, concentration of pollutants containing in automobile emissions, the area of ecological influence*


Для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду следует учитывать особенности формирования полей концентрации загрязняющих веществ в выбросах отработавших газов в атмосферный воздух городской дорожной сети передвижными источниками (см. "АП", 2011, № 2).

Вниманию читателей предлагается модель, отражающая влияние вертикальных и горизонтальных турбу-

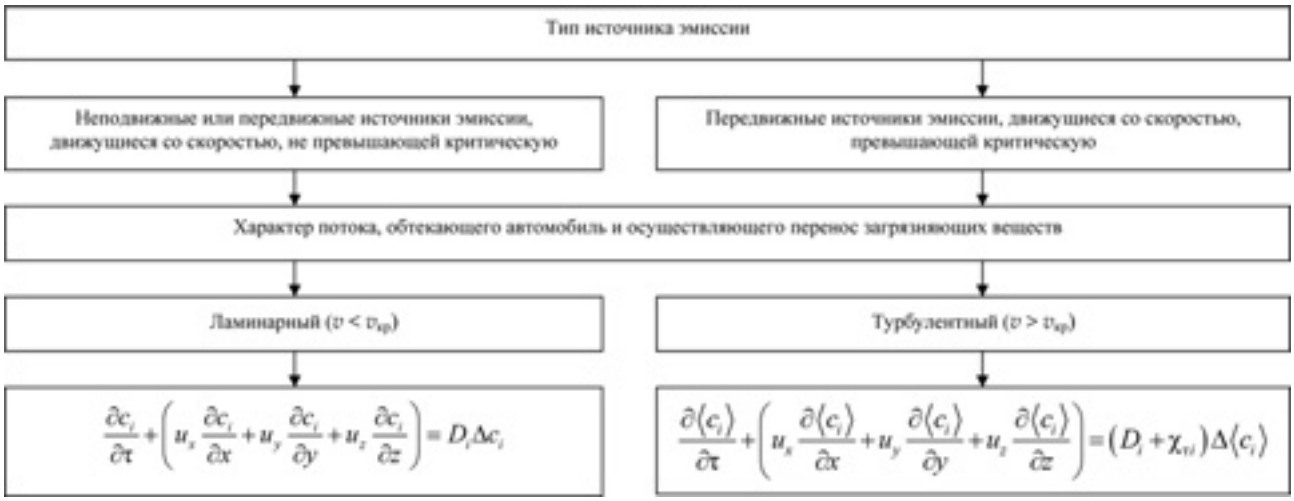



*Рис. 1. Пространственная модель рассеивания отработавших газов*

лентных структур, возникающих при движении транспортных средств. Теоретической основой исследования являются известные уравнения переноса вещества в ламинарном и турбулентном потоках, приведенные к виду, представленному на рис. 1 ($c_i$ — концентрация $i$-го компонента газовой смеси, мг/м$^3$; $u_x$, $u_y$, $u_z$ — проекции вектора скорости движения среды, т. е. векторной суммы скорости $v_п$ воздушного потока, возникающего при движении АТС, скорости $v_{ОГ}$ выброса отработавших газов и скорости $v_в$ ветра; $\tau$ — время; $D_i$ — коэффициент молекулярной диффузии $i$-го компонента смеси; $\langle c_i \rangle$ — осредненная по времени концентрация этого компонента; $\chi_{\tau i}$ — турбулентная кинематическая вязкость, м$^2$/с.

При решении данных уравнений допустим, что процессы рассеивания отработавших газов в направлении движения АТС и в вертикальном направлении не зависят друг от друга.

Теперь исследуем процесс формирования поля рассеивания загрязняющих веществ на высоте выброса из выхлопной трубы в плоскости, параллельной полотну дороги.

За время 0,01—0,2 с, т. е. одного цикла работы двигателя при частоте вращения коленчатого вала, равной 600—6000 мин$^{-1}$ (10—100 с$^{-1}$), образуется некоторый объем газов, причем концентрация загрязняющих веществ в них постоянна [1]. Образовавшиеся поллютанты проходят по выпускному трубопроводу, длина которого обычно не превышает 2,5 м, при скоростях 5—40 м/с, т.е. за время 0,06—0,5 с. Таким образом, длительность одного выброса составляет 0,07—0,7 с. В течение этого времени мощность двигателя, объемный расход отработавших газов и количество загрязняющих веществ в них остаются практически неизменными. Кроме того, за это время АТС при движении в городском цикле продвинется столь незначительно, что концентрацию отработавших газов в горизонтальном направлении тоже можно считать постоянной.

Допустим, что загрязнение воздушной среды одним АТС происходит в некоторой плоскости, где концентрации вредных веществ одинаковы в каждой точке. Загрязнение атмосферного воздуха группой АТС зависит от расхода отработавших газов каждым из них и охватывает в плане некоторую переменную площадь $S_\Psi$ (заштрихованный участок на рис. 2, на котором $x$ — протяженность, $y/2$ — ширина участка городской дорожной сети, $h$ — интервал между АТС). Назовем ее площадью экологического влияния (ПЭВ) АТС. Эта ПЭВ в направлении перемещения АТС ограничена средним пространственным интервалом, а перпендикулярно направлению движения при установившемся режиме работы двигателя — кривыми $\Psi_1$ и $[\Psi_1 + h(v)]$, при неустановившемся режиме работы двигателя (движение с ускорением или замедлением) — кривыми $\Psi_1$ и $\Psi_2$. Формулы для определения ПЭВ одного и группы АТС на данных режимах приведены в табл. 1. Это формулы № 1—6.

За интенсивность загрязнения атмосферного воздуха передвижными источниками примем отношение массового расхода $M_i$ $i$-го компонента отработавших газов к ПЭВ, соответствующей режиму работы двигателя АТС (формулы № 7—9).

Чтобы перейти к расчету концентрации, представим интенсивность загрязнения атмосферного воздуха, измеряемую в кг/м$^2$с, как $10^6 \cdot$ м/с $\cdot$ мг/м$^3$. Далее, используя метод размерностей, обозначим м/с символом $u$, а мг/м$^3$ — $c_i$ и запишем уравнение интенсивности загрязнения в виде формулы № 10. Итоговые

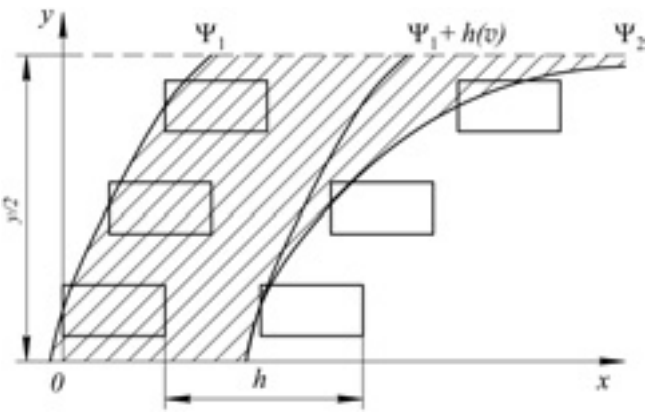



*Рис. 2. Площадь экологического влияния группы АТС*

уравнения, описывающие формирование поля концентрации *i*-го загрязняющего вещества в горизонтальной плоскости — формулы № 11—16.

На следующем этапе моделирования определим скорость газовой среды, учитывая, что при движении АТС вектор этой скорости представляет собой сумму векторов скорости потока отработавших газов $v_{ОГ}(x, y, z, \tau)$, скорости $v_{п}$ воздушных потоков, возникающих при обтекании автомобиля (зависит от скорости и конфигурации кузова автомобиля), и скорости ветра $v_{в}$.

Составляющие вектора $v_{ОГ}$ найдем из системы уравнений, представленной в виде формул № 1 (табл. 2), а

Таблица 1

| Параметр | Установившееся движение | Неустановившееся движение (от светофора) | Холостой ход | Примечания |
|---|---|---|---|---|
| Площадь экологического влияния одного автомобиля | $S_{k1}=\frac{1}{k}\int_{\psi_1}^{\psi_1+h(v)} dh \int_0^{y/2} dy$ (1) | $S_{k2}=\frac{1}{k}\int_0^{h(a)} dh \int_0^{y/2} dy$ (2) | $S_{k0}=h_0\frac{y}{2k}$ (3) | $S_{k1}$, $S_{k2}$, $S_{k0}$ — ПЭВ одного автомобиля при установившемся, неустановившемся движении и работе двигателя на холостом ходу соответственно, м$^2$; $k$ — число полос движения; $Q$ — число автомобилей в группе; $I$ — интенсивность загрязнения атмосферного воздуха, кг/м$^2$с; $M_i$ — массовый выброс отработавших газов, кг/с |
| Площадь экологического влияния группы АТС | $S_{Q1}=\frac{Q}{k}\int_{\psi_1}^{\psi_1+h(v)} dh \int_0^{y/2} dy$ (4) | $S_{Q2}=\frac{Q}{k}\int_{\psi_1}^{h(a)} dh \int_0^{y/2} dy$ (5) | $S_{Q0}=h_0\frac{Qy}{2k}$ (6) | |
| Интенсивность загрязнения атмосферного воздуха на ПЭВ | $I=\frac{M}{\frac{1}{k}\int_{\psi_1}^{\psi_1+h(v)} dh \int_0^{y/2} dy}$ (7) | $I=\frac{M}{\frac{1}{k}\int_0^{h(a)} dh \int_0^{y/2} dy}$ (8) | $I=\frac{M_i}{h_0\frac{y}{2k}}$ (9) | |
| Интенсивность загрязнения атмосферного воздуха (получена с помощью метода размерностей) с учетом основных уравнений модели | $I=c_i(u_x+u_y)$ (10) | | | |
| Итоговое уравнение определения концентрации для плоской модели (один автомобиль) | $c_i(u_x+u_y)=10^6\frac{M}{\frac{1}{k}\int_{\psi_1}^{\psi_1+h(v)} dh \int_0^{y/2} dy}$ (11) | $c_i(u_x+u_y)=10^6\frac{M}{\frac{1}{k}\int_0^{h(a)} dh \int_0^{y/2} dy}$ (12) | $c_i(u_x+u_y)=10^6\frac{M_i}{h_0\frac{y}{2k}}$ (13) | |
| Итоговое уравнение определения концентрации для плоской модели (группа АТС) | $c_i(u_x+u_y)=10^6\frac{M}{\frac{Q}{k}\int_{\psi_1}^{\psi_1+h(v)} dh \int_0^{y/2} dy}$ (14) | $c_i(u_x+u_y)=10^6\frac{M}{\frac{Q}{k}\int_0^{h(a)} dh \int_0^{y/2} dy}$ (15) | $c_i(u_x+u_y)=10^6\frac{M_i}{Qh_0\frac{y}{2k}}$ (16) | |

Таблица 2

| № формулы | Формула | Примечания |
|---|---|---|
| 1 | $\begin{cases} v_{ОГx}=\frac{4Q_{ОГ}}{\pi d_{вт}^2}-v \\ v_{ОГy}=f(v_{в}) \\ v_{ОГz}=f(T)+\Delta T \end{cases}$ | $Q_{ОГ}$ — объемный расход отработавших газов, м$^3$/с; $d_{вт}$ — диаметр выхлопной трубы автомобиля, м; $T$ — температура отработавших газов, К; $\Delta T$ — разность температур, учитывающая влияние на рассеивание отработавших газов отражающего эффекта поверхностей, К |
| 2 | $\begin{cases} v_{пx}=-v+w_x \\ v_{пy}=w_y \\ v_{пz}=w_z \end{cases}$ | $w_x$, $w_y$, $w_z$ — составляющие скорости воздушного потока в вихревом следе за АТС, м/с |
| 3 | $w_z=\sqrt{\frac{P_{wz}}{\rho S_{\Psi}}}$ | $P_{wz}$ — подъемная сила, действующая на автомобиль, Н; ρ — плотность воздуха, кг/м$^3$; $S_{\Psi}$ — ПЭВ автомобиля, м$^2$ |
| 4 | $\begin{cases} v_{пx}=w_x-v \\ v_{пy}=w_y-v\left[\sin\left(\frac{v\tau}{R'\cos\gamma}\right)-\sin\left(\frac{v\tau}{R''\cos\gamma}\right)\right] \\ v_{пz}=w_z-v\left[\cos\left(\frac{v\tau}{R'\cos\gamma}\right)+\cos\left(\frac{v\tau}{R''\cos\gamma}\right)\right] \end{cases}$ | $R'$, $R''$ — расстояния от рассматриваемой точки до осей $x'$, $x''$ соответственно (см. рис. 3), м; γ — угол наклона задней поверхности автомобиля |

Таблица 3

| АТС | Режим движения | Режим работы двигателя: установившийся | Режим работы двигателя: неустановившийся | Примечания |
|---|---|---|---|---|
| Универсал | $v > v_{кр}$ | $\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial\tau} + \left[(u_x+u_y)\left(\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial x}+\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial y}\right)+u_z\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial z}\right] = (D_i+\chi_{\tau i})\Delta\langle c_i\rangle$<br>$\langle c_i\rangle(u_x+u_y) = 10^6\frac{M_i}{\frac{1}{k}\int\limits_{\psi_1}^{\psi_1+h(v)}dh\int\limits_0^{y/2}dy}$<br>$u_z = v_{ОГz}+v_{пz}+v_{вz}$<br>$v_{ОГz} = f(T+\Delta T)$<br>$v_{пz} = \sqrt{\frac{P_{wz}}{\rho S_\Psi}}$<br>$P_{wz} = B_8 + B_9 v + B_{10} m + B_{11}\Phi$ | $\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial\tau} + \left[(u_x+u_y)\left(\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial x}+\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial y}\right)+u_z\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial z}\right] = (D_i+\chi_{\tau i})\Delta\langle c_i\rangle$<br>$\langle c_i\rangle(u_x+u_y) = 10^6\frac{M_i}{\frac{1}{k}\int\limits_{\psi_1}^{\psi_2}dh\int\limits_0^{y/2}dy}$<br>$u_z = v_{ОГz}+v_{пz}+v_{вz}$<br>$v_{ОГz} = f(T+\Delta T)$<br>$v_{пz} = \sqrt{\frac{P_{wz}}{\rho S_\Psi}}$<br>$P_{wz} = B_8 + B_9 v + B_{10} m + B_{11}\Phi$ | $\langle c_i\rangle$ — осредненная по времени концентрация $i$-го компонента газовой смеси в рассматриваемой точке пространства, мг/м$^3$; $u_x$, $u_y$, $u_z$ — проекции вектора скорости движения среды на оси координат, м/с; $x$, $y$, $z$ — координаты точки, в которой определяется концентрация поллютанта; $\tau$ — время, с; $D_i$ — коэффициент молекулярной диффузии $i$-го компонента газовой смеси; $\chi_{\tau i}$ — турбулентная кинематическая вязкость, м$^2$/с; $M_i$ — массовый выброс загрязняющих веществ, кг/с; $k$ — число полос движения; $h$ — интервал между автомобилями, м; $y$ — ширина участка дорожной сети города, м; $v_{ОГz}$, $v_{пz}$, $v_{вz}$ — проекции на ось $z$ скоростей потока ОГ, воздушного потока, возникающего при обтекании автомобиля, и ветра соответственно, м/с; $m$ — масса автомобиля; Ф — конфигурация кузова транспортного средства; $B_8$, ..., $B_{11}$ — оценки коэффициентов уравнений регрессии |
| Хэтчбек | | $\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial\tau} + \left[(u_x+u_y)\left(\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial x}+\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial y}\right)+u_z\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial z}\right] = (D_i+\chi_{\tau i})\Delta\langle c_i\rangle$<br>$\langle c_i\rangle(u_x+u_y) = 10^6\frac{M_i}{\frac{1}{k}\int\limits_{\psi_1}^{\psi_1+h(v)}dh\int\limits_0^{y/2}dy}$<br>$u_z = v_{ОГz}+v_{пz}+v_{вz}$<br>$v_{ОГz} = f(T+\Delta T)$<br>$v_{пz} = \sqrt{\frac{P_{wz}}{\rho S_\Psi}} - v\left[\cos\left(\frac{v\tau}{R'\cos\gamma}\right)+\cos\left(\frac{v\tau}{R''\cos\gamma}\right)\right]$<br>$P_{wz} = B_8 + B_9 v + B_{10} m + B_{11}\Phi$ | $\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial\tau} + \left[(u_x+u_y)\left(\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial x}+\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial y}\right)+u_z\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial z}\right] = (D_i+\chi_{\tau i})\Delta\langle c_i\rangle$<br>$\langle c_i\rangle(u_x+u_y) = 10^6\frac{M_i}{\frac{1}{k}\int\limits_{\psi_1}^{\psi_2}dh\int\limits_0^{y/2}dy}$<br>$u_z = v_{ОГz}+v_{пz}+v_{вz}$<br>$v_{ОГz} = f(T+\Delta T)$<br>$v_{пz} = \sqrt{\frac{P_{wz}}{\rho S_\Psi}} - v\left[\cos\left(\frac{v\tau}{R'\cos\gamma}\right)+\cos\left(\frac{v\tau}{R''\cos\gamma}\right)\right]$<br>$P_{wz} = B_8 + B_9 v + B_{10} m + B_{11}\Phi$ | |
| Седан | | $\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial\tau} + \left[(u_x+u_y)\left(\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial x}+\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial y}\right)+u_z\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial z}\right] = (D_i+\chi_{\tau i})\Delta\langle c_i\rangle$<br>$\langle c_i\rangle(u_x+u_y) = 10^6\frac{M_i}{\frac{1}{k}\int\limits_{\psi_1}^{\psi_1+h(v)}dh\int\limits_0^{y/2}dy}$<br>$u_z = v_{ОГz}+v_{пz}+v_{вz}$<br>$v_{ОГz} = f(T+\Delta T)$<br>$v_{пz} = \sqrt{\frac{P_{wz}}{\rho S_\Psi}} - v\left[\cos\left(\frac{v\tau}{R'\cos\gamma}\right)+\cos\left(\frac{v\tau}{R''\cos\gamma}\right)\right]$<br>$P_{wz} = B_8 + B_9 v + B_{10} m + B_{11}\Phi$ | $\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial\tau} + \left[(u_x+u_y)\left(\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial x}+\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial y}\right)+u_z\frac{\partial\langle c_i\rangle}{\partial z}\right] = (D_i+\chi_{\tau i})\Delta\langle c_i\rangle$<br>$\langle c_i\rangle(u_x+u_y) = 10^6\frac{M_i}{\frac{1}{k}\int\limits_{\psi_1}^{\psi_2}dh\int\limits_0^{y/2}dy}$<br>$u_z = v_{ОГz}+v_{пz}+v_{вz}$<br>$v_{ОГz} = f(T+\Delta T)$<br>$v_{пz} = \sqrt{\frac{P_{wz}}{\rho S_\Psi}} - v\left[\cos\left(\frac{v\tau}{R'\cos\gamma}\right)+\cos\left(\frac{v\tau}{R''\cos\gamma}\right)\right]$<br>$P_{wz} = B_8 + B_9 v + B_{10} m + B_{11}\Phi$ | |
| Независимо от конфигурации кузова | $v < v_{кр}$ | $\frac{\partial c_i}{\partial\tau} + \left[(v_{ОГx}+v_{вх}+v_{ОГy}+v_{вy})\left(\frac{\partial c_i}{\partial x}+\frac{\partial c_i}{\partial y}\right)+(v_{ОГz}+v_{вz})\frac{\partial c_i}{\partial z}\right] = D_i\Delta c_i$<br>$c_i(v_{ОГx}+v_{вх}+v_{ОГy}+v_{вy}) = 10^6\frac{M_i}{\frac{1}{k}\int\limits_{\psi_1}^{\psi_1+h(v)}dh\int\limits_0^{y/2}dy}$<br>$v_{ОГz} = f(T+\Delta T)$ | $\frac{\partial c_i}{\partial\tau} + \left[(v_{ОГx}+v_{вх}+v_{ОГy}+v_{вy})\left(\frac{\partial c_i}{\partial x}+\frac{\partial c_i}{\partial y}\right)+(v_{ОГz}+v_{вz})\frac{\partial c_i}{\partial z}\right] = D_i\Delta c_i$<br>$c_i(v_{ОГx}+v_{вх}+v_{ОГy}+v_{вy}) = 10^6\frac{M_i}{\frac{1}{k}\int\limits_{\psi_1}^{\psi_2}dh\int\limits_0^{y/2}dy}$<br>$v_{ОГz} = f(T+\Delta T)$ | |
| | Холостой ход | $\frac{\partial c_i}{\partial\tau} + \left[(v_{ОГx}+v_{вх})\frac{\partial c_i}{\partial x}+(v_{ОГy}+v_{вy})\frac{\partial c_i}{\partial y}+(v_{ОГz}+v_{вz})\frac{\partial c_i}{\partial z}\right] = D_i\Delta c_i$<br>$c_i(v_{ОГx}+v_{вх}+v_{ОГy}+v_{вy}) = 10^6\frac{M_i}{h_0\frac{y}{2k}}$<br>$v_{ОГz} = f(T+\Delta T)$ | | |

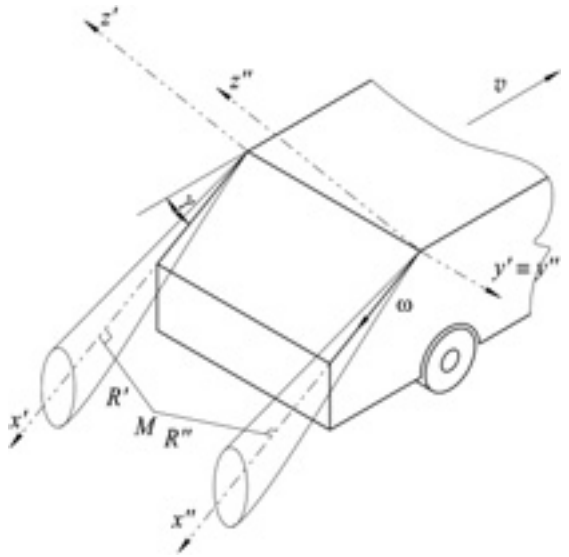



*Рис. 3. Влияние трехмерных вихрей на действительную скорость воздушного потока, возникающего при обтекании АТС с кузовом хэтчбек или седан*

скорость турбулентных потоков, возникающих при взаимодействии движущегося АТС, например, с кузовом универсал, с воздушной средой, покажем в виде системы уравнений № 2.

При решении систем уравнений, описывающих процессы рассеивания отработавших газов, проекции скорости газовой среды на оси $x$ и $y$ найдем, используя уравнения плоской модели (формулы № 11—16 в табл. 1). В этом случае неизвестным параметром является вертикальная составляющая скорости $w_z$, которую можно установить экспериментально, но для оценочных расчетов предлагается использовать формулу № 3.

Чтобы определить скорость воздушной среды в вихревом следе за автомобилями с кузовом хэтчбек или седан, в системе уравнений № 2 необходимо учесть влияние пары продольных трехмерных вихрей (рис. 3, где $R'$, $R''$ — расстояния от рассматриваемой точки до осей $x'$, $x''$; $\gamma$ — угол наклона задней части АТС; $\omega$ — угловая скорость), образующихся при движении АТС указанных типов (формула № 4, в табл. 2).

Конечные системы уравнений для расчета концентрации ОГ одного АТС в зависимости от конфигурации кузова и скорости движения приведены в табл. 3.

**Литература**

1. Бадалян Л.Х. Математическая модель загрязнения воздушной среды автотранспортными средствами // Автомобильная промышленность. 2009. № 11. С. 14—16.
2. Бадалян Л.Х. Проектирование жилой застройки городов с учетом концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе дорожной сети // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 9 / РГАСХМ. — Ростов н/Д., 2005. — С. 33—35.

---

УДК 629.4.072.5

# МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ СПРОСА НА ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС НА СТОА

Кандидаты техн. наук Ю.В. БАЖЕНОВ, К.И. РАЗГОВОРОВ и А.Г. КИРИЛЛОВ

Владимирский ГУ (7.4922. 53-34-97)

*Проводятся теоретические исследования по определению спроса на техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств. Полученные математические преобразования следует применять в практике автотехобслуживания при прогнозировании объемов работ технического обслуживания и ремонта в различных регионах Российской Федерации с учетом статистических данных о реализованном парке автотранспортных средств.*

***Ключевые слова:*** *математическое моделирование, обслуживание автомобилей, оценка спроса.*

**Bagenov U.V., Razgovorov K.I., Kirillov A.G.**
**TECHNIQUE OF USING OF MATHEMATICAL METHODS AT AN ESTIMATION OF DEMAND FOR SERVICE OF VEHICLES AT THE AUTOSERVICING ENTERPRISES**

*Theoretical researches are carried out in article by definition of demand for maintenance service and repair of vehicles. The received mathematical transformations should be applied in autoservicing practice at forecasting of amounts of works of maintenance service and repair in various regions of the Russian Federation taking into account the statistical data about the realised park of vehicles.*

***Keywords:*** *mathematical modeling, service of cars, demand estimation.*

Чтобы достичь базовой бизнес-цели, т. е. получить максимальную прибыль от своей деятельности, у владельца СТОА есть всего одна возможность — соответствие интересам потребителя его услуг: получить услуги высокого качества по возможно меньшей цене. Причем под качеством потребитель понимает не только полноту выполнения операций по техническому обслуживанию и ремонту его автомобиля, но и затраты собственного времени, отношение к нему со стороны персонала, имидж СТОА и т. д. И от всего этого напрямую зависит спрос на услуги СТОА, в связи с чем метод деления числа автомобилей на число СТОА в регионе применять нельзя. Подход к решению данной задачи должен быть, очевидно, более сложным и прежде всего вероятностным. Причем базовым элементом расчетов может и должен выступать единичный спрос на техническое обслуживание, который, очевидно, представляет собой случайное событие — поток, обладающий свойствами пуассоновского потока. Из-за чего и вероятность обслуживания за время $t$ — тоже случайная величина, распределенная по закону Пуассона (формула № 1 в таблице).

Пуассоновский поток — вполне удовлетворительная математическая модель случайных потоков требований в системе массового обслуживания. Вероятность того, что в интервале времени $T$, следующим за одним из обслуживаний, не появится ни одна заявка на обслуживание, выражается формулой № 2, а противоположное событие — формулой № 3.

Регулярный поток потребности в обслуживании характерен тем, что события следуют одно за другим через неопределенный отрезок времени. Плотность $f(t)$ распределения интервалов между обслуживаниями можно записать в виде формулы № 4. Интенсивность $\lambda$ наступления событий в регулярном потоке дает формула № 5.

| № формулы | Формула | Примечания |
|---|---|---|
| 1 | $P[\xi(t) = K] = \frac{(\lambda t)}{K!} e^{-\lambda T}$ | $\lambda$ — среднее число заездов автомобилей на ДСТО за единицу времени; $K = 0, 1, 2, 3...$ — коэффициент, характеризующий качество организации ТВ; $t$ —время |
| 2 | $P(0, t) = \exp(-\lambda t)$ | — |
| 3 | $F(t) = P(T \prec t) = 1 - \exp(\lambda t)$ | $T$ — интервал между событиями в регулярном потоке |
| 4 | $f(t) = \sigma\{t - M\|T\|\}$ | $\sigma(t)$ — дельта-функция; $T$ — интервал между событиями в потоке ($M[T] = T$) |
| 5 | $\lambda = 1/M(T) = 1/T$ | — |
| 6 | $F(t_1, t_2, ..., t_k) = P(t_1 \prec t, t_2 \prec t, ..., t_k \prec t)$ | — |
| 7 | $F(\eta_1, \eta_2, ..., \eta_k) = P(T_1 \prec \eta_1, T_2 \prec \eta_2, ..., T_k \prec \eta_k)$ | — |
| 8 | $K_2 = (T_{ун} + T_{пн})/T_{ож}$ | $T_{ун}$ — время устранения неисправности; $T_{пн}$ — время поиска самой неисправности; $T_{ож}$ — среднее время ожидания в очереди при оптимальной ее организации |

Случайный поток описывается многомерным законом распределения вероятностей и может быть задан законом распределения моментов появления событий (формула № 6).

Если задать случайные величины длины интервалов между последовательными обслуживаниями, $t_j (1 \leqslant j \leqslant k)$, то получаем: $t_1 = t_0 + T_1$; $t_2 = t_1 + T_2$; ...; $t_k = t_{k-1} + T_k$.

Совокупность случайных заездов $T_i$ считается известной, если определена совместная функция распределения (формула № 7).

Среднее число обслуживаний меняется в течение суток, а также по дням недели, сезонам и т. п. Это объясняется как случайной природой причин, порождающих потребность в обслуживании, так и определенными закономерностями в ее формировании — утреннее и вечернее время.

Необходимо также учесть отношение $K_i$ времени ($T_{ун}$) устранения неисправности к общему времени ($T_{пн}$) поиска самой неисправности (формула № 8). Входящий в формулу коэффициент $K_i$ характеризует качество организации и планирования технических воздействий (ТВ) с точки зрения производственных затрат: чем больше этот коэффициент, тем меньшую долю в общем времени ремонта составляют различного рода задержки, ожидания, простои.

Для расчета времени ожидания в очереди на ТО и ремонт, состоящего из объективно необходимого и возникающего по причине неоптимальной организации проведения работ, целесообразно рассматривать коэффициент $K_2$ (формула № 8). Однако следует подчеркнуть, что определение $T_{ож}$ встречает определенные трудности, поскольку в реальных условиях не поддается прямому подсчету. Поэтому оно может быть получено оценочным путем с использованием методов теории массового обслуживания на основе данных о параметрах ремонтных зон и участков СТОА и характеристик потока заявок на ремонт, а также хронометражными наблюдениями.

Данную методику можно использовать при проектировании мощности СТОА.

**Литература**


1. Аринин И.Н., Коновалов С.И. Моделирование процессов ТО и ремонта автомобилей. — Владимир: Владимирский политехнический институт. 1991. — 86 с.
2. Барзилович Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем. М.: Высшая школа, 1982. — 231 с.
3. Бедняк М.Н. Моделирование процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей. Киев: Изд-во объединения Вища школа, 1983. — 132 с.
4. Захаров Н.С. Моделирование процессов изменения качества автомобилей. — Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. — 127 с.
5. Иванов П.М. Алгебраическое моделирование сложных систем. — М.: Наука Физматлит, 1996. — 272 с.
6. Проблемы обеспечения надежности машин при ремонте: Сборник научных трудов / МАДИ (ГТУ). М., 2001. — 181 с.



**ВНИМАНИЕ!**

Напоминаем: направлять статьи и вести переписку с редакцией
быстрее и удобнее с помощью электронной почты.
Наш адрес: avtoprom@mashin.ru; avtoprom@aport.ru

УДК 629.114.4

# Способ повышения уровня противокоррозионной защиты тормозных цилиндров автомобилей "Урал" в процессе их длительного хранения

С.В. ШАНГАЛА

Рязанское ВВДКУ имени В.Ф. Маргелова (4912. 20-94-14)

*Рассматривается способ повышения уровня противокоррозионной защиты гидравлической составляющей привода тормозной системы автомобилей семейства "Урал" с помощью защитных композиций, добавляемых в тормозную жидкость "Томь".*

***Ключевые слова:*** *противокоррозионная защита, защитная композиция.*

**Shangala S.V.**

**THE WAY OF INCREASING LEVEL OF ANTICORROSIVE PROTECTION OF THE BRAKE CYLINDERS OF AUTOMOBILES URAL IN PROCESS LONG KEEPING**

*The way of increasing anticorrosive protection hydraulic forming drive of the brake system level, cars family URAL by long keeping of modified defensive compositions, which are in brake liquid "Tom".*

***Keywords:*** *anticorrosive protection, defensive composition.*

Одна из характерных особенностей эксплуатации военной автомобильной техники состоит в том, что в мирное время значительная ее часть находится на хранении. Причем преимущественно на открытых площадках, т.е. в условиях резко изменяющихся погодных и аэрохимических показателей окружающей среды. Поэтому и возникает проблема поддержания ее технической готовности.

Дело в том, что в период хранения автомобиля на него воздействует целый комплекс климатических факторов, которые вызывают отказы и неисправности его узлов и деталей. Особенно опасна с этой точки зрения коррозия. Например, результаты, полученные при опытном хранении автомобилей "Урал", показали [1], что от 75 до 82 % всех отказов и неисправностей вызываются именно коррозионным поражением деталей систем топливопитания, охлаждения и тормозной системы. Причем на последнюю приходится до 30 % повреждений. А это просто опасно. Ведь тормозная система — главное средство обеспечения активной безопасности АТС.

Наиболее уязвимы по отношению к коррозии такие детали тормозной системы, как алюминиевый поршень и чугунные стенки тормозного цилиндра, что, как правило, приводит к "заклиниванию" поршня.

Для защиты этих деталей от коррозии используются так называемые ингибированные смазочные материалы, механизм действия которых заключается в том, что они, находясь на поверхности металла, не только создают механический барьер для коррозионно-активных веществ, но и вытесняют влагу с этой поверхности. А главное, образуют не пропускающие воду и недособируемые водой пленки, взаимодействующие с коррозионно-агрессивными частицами.

Такие вещества — ингибиторы коррозии в тормозной жидкости "Томь", которая используется в тормозном приводе автомобилей "Урал", есть. Однако их хватает на 2—5 лет. Поэтому, очевидно, нужны более эффективные антикоррозийные добавки к этой жидкости. И их ищут, исходя из следующего соображения.

Сущность защиты металлов ингибиторами коррозии заключается в их химическом и физическом взаимодействии с влагой, кислородом и другими коррозионно-активными веществами, в результате чего образуются нейтральные в коррозионном отношении соединения (вещества) и происходит пассивация металлических поверхностей. Значит, нужно либо найти новый ингибитор атмосферной коррозии, либо составить смесь из имеющихся ингибиторов, обладающую более высокой эффективностью, чем ее составляющие по отдельности.

Лабораторные исследования, выполненное на базе 21 НИИИ МО РФ, показали, что второй путь проще и дешевле. Тем более что наша промышленность выпускает несколько типов ингибиторов коррозии, пригодных для применения в автомобильных тормозных системах. Это 2-фенилбензимидазол (ФБИ) и соль м-нитробензойной кислоты и органического амина (У-2м).

Первый из них, по результатам тех же исследований, наиболее активен при концентрациях 1—1,5 %, второй — при 0,5—1 %. Поэтому для составления смеси, т. е. комплексного ингибитора, были выбраны именно они.

Введение данных органических веществ в основу тормозной жидкости "Томь" должно было, по замыслу, способствовать созданию барьера газовой, контактной, местной и щелевой коррозиям, улучшать прочность и стабильность пленки, повышать защитную способность и уменьшать воздействие компонентов среды на детали тормозного цилиндра.

Чтобы проверить, так ли это, в 21 НИИИ было проведено специальное исследование по определению оптимального состава защитной композиции, приготовленной на основе тормозной жидкости "Томь" (ТУ 6-01-1276—82); соли м-нитробензойной кислоты и органического амина, т.е. У-2м (ГОСТ 12.1.007—76); 2-фенилбензимидазола, т. е. ФБИ (ТУ 080-2-1-21-91).

Результаты испытаний показали следующее.

Тормозная жидкость "Томь" в условиях хранения обладает недостаточными эксплуатационными свойствами: ее защитные качества со временем значительно снижаются. Например, при ускоренном режиме испытаний (ГОСТ 5.509—89) стальная пластина полностью подвергается коррозии через 3600 ч, медная — через 4320 и чугунная — через 2880 ч. Комплексный же ингибитор, состоящий из 0,75 % соли м-нитробензойной кислоты, органического амина (У-2м) и 1 % 2-фенилбензимидазола (ФБИ), за то же время существенно уменьшил площадь

Таблица 1

| № формулы | Формула | Примечания |
|---|---|---|
| 1 | $C_{зн_i} = g_н \beta_н C_{з_{пож}} \alpha_i g_п \beta_п$ | $g_н$, $g_п$ — комплексные показатели защитной способности нового и известного материалов; $\beta_н$, $\beta_п$ — коэффициенты отклонения сроков защиты от коррозии от линейности для тех же материалов; $C_{з_{пож}}$ — срок защиты известным материалом в особо жестких условиях эксплуатации; $\alpha_i$ — коэффициент, учитывающий условия хранения ВАТ |
| 2 | $g_п = 0{,}28g_{1п} + 6{,}67g_{2п} + 4g_{3п} + 0{,}97g_{4п} + 10 - 0{,}1g_{sп} + 0{,}16g_{Gп}$<br>$g_н = 0{,}28g_{1н} + 6{,}67g_{2н} + 4g_{3н} + 0{,}97g_{4н} + 10 - 0{,}1g_{sн} + 0{,}16g_{Gн}$ | — |
| 3 | $C_{з_{пож}} = 0{,}59\, C_{з_{пж}} = 0{,}4\, C_{з_{пс}} = 0{,}3\, C_{з_{па}}$ | $C_{з_{пж}}$, $C_{з_{пс}}$, $C_{з_{па}}$ — зависимости сроков защиты новых и известных материалов |
| 4 | $C_{з_{пож}} = 0{,}48\, C_{з_{пж}} = 0{,}27\, C_{з_{пс}} = 0{,}19\, C_{з_{па}}$ | — |

Таблица 2

| Номер метода | Метод расчета | Критерий оценки качества | Обозначение | Численное значение | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | для применяемого материала ($g_п$) | для нового материала ($g_п$) |
| 1 | При повышенных значениях относительной влажности воздуха | Время в циклах до появления первого очага коррозии | $g_1$ | 1,6 | 3 |
| 2 | При повышенных значениях относительной влажности, температуры и воздействии сернистого ангидрида | То же | $g_2$ | 1,2 | 2,6 |
| 3 | При воздействии соляного тумана | " | $g_3$ | 0,7 | 2,5 |
| 4 | При постоянном погружении в электролит | " | $g_4$ | 0,6 | 2,4 |
| 5 | При воздействии бромистоводородной кислотой | Площадь коррозионного поражения | $g_5$ | 1,7 | 0,08 |
| 6 | При контакте разнородных металлов | Время в циклах до появления первых очагов поражения | $g_6$ | 0,3 | 1,1 |

коррозионного поражения пластин: стальных – на 58 %, медных — на 67, а чугунных — на 52 %.

Результаты натурных ускоренных испытаний дают возможность спрогнозировать, как поведет себя тормозная жидкость "Томь" после добавки в нее комплексного ингибитора. И сделать это можно с помощью методики, которая разработана во ВНИИ НП и в основу которой положен принцип сравнения уровня функциональных свойств нового консервационного материала с материалом, эффективность которого известна.

Критерием защитной способности и эффективности нового консервационного материала является срок $C_{зн_i}$ защиты этим материалом конкретного объекта в конкретных условиях до появления первых очагов коррозии. Подсчитывается он по формуле № 1 (см. табл. 1). Входящие в нее значения параметров $g_н$ и $g_п$ рассчитываются по результатам лабораторной оценки единичных показателей качества сравниваемых материалов; $СЗ_{пож}$ — устанавливается по действующим нормативно-техническим документам; $\beta_н$, $\beta_п$, $\alpha_i$ — выбираются по приведенным в методике таблицам.

Пример результатов определения $g_н$ и $g_п$ приведен в табл. 2, а формулы для их расчета — формулы № 2.

Сроки защиты внутренних поверхностей объекта применяемым материалом рассчитываются по формуле № 3, а наружных — по формуле № 4. Полученные по ним результаты приведены в табл. 3.

Коэффициенты $\alpha_i$ отклонения от линейной зависимости сроков защиты объекта новым и применяемым материалами определяются в зависимости от комплексных показателей защитной способности сравниваемых консервационных материалов, характера защищаемых поверхностей объекта и предполагаемых условий хранения. Они составляют, в зависимости от условий хранения, следующие величины: $\alpha^л = 5{,}2$; $\alpha^с = 3{,}7$; $\alpha^ж = 2{,}1$; $\alpha^{ож} = 1$.

Таблица 3

| Характер защищаемых поверхностей | Условия хранения | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Л | С | Ж | ОЖ |
| Внутренние | 3,3 | 2,5 | 1,7 | 1,0 |
| Наружные | 5,2 | 3,7 | 2,1 | 1,0 |

Таблица 4

| Диапазон значений комплексных показателей защитной способности | Консервационный материал | Значения защитной способности в зависимости от условий хранения | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Л | С | Ж | ОЖ |
| 20—40 | Новый | 1,025 | 1,034 | 1,052 | 1,178 |
| | Применяемый | 1,008 | 1,00 | 0,70 | 0,70 |

Значения показателей защитной способности материалов даны в табл. 4.

Таким образом, мы располагаем значениями всех параметров, входящих в формулу № 1. Подставив в нее эти значения, можно получить значение $C_{зн_i}$ для любых условий хранения ВАТ. В частности, для жестких условий $C_{зн_i} = 5{,}914 \approx 6$ (лет).

Это говорит о том, что рассмотренный комплексный ингибитор, добавленный в тормозную жидкость "Томь", существенно повышает ее защитную способность. Тем самым позволяет отложить работы по ее замене, т. е. уменьшить трудоемкость профилактической ее замены вдвое.

Из всего сказанного можно сделать несколько выводов.

1. Процесс защитного действия комбинированного ингибитора показывает принципиальную возможность улучшения защитных свойств тормозных жидкостей за счет реализации эффекта анодной и катодной протекторной защиты. Композиция защищает сталь, железо, медь, алюминий и их сплавы.

2. Военно-техническая эффективность результатов заключается в обеспечении сохраняемости гидравлической составляющей привода тормозной системы при одновременном увеличении в 2 раза срока службы. Что при снятии ВАТ с хранения повысит безопасность на дорогах, обеспечит установленную степень готовности к использованию по назначению частей и подразделений.

3. Технико-экономическая эффективность комплексных ингибиторов заключается в снижении трудоемкости работ по консервации, переконсервации гидравлической составляющей привода тормозной системы и увеличении периодичности этих операций.

4. Военно-технико-экономическая оценка результатов исследований [3] показала: использование новой рабочеконсервационной жидкости для защиты гидравлической составляющей тормозного привода находящейся на длительном хранении ВАТ доказала: скорость коррозионного поражения деталей тормозной системы снижается, а их защищенность, наоборот, повышается. Например, тормозную жидкость нужно заменять через шесть лет, а не через три года, как это делается в случае стандартной жидкости "Томь".

## Литература


1. Шарипов М.С. Метод хранения военной автомобильной техники с динамическим осушением воздуха [Текст]: дис. ... канд. техн. наук. Бронницы, 2006. 214 с.
2. Шангала С.В., Крайнюков А.В., Перегудов А.Н. Анализ отказов и повреждений тормозных систем ВАТ, имеющих гидравлический привод, содержащихся на хранении [Текст] / РВАИ им. генерала армии В.П. Дубынина. Рязань, 2009. С. 141—143.
3. Отчет по результатам экспериментальных исследований по методике оценки фактического технического состояния и восстановления готовности изделий ВАТ ДХ к боевому применению. [Текст]: отчет о НИР (промежуточ.) / 21 НИИИ МО. — Бронницы. — 1999. — 76 с. — Инв. № 7957.

УДК 62-187.3:621.833:621.923.4

# НОВЫЙ СПОСОБ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Д-р техн. наук Е.Н. ВАЛИКОВ, канд. техн. наук В.А. БЕЛЯКОВА

Тульский ГУ (4872. 33-25-38)

*Рассмотрен новый способ комбинированной (режуще-деформирующей) обработки цилиндрических зубчатых колес, отличающийся высокой исправляющей способностью.*

***Ключевые слова:*** *точность, цилиндрические зубчатые колеса, уровень шума, зубообработка, метод обката, малоотходная технология, шевер-прикатник, плавность работы.*

**Valicov E.N., Belyakova V.A.**

**NEW WAY FORMOOBRAZOVANIYA CYLINDRICAL COGWHEELS**

*The basic constructive and technological ways of increase of accuracy and reduction vibroaktivnosti tooth gearings are considered. The new of the combined (rezhushche-deforming) processing of the cylindrical cogwheels, different is stated by high correcting ability. Results of an experimental research of accuracy shevingovanija-prikatyvanija a cylindrical cogwheel are resulted.*

***Keywords:*** *accuracy, cylindrical cogwheels, level of noise, processing of teeths, method obkata, the low-waste technology, shever—prikatnik, smoothness of work.*

Методы пластического формообразования зубьев позволяют, как известно [1], исключить потери металла в стружку, уменьшить шероховатость поверхности зубьев, повысить точность и надежность зубчатых передач. Однако все созданные ранее процессы получения точных заготовок цилиндрических колес с одновременным формообразованием зубьев, к сожалению, не снимают проблему чистовой доработки, осуществляемой абразивными или лезвийными инструментами.

Кроме того, и ни один из известных способов финишной обработки не в состоянии повысить точность предварительного формообразования зубьев, т. е. не дает возможности использовать заготовки с зубьями, образованными горячей штамповкой, накатыванием, литьем, порошковой металлургией. А такой способ, обладающий высокими исправляющими способностями и позволяющий повысить точность заготовок на 2—4 степени ГОСТ 1643—81, очевидно, крайне необходим. И его попытались разработать специалисты кафедры "Инструментальные и метрологические системы" Тульского ГУ.

Попытка оказалась удачной: они действительно сумели получить принципиально новую технологию финишной обработки цилиндрических зубчатых колес, формообразование зубьев которых выполнено методами литья, пластического деформирования и резания.

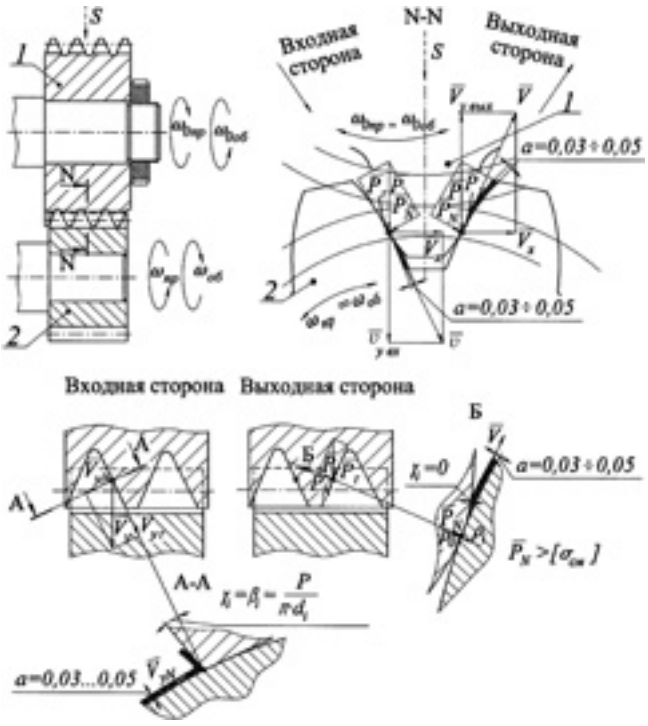
Сущность предлагаемого способа, который авторы назвали шевингованием—прикатыванием, хорошо иллюстрирует рисунок, на котором *1* — заготовка; *2* — инструмент; $\omega_{0пр}$, $\omega_{0обр}$ — угловые скорости заготовки в прямом и обратном направлениях; $\omega_{пр}$, $\omega_{обр}$ — угловые скорости инструмента в прямом и обратном направлениях; $a$ — срезаемый слой металла; $P$ — усилие прижатия инструмента к зубу заготовки; скорость скольжения в заданной контактной точке $v_{yN} = 0{,}5d_{b0}(\omega_0 \pm \omega)(\mathrm{tg}\alpha_{j0} - \mathrm{tg}\alpha_w)$, где: $d_{b0}$ — основной диаметр; $\omega$, $\omega_0$ — частота вращения обрабатываемой детали и инструмента; $\alpha_{j0}$ — угол профиля зуба в точке контакта; $\alpha_w$ — угол зацепления; основные индексы: 0 — инструмент, $j$ — номер выбранной точки. Передний угол в выбранной точке или угол наклона линии зуба в выбранной точке $\gamma_i = \beta_i = \mathrm{arctg}\dfrac{P}{\pi d_i}$, где $d_i$ — диаметр в выбранной точке; $i$ — номер выбранной точки.

В исходном состоянии системы обработки заготовка *1* находится в беззазорном зацеплении с режущим инструментом *2*, который авторы назвали шевером-прикатником. (Такое название инструменту дано потому, что он в процессе работы срезает тонкие слои стружки и одновременно выглаживает боковые поверхности зубьев заготовки за счет профильного проскальзывания.) Причем для интенсификации скоростей скольжения по рабочей высоте боковых поверхностей зубьев пара "заготовка—инструмент" проектируется с внеполюсным, т. е. пред- или заполюсным, зацеплением.

Обработка ведется следующим образом. В исходном положении пары делается 3—4 рабочих хода, включающих поворот шевера-прикатника в прямом и обратном направлениях, на число оборотов, равное числу зубьев обрабатываемого колеса. Затем (тоже без радиальной подачи) выполняется 1—2 хода выхаживания, также включающих поворот шевера-прикатника в прямом и обратном направлениях, на число оборотов, равное числу зубьев колеса. При этом нужно учитывать одну "тонкость": число зубьев инструмента не должно иметь общих множителей с числом зубьев обрабатываемого колеса. Потом циклы повторятся.

Заключительный этап — термическая обработка зубьев колеса.

Особенность процесса шевингования—прикатывания состоит в том, что здесь имеет место не только резание, но и (благодаря наличию большого давления и скольжения) пластическая деформация, и некоторый наклеп боковых поверхностей зубьев. Что, естественно, повышает их прочность и износоустойчивость. То есть новый способ, по сути, решает две задачи: повышает точность основных элементов зубчатого ко-



| Параметр точности | Обозначение параметра | Значение параметра, мм | |
|---|---|---|---|
| | | после зубодолбления | после шевингования—прикатывания |
| Радиальное биение | $F_{rr}$ | 0,085 | 0,06 |
| Колебание ИМР за оборот | $F''_{ir}$ | 0,016 | 0,09 |
| Колебание ИМР на одном зубе | $f''_{ir}$ | 0,09 | 0,05 |
| Колебание длины общей нормали | $F_{vw}$ | 0,08 | 0,03 |
| Наибольшая погрешность шага | $f_{pr}$ | 0,07 | 0,06 |
| Накопленная погрешность шагов | $F_{pr}$ | 0,1 | 0,085 |

леса и улучшает физико-механические свойства рабочих поверхностей зубьев обрабатываемых колес.

В последние годы к зубчатым передачам предъявляют, что тоже хорошо известно, все более высокие требования по динамическим показателям и прежде всего — по вибрационным и шумовым характеристикам. Причем эти характеристики обычно задаются чуть ли не индивидуально на каждый новые механизм и машину. Другими словами, заказчик старается получить зубчатые колеса, которые излучают как можно меньше колебательной энергии, поскольку она вызывает дополнительные колебания элементов конструкции машины (так называемый структурный шум) и передается через корпус в воздушную среду (воздушный шум) [2], что заставляет принимать, как правило, очень недешевые меры по снижению уровня этих шумов.

Чтобы удовлетворить запросы заказчика, разработчики зубчатых колес делают многое. Однако вся беда в том, что в настоящее время фактически нет теории, позволяющей с абсолютной точностью прогнозировать уровни шума и вибраций у создаваемых зубчатых передач. Поэтому приходится ориентироваться на накопленный эксплуатацией опыт и результаты натурных экспериментов. Что, конечно, хотя и обходится дорого, но позволяет определить ряд возможных мер, направленных на снижение уровня виброактивности. Например, к ним можно отнести модификацию исходного контура, увеличение коэффициента перекрытия, локализацию пятна контакта, повышение податливости зубьев, применение конструкций с упругими креплениями зубчатых венцов и виброгасящих материалов и др.

Однако тот же опыт свидетельствует: ограничиваясь решением только вопросов конструкторского плана, создать бесшумную зубчатую передачу невозможно. Все конструктивные параметры зубчатых деталей и передачи в целом необходимо обеспечить еще и технологически. Здесь лучше всего оправдывают себя два пути: повышение кинематической точности оборудования, инструмента и технологической оснастки, а также изменение характера действия циклических ошибок как за счет использования более благоприятной кинематики процесса зубообработки, так и путем подбора зубообрабатывающих операций. При этом следует иметь в виду, что, скажем, операции притирки и обкатывания дают гладкую поверхность и устраняют неглубокие риски — следы предыдущей операции, но обладают малой исправляющей способностью; хонингование заметно повышает чистоту поверхности зубьев, но тоже незначительно (на 15—20 %) исправляет неточности предыдущей обработки; электрические методы весьма эффективны, когда дело касается зубчатых колес, изготовленных из труднообрабатываемых материалов, которые дают очень высокую твердость рабочих поверхностей колеса и малую их шероховатость, но с точки зрения чистоты и точности обработки особого интереса не представляют. И только рассмотренный выше процесс шевингования—прикатывания — исключение, потому что обеспечивает высокую гибкость технологической реализации и управления формированием выходных параметров колес за счет срезания лишнего материала и поверхностной пластической его деформации. О его достоинствах можно судить по данным таблицы, в которой приведены результаты исследования точности шевингования—прикатывания цилиндрических зубчатых колес с модулем $m = 3$ мм и числом зубьев $z = 22$, выполненных методом фрезерования. Они говорят о том, что шевингование—прикатывание действительно резко повышает точность изготовления зубчатых колес, а значит, снижает виброактивность и уровень шума, излучаемые парами, которые эти колеса образуют.

### Литература


1. Барбарич М.В. Накатывание цилиндрических зубчатых колес / М.В. Барбарич, М.В. Хандожко. — М.: Машиностроение, 1970. — 220 с.
2. Генкин М.Д. Основы метода оценки качества изготовления зубчатых колес по шуму / М.Д. Генкин // Пути повышения точности обработки зубчатых колес. — М.: Машиностроение, 1954. — С. 29—83.



УДК 621


# Полимерные материалы в конструкции АТС


Ю.С. УВАРОВА

Белгородский ГТУ имени В.Г. Шухова (8472. 254-96-62)



*Освещаются вопросы применения пластических масс и полимерных материалов в конструкции автомобиля.*



***Ключевые слова:*** *автомобилестроение, материалы, эластомеры, термопласты, полимеры, углепластики.*



**Uvarova Y.S.**


**APPLICATION OF PLASTICS AND POLYMERIC MATERIALS A DESIGN OF CARS**


*Questions of application of plastics and polymeric materials in a car design are taken up.*



***Keywords:*** *motor industry, materials, elastomers, thermolayers, polymers.*


В современном автомобилестроении наблюдается стойкая тенденция увеличения доли полимерных материалов в автомобилях, замены ими металлов с целью уменьшения стоимости АТС и снижения их массы, улучшения таких эксплуатационных характеристик, как долговечность, прочность, комфортабельность, травмобезопасность. Поэтому в настоящий момент в легковом автомобиле среднего класса используется ~50 кг пластмасс, а в перспективе, по мнению специалистов, их количество дойдет до 80—110 кг.

Однако это в общем. Если же проблему рассматривать более конкретно, то картина получается довольно "пестрой".

Возьмем, к примеру, эластомеры. Сейчас в распоряжении производителя АТС имеются два основных их типа — полиуретаны и резины. Казалось бы, при изготовлении всякого рода демпфирующих элементов (сайлент-блоков и т. п.) давно пора отказаться от резины и перейти на полиуретаны, поскольку они выдерживают гораздо бóльшие, чем резина, нагрузки, не подвержены старению и сохраняют свои упругие свойства в течение всего срока службы автомобиля. Но на практике этого нет.

Все дело в том, что при серийном или массовом производстве детали из резины обходятся на порядок дешевле деталей из полиуретанов. Кроме того, резиновые изделия проще с точки зрения их утилизации.

Тем не менее вопрос о преимуществах применения полиуретанов уже ни у кого не вызывает сомнений. Особенно после многих исследований, доказавших, что полиуретан наиболее выгодно использо-

вать при выпуске даже небольших партий изделий. То есть когда есть возможность применять облегченную оснастку или специально разработанную технологию литья в эластичные формы, снятые с образца детали. С помощью этой технологии можно получить готовое изделие через два дня после заказа, а рентабельным становится выпуск даже единичных деталей. Именно это должно заинтересовать эксплуатационников и предприятия автосервиса.

Суть технологии литья в эластичные формы рассмотрим на примере сайлентблоков рычагов подвески.

Изношенная резина удаляется из узла, металл подвергается дробеструйной очистке. При необходимости изготавливается новая внутренняя втулка, которая фиксируется в заданной позиции. Затем образовавшийся зазор заполняется расплавленным полиуретаном.

Очевидно, что таким образом можно восстанавливать узлы даже со значительным износом внутренних поверхностей, поскольку все неровности заполняются жидким полиуретаном. Причем применение полиуретана особенно выгодно в профессиональной технике (скажем, на автомобилях-такси), поскольку увеличенный ресурс позволяет использовать ее с максимальной эффективностью и уменьшать эксплуатационные расходы (оригинальные запасные части традиционно очень дороги и не всегда доступны).

Все более серьезное место в конструкции АТС начинают занимать премиксы. Они идут на смену таким традиционно применяемым материалам, как алюминиевые сплавы, термо- (ПА, ПБТ, ПФС) и реактопласты на основе фенольных смол.

Премиксы — композиционные материалы, изготавливаемые путем смешения ненасыщенной полиэфирной смолы, минеральных наполнителей, стекловолокна, компенсаторов усадки, пигментов и катализаторов сшивания и нагревания полученных смесей в стальных формах. В ходе такого нагревания происходит так называемое сшивание, т. е. создание трехмерных структур, которые и определяют уникальный набор свойств получаемого материала и, соответственно, сферы его применения.

Так, все премиксы благодаря высокой (453—468 К, или 180—195 °С) температуре стеклования (для сравнения: у полиамида — 373—393 К, или 100—120 °С) сохраняют более стабильные, по сравнению с термопластами, и предсказуемые механические характеристики в широком диапазоне температур. Они обеспечивают очень высокие точность изготовления и стабильность размеров готовых изделий. И, что особенно важно, сохраняют эти размеры в широком диапазоне температур. Достаточно сказать, что поле допуска у деталей из препрегов номинальными размерами 60—80 мм не превышает ±1 мкм. И это — без дополнительной механической обработки. Кроме того, у премиксов самый низкий из других конструкционных материалов, за исключением стали, коэффициент линейного термического расширения. Чрезвычайно низкий у них и коэффициент ползучести (холодного течения).

Наконец, у них более низкая, чем у других конструкционных пластиков и алюминиевых сплавов, стоимость; они, по сравнению с алюминиевыми сплавами, имеют и такие несомненные преимущества, как отсутствие необходимости дополнительной механической обработки отлитых деталей, более медленно (1 млн против 50 тыс. отливок) изнашиваются литьевые формы.

Правда, при использовании резьбовых соединений в деталях из премиксов приходится применять закладные детали. Кроме того, отходы деталей из премиксов нельзя использовать повторно. Но проведенные в последние годы исследования показали: отходы представляют собой сырье для цементной промышленности, а после тонкого помола могут быть использованы в качестве наполнителя для широкого спектра композитов.

Судя по публикациям в деловой прессе, создатели автомобильной техники уже обратили внимание на этот материал. Например, уже выпущено более 30 млн крышек из премиксов для автомобильных ДВС. Появилась и новая область их применения — корпусы элементов управления двигателем (например, корпусы дроссельных заслонок); ведутся интенсивные разработки по их использованию для изготовления корпусов различных насосов (вакуумных, масляных, бензиновых).

Еще один класс пластиков, внедряемых в конструкции АТС, — термоэластопласты, или термопластичные эластомеры. Это различные по химическому составу материалы, обладающие уникальным комплексом функциональных свойств и технологических возможностей, что делает их очень привлекательными для применения вместо резин с целью улучшения эксплуатационных свойств и увеличения долговечности деталей. К их преимуществам по отношению к резинам относятся, в частности, способность перерабатывать на обычных литьевых машинах, легкость вторичной переработки, широкий диапазон физико-механических свойств, восстанавливаемость формы после деформирования, высокая химическая стойкость к разбавленным кислотам, щелочам, моющим средствам, маслам, углеводородам, высокая морозо-, тепло- и атмосферостойкость. Отсюда и многообразие областей их применения.

Так, из олефиновых термоэластопластов выполняют бамперы, панели приборов, спойлеры, брызговики, коврики-поддоны, уплотнители, прокладки, заглушки; вулканизаты идут на изготовление крупногабаритных и сложных по геометрии автомобильных деталей, а также покрытий для педалей, уплотнений для окон, фар; из стирольных термоэластопластов делают эластичные детали салона, покрытия для педалей, уплотнения. Полиэфирные термоэластопласты пригодны для изготовления эластичных деталей, покрытий внутренних дверных ручек, уплотнителей дверей, демпфирующих деталей, пыльников, чехлов шарниров, воздуховодов, шлангов. Из полиуретановых термоэластопластов налажен выпуск эластичных деталей, элементов рулевых колес, грязезащитных чехлов, покрытий для педалей, мягких дверных ручек, а из полиамидных — бесшумных зубчатых колес, гибких электрических вилок, оболочек для кабелей и тросов.

Например, у автомобилей ВАЗ именно из термоэластопластов выполнены всевозможные заглушки, обтекатели передних крыльев, уплотняющие накладки рамы ветрового стекла и обтекателя порогов. Стремительно развивается технология изготовления двухжесткостных изделий "пластмасса—эластомер" методом двух- и многокомпонентного литья под давлением (уплотнения стекол, обтекатели порога, заслонки канала обогрева ног и сопла вентиляции кузова).

В последнее время наблюдается также стойкая тенденция увеличения доли применения конструкционных термопластов, представляющих собой теплостойкие, высокопрочные и специальные композиции на основе полиамида-6 и полиамида-66, для деталей подкапотного пространства (впускные коллекторы, крышки клапанов, экраны двигателя). В результате доля полиамидов в конструкции двигателя уже достигла ~16 кг.

Более того, для некоторых деталей без полиамидов уже просто не обойтись. Типичный пример тому — впускной коллектор ДВС, который становится все более сложной, требующей функциональной интеграции и образования модулей с другими деталями двигателя. При этом материал для впускного коллектора должен выдерживать температурные нагрузки до 393 К (120 °С), а пиковые — до 473 К (200 °С) и не подвергаться усталостному разрушению от вибрации. Впускные коллекторы должны быть также идеально гладкими внутри, иначе может возникнуть турбулентность, уменьшающая эффективность работы двигателя.

Из алюминия ничего этого уже не сделать. Именно поэтому автомобили семейств ВАЗ-110 и ВАЗ-1117 "Калина" сейчас оснащают пластмассовыми впускными коллекторами из материала на основе стеклонаполненного ПА-66.

Очень перспективно небьющееся стекло из поликарбоната: оно воплощает в реальность разнообразие форм и дизайна остекления новых моделей автомобилей. Ведь поликарбонат легок, прозрачен, термостоек, химически устойчив, ударопрочен, термопластичен. Все это позволяет применять его и для изготовления становящихся все более востребованными потребителем прозрачных автомобильных крыш.

Большой интерес проявляется к самосмазывающимся пластмассам, использу-

емым для изготовления узлов сухого трения, качения и скольжения, и тонкослойным полимерным покрытиям. К их основным представителям относятся полифениленсульфид (кристаллизующийся материал, получаемый путем полимеризации нефтяных смол), который может работать при температурах до 513 К (240 °С), устойчив к ударным нагрузкам, нетоксичен, химически стоек к различным смазочным материалам, автомобильным топливам, не растрескивается, имеет высокую стабильность размеров, низкое водопоглощение, а также полиэфирэфиркетон (PEEK) — линейный, частично кристаллический полимер, который обладает низким коэффициентом трения и очень хорошей износостойкостью в широком диапазоне давлений, скоростей и температур при различных значениях шероховатости соприкасающихся поверхностей.

Все большую роль в автомобильных конструкциях играют углепластики — полиамиды, наполненные углеродными волокнами. Их преимущества: не только доступность и относительная дешевизна исходных компонентов, но главное — высокие антифрикционные свойства в сочетании с повышенной механической прочностью. Органические волокна углепластиков повышают теплостойкость и снижают усадку изделий. Помимо того, углеродное волокно и композиты на его основе хорошо проводят электричество, что определяет области их применения. Наконец, у этого материала практически нулевой коэффициент линейного расширения, что делает его незаменимым, например, при производстве изделий больших размеров, требующих геометрической точности (крылья, бамперы, капоты, внутренняя обшивка, крыши автомобилей и т. д.).

Таким образом, композитов, применяемых в автомобилестроении, сейчас довольно много. Они успешно конкурируют с традиционными материалами — металлами, резиной, стеклом и т. д. И эта тенденция со временем будет только усиливаться.

---

УДК 629.018

# Шинные тестеры — инструмент метрологической аттестации испытательных участков дорожных поверхностей с различными коэффициентами сцепления

Канд. техн. наук Э.Н. НИКУЛЬНИКОВ, А.А. БАРАШКОВ, А.А. ЛОГУНОВ

НИЦИАМТ НАМИ (495. 994-99-15)

*Рассмотрена проблема создания различных тестеров для оценки характеристик шин при их работе на различных дорожных поверхностях. Проанализированы различные конструктивные схемы современных шинных тестеров как зарубежного, так и отечественного производства. Приведены некоторые результаты сцепных свойств шин на асфальтовом покрытии (сухом, мокром, гладком), базальте, ледяной поверхности (мокрой, холодной) и укатанном снеге.*

***Ключевые слова:*** *аттестация, безопасность, тормозные свойства, шинный тестер, шины, проскальзывание.*

**Nikulnikov E.N., Barashkov A.A., Logunov A.A.**

**TYRE TESTERS AS INSTRUMENTS FOR CALIBRATION CERTIFICATION OF TEST TRACK SURFACES WITH VARIOUS TRACTION COEFFICIENTS**

*The issue of creation of various tyre testers for evaluation of tyre performance on various road surfaces. Various construction arrangements of modern tyre testers of foreign, as well as national manufacture have been analyzed. Several results of tyre traction properties on the asphalt surfaces (dry, wet, even), basalt, ice surfaces (wet, cold) and compacted snow surfaces have been given.*

***Keywords:*** *certification, safety, braking properties, tyre tester, tyres, skidding.*

Правила № 13-07 ЕЭК ООН и опыт исследований АТС на управляемость и тормозные свойства требуют ответа на вопрос о степени влияния характеристик сцепных качеств шин на эти свойства. Причем ответа, получаемого возможно более простыми средствами, нет. Поэтому разработка упрощенного дорожного метода оценки характеристик шин при их работе на покрытиях испытательных участков дорог остается до сих пор одной из первоочередных задач как для исследователей, так и для производителей АТС. И надо сказать, что сделано в этом направлении многое. В частности, все созданные дорожные методы базируются на использовании тестеров, где основным "контролируемым" рабочим органом является испытательное колесо, перемещающееся при постоянном угле бокового увода, что позволяет легко контролировать сцепление шины с покрытием на протяжении всего испытательного участка. Кроме того, на практике повсеместно применяется также оборудование, которое определяет максимальную величину продольного ($\varphi_x$) коэффициента сцепления при 100 %-м проскальзывании ("блокировка" колеса) шины на небольшой части исследуемого дорожного полотна. Причем доказано, что для этих целей предпочтительны небольшие и легкоуправляемые измерительные устройства, которые можно буксировать легковым автомобилем или выполнять с ним как одно целое.

Начало всем перечисленным выше тенденциям заложили ученые Шведского исследовательского института дорог и транспорта. Именно они в начале 1950-х годов спроектировали первое измерительное оборудование (тестер BV1), обеспечивающее заданный уровень проскальзывания шины, на котором основным "инструментом" было измерительное колесо, предназначенное для легкового автомобиля и приводившееся с помощью ременной передачи и карданного вала. И уже здесь был использован впервые в мире принцип обратной связи по нагрузке — принцип следящего действия.

Затем, в конце 1950-х годов, был построен испытательный прицеп BV6 для измерения коэффициента $\varphi$ сцепления при постоянном проскальзывании, равном ~17 %, который широко применялся для контроля состояния покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов. Однако этот тестер получился очень тяжелым: с учетом нагрузки на испытательное колесо, равной 500 кг, его масса составила 1500 кг. Что требовало для его буксирования грузовой автомобиль. Поэтому работы продолжались, и в 1970 г. появился новый тестер, BV11, который весил всего лишь 440 кг (340 кг — собственная масса + 100 кг — нагрузка на испытательное колесо).

Решение оказалось настолько удачным, что этот тестер еще и сегодня используется практически во всех аэропортах мира, а в Швеции его применяет дорожная инспекция при расследовании ДТП. Тем не менее фирма "СААБ Санта" разработала еще меньший тестер, "СААБ СФТ", испытательное оборудование которого вмонтировано в передние колеса легковых автомобилей "СААБ 99" и "СААБ 900".

Но и это не стало пределом. По мере накопления опыта эксплуатации этих тестеров были выявлены и некоторые их недостатки. В частности, то, что с их помощью можно оценивать только узкую полосу дорожной поверхности. BV11 по своей конструкции — прицеп, поэтому у него маневренность хуже, чем у одиночного автомобиля, а для транспортирования его необходимо размещать на обычном автомобильном прицепе, чтобы уменьшить износ деталей и узлов, которые, как правило, не используются при измерениях, а попытка фирмы СААБ модифицировать тестер BV11 — всего лишь полумера: тестер оказался дороже базового. И, кроме того, модифицированное оборудование привязано к конкретной марке используемого автомобиля. В итоге институт был вынужден разработать еще один прототип, получивший название BV14 (рис. 1).

Концепция нового тестера основана на том же принципе постоянного (~17 %) проскальзывания и использует он ту же испытательную шину, что и тестер BV11. Но теперь измерительное устройство представляет собой не одно, а два испытательных колеса, смонтированных на легкой жесткой оси, и каждое из них приводится индивидуально — через звездочки

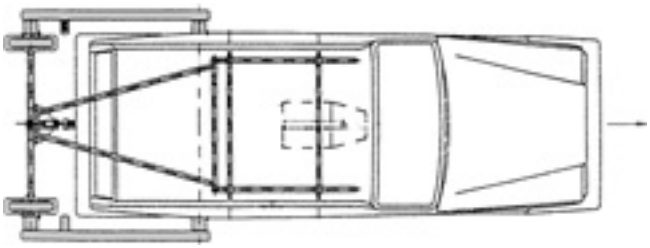


*Рис. 1. Конструктивная схема шинного тестера BV14 с двумя измерительными колесами*

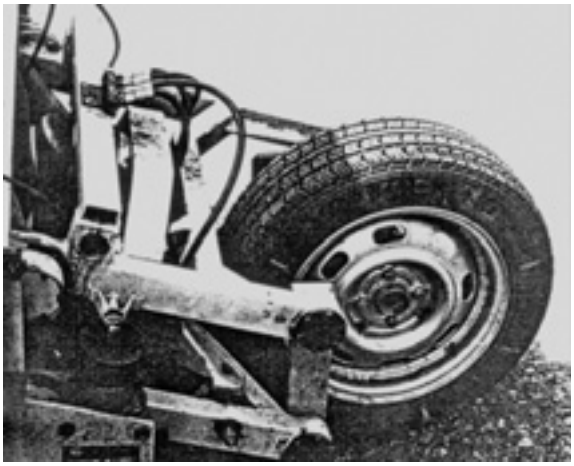


*Рис. 2. Общий вид шинного тестера SMT*

*Рис. 3. Общий вид лаборатории "Астра"*

и приводные цепи от задних колес любого легкового автомобиля. При этом колеса при длительной транспортировке можно поднимать.

Есть в нем и еще новшества: тормозные силы на колесах не рассчитываются, как в предыдущих тестерах, а измеряются по растяжению цепей на каждом приводе (датчик измеряет силу сдвига на оси в месте крепления звездочки), генератор пульсирующего действия, приводимый цепью, измеряет путь и скорость колес. Все электрические сигналы через усилители передаются к персональному компьютеру, смонтированному на приборной панели автомобиля.

Кроме того, тестер BV14 отличается от BV11 более легким измерительным устройством, чем смонтированное на прицепе, оно дешевле, может быть легко адаптировано к среднему или большому легковому автомобилю или фургону.

Таким образом, метод, реализованный в шведских тестерах, достаточно простой, надежный и хорошо коррелируется с другими системами измерений, в том числе с тормозными системами автомобилей, оснащенными АБС. Не случайно именно опыт специалистов Швеции был использован при разработке стандарта ИСО 8349-2002 "Дорожные транспортные средства. Измерение сцепления шин с поверхностью дороги". В нем впервые в испытательной практике используется метод измерений характерных сил продольного и поперечного сцепления с определенными эталонными шинами. Этот метод пригоден для упрощенной оценки характеристик сцепления шин с покрытием испытательного трека через установившуюся силу сцепления испытательного колеса с дорогой, работающего либо при постоянной нагрузке, либо при постоянном продольном эталонном проскальзывании, либо при постоянном угле бокового увода (эталонное проскальзывание и угол увода рекомендуется выбирать так, чтобы для определенных эталонных шин полученные коэффициенты сцепления были бы близки к их истинным максимальным значениям).

Шведский опыт укрепил идею о необходимости разработки легких конструкций шинных тестеров, измерительное оборудование которых монтируется на шасси прицепа специальной конструкции, буксируемого автомобилем с двигателем небольшой мощности. В салоне этого автомобиля размещается оборудование для регистрации и обработки экспериментальных данных. Типичный пример — тестер SMT (рис. 2), используемый в испытательной практике Злинского шинного института (Чехия) и буксируемый автомобилем.

Основные характеристики этого тестера приведены в таблице.

Отличительная особенность тестера SMT от шведских состоит в том, что он может быть исполнен как с постоянной, так и с переменной (в диапазоне от 0 до 100 %) величиной проскальзывания. Кроме того, на него можно устанавливать дополнительное оборудование для замера шума и вибраций, создаваемых шинами. На данном тестере применена рычажная схема подвески измерительного колеса с тензоступицей.

Французская фирма "Астра" использует дорожную лабораторию (рис. 3), оснащенную двумя небольшими прицепами, один из которых (профилограф) предназначен для оперативной оценки профиля дороги, а второй — для оценки сцепных свойств.

В нашей стране тестерами тоже занимались. Например, в 1980 г. для паспортизации специальных дорог НИЦИАМТа была выполнена установка, которая состояла из буксируемой одноколесной динамометрической тележки (рис. 4) и автомобиля-тягача ЗИЛ-131, в котором размещались измерительная аппаратура и рабочее место оператора.

Испытуемое колесо этой тележки было связано с помощью механических передач с колесами автомобиля-тягача. И так как оно с колесами тягача через механический привод и дорогу представляло собой замкнутый контур, то коэффициент проскальзывания как в устойчивой (от $S = 0$ до $S_{\varphi\ max}$), так и в неустойчивой (от $S_{\varphi\ max}$ до $S = 100$ %) зонах удерживался в очень узком диапазоне величин.

С помощью данной установки впервые удалось оценить характеристики трения шин на специальных дорогах НИЦИАМТа, в том числе с учетом их работы при торможении автомобиля. Однако опыт показал, что экспериментальное определение

| Параметр | Тестеры | |
|---|---|---|
| | SMT | ШТ-1 |
| Вертикальная нагрузка, Н | 1800—4500 | 2000—3500 |
| Тормозная сила, Н | 0—5500 | 0—4000 |
| Пределы регулирования проскальзывания, % | ±15 | 0—100 |
| Скорость движения при измерениях, км/ч | 0—120 | 20—100 |
| Водополив (смачивание шины), мм | 0,5—2 | 0,5—2 |
| Пределы измерения величины коэффициента продольного сцепления, % | Нет данных | 5—100 |
| Максимальная собственная масса шинного тестера (с грузом), кг | 440 | 400 |

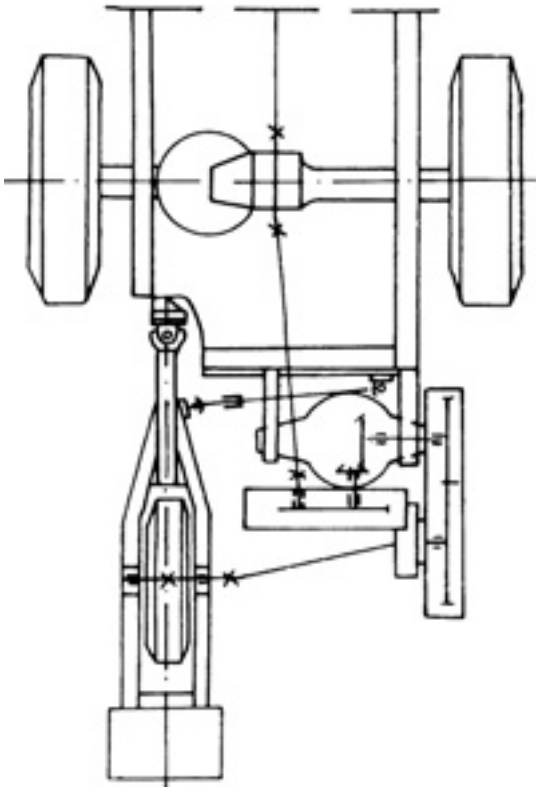


*Рис. 4. Кинематическая схема одноколесной динамический тележки шинного тестера конструкции НИЦИАМТа*

φ—*S* диаграммы с помощью этой установки требует довольно много времени и труда, а на тот период времени исследователи не располагали необходимой современной измерительной и регистрирующей аппаратурой. Поэтому и был разработан динамометрический прицеп ПКЗС-2У (рис. 5) для измерения скользкости дорожных покрытий. Он используется и до сих пор. В том числе Федеральной дорожной службой России.

Работает ПКРС-2У в составе передвижной лаборатории. Коэффициент $\varphi_x$ сцепления он измеряет при полной блокировке колеса и принудительной подаче воды, которая необходима для создания на поверхности дороги водяной пленки толщиной 1 мм. Показания приборов фиксируются бортовым вычислительным комплексом с их визуализацией на дисплее.

Техническая характеристика динамического прицепа: масса — 350 кг; подвеска и система торможения — автомобиля "Москвич-2140"; испытательная шина — 6,45×13; скорость буксирования — 60 км/ч; диапазон измерения коэффициента сцепления — 0,1—0,7. Главное достоинство прицепа состоит в том, что подвеска его кузова выполнена по параллелограммной схеме (продольные рычаги и гидропневматический упругий элемент в качестве рессоры), в основе которой заложен шарнирный четырехзвенник, позволяющий исключить влияние тормозной силы измерительного колеса на величину нормальной (вертикальной) реакции.

В дальнейшем последнее из перечисленных свойств было использовано и при проектировании специалистами НИЦИАМТа, СоюздорНИИ, НПО "Экран" и фирмы "АБС-ТК" универсального шинного тестера модели ШТ-1 (рис. 6), с помощью которого выполняют, как того требуют поправки 07 к Правилам № 13 ЕЭК ООН, метрологическую аттестацию участков дорог с различными величинами коэффициента сцепления — с любой заранее заданной величиной коэффициента *S* проскальзывания измерительного комплекса. Его конструкция позволяет получать значения коэффициента сцепления колеса тестера с поверхностью дороги путем измерения результирующей силы $R_x$ в опорной плоскости колеса при считающейся постоянной величине нормальной реакции $R_z$ опорной плоскости и задаваемых величинах коэффициента *S* продольного скольжения колеса и скорости *v* движения тестера. Основные характеристики этого тестера приведены в таблице.

Исходная техническая база тестера — автомобильная установка ПКРС-2У (шарнирный четырехзвенник), дисковый тормозной механизм с гидравлическим приводом, тензометрические датчики нагрузки (СФМИ-3), прибор "путь—скорость—время", колесо прицепа с ободом 4,5*j*-13 и автомобильная шина размером 6,45-13. Управление тормозной системой тестера — автоматическое, с помощью специального контроллера и модулятора давления в приводе тормозного механизма, входящих в мини-АБС для одного механизма.

Принятая для ШТ-1 методика измерений основана на использовании информации, получаемой непосредственно с его датчиков, а также априорной информации об его собственных параметрах и дифференциальные уравнения динамики торможения колеса при его работе в режиме измерений. Она подробно рассмотрена в инструкции по его эксплуатации, что позволяет использовать ШТ-1 специалистам любого автозавода, ГИБДД и т.д., не прибегая к консультации в НИЦИАМТе, получать довольно точную информацию. Ведь погрешность измерения по каналу тормозной силы не превышает 2 %, по каналу скорости движения — 1 %, суммарная погрешность при вычислении проскальзывания и коэффициента сцепления — 5 %, что не хуже, чем у широко известных тестеров зарубежного производства, скажем, того же BV14, причем такая информация обходится гораздо дешевле.

Опытная эксплуатация тестера ШТ-1 выявила и еще одну его особенность. Оказалось, что с его помощью можно измерять и регистрировать коэффициент сцепления шин с покрытиями взлетно-посадочных полос аэродромов, в том числе для целей их сертификации. При этом решаются такие задачи, как: документальная регистрация величин коэффициента сцепления используемых дорожных покрытий; метрологическая аттестация измерительных средств, используемых в настоящее время дорожными инспекциями и аэродромными

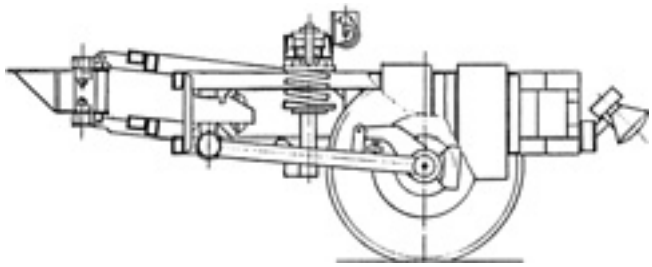


*Рис. 5. Динамометрический прицеп ПКРС-2У*

*Рис. 6. Шинный тестер ШТ-1 (разработка НИЦИАМТа, СоюздорНИИ, НПО "Экран" и фирмы "АБС-ТК")*

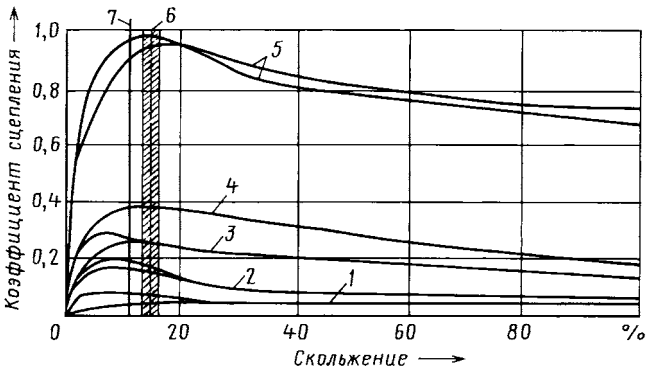



*Рис. 7. Зависимость продольного коэффициента сцепления от скольжения колеса:*

*1* — мокрый лед; *2* — холодный лед; *3* — мокрый базальт; *4* — укатанный снег; *5* — сухой асфальт; *6* — рекомендуемый диапазон для BV11, BV14; *7* — рекомендуемый диапазон для SFT

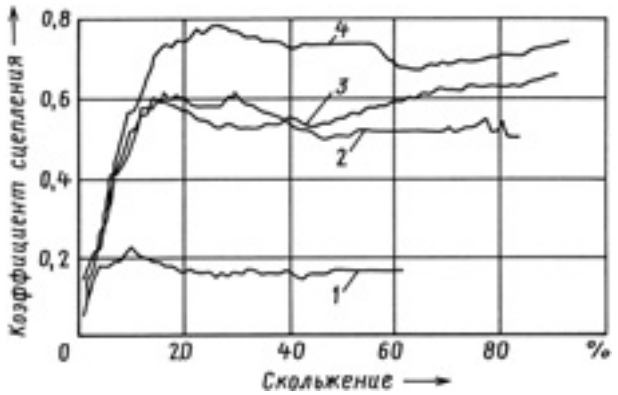



*Рис. 8. Экспериментальная характеристика коэффициента сцепления разных дорожных покрытий от величины скольжения (%):*

*1* — мокрый базальт; *2* — мокрый асфальт; *3* — гладкий асфальт; *4* — сухой асфальт

службами; проведение сертификации эксплуатируемых дорожных и аэродромных покрытий.

Чрезвычайно важно и то, что оценка сцепных свойств участков дорожных покрытий путем измерения с заданной величиной коэффициента проскальзывания получается более объективной, так как значительная часть участников дорожного движения оснащена АБС, работающими в режиме проскальзывания. И в этой связи становится очевидным, что ГОСТ 30413—96 "Дороги автомобильные. Методы определения коэффициентов сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием", в котором утверждена процедура измерений коэффициента сцепления при полностью заторможенном колесе, нуждается в доработке, поскольку его требования менее жестки, чем у вышеназванного стандарта ИСО и Правил № 13 ЕЭК ООН, что отрицательно влияет на достоверность оценки качества поверхности дорожного покрытия.

Наконец, последнее. Коэффициент $\varphi_x$ сцепления в продольном направлении при постоянном проскальзывании может быть измерен, как вытекает из сказанного выше, с помощью относительно дешевых измерительных устройств, используемых, как правило, при длительных измерениях: в этом случае за счет достижения желаемой величины проскальзывания на измерительное колесо усилие буксировки может не превышать 20 % измеряемой тормозной силы.

То есть метод измерений при постоянном проскальзывании в продольном направлении по своим характеристикам несколько напоминает работу АБС и, как следует из рис. 7, на котором приведены некоторые характеристики сцепления шин, измеренные тестерами BV14 с постоянным проскальзыванием. Пиковые значения коэффициента сцепления в большинстве случаев укладываются в диапазон 15—17 %, а для тестера SFF для некоторых покрытий этот диапазон несколько меньше: в среднем ~11 %.

Аналогичные зависимости (как по характеру изменения продольного коэффициента сцепления, так и по пиковым значениям на таких же типовых поверхностях испытательных участков), экспериментально зафиксированные тестером ШТ-1, представлены на рис. 8. Они однозначно говорят о его пригодности для метрологической аттестации участков дорожных покрытий, их качественной оценки.

Представляет также интерес и степень сопоставимости результатов, полученных с помощью шинных тестеров, с результатами дорожных испытаний АТС, оборудованных АБС, на тех же дорожных покрытиях. В частности (рис. 9), на глад-

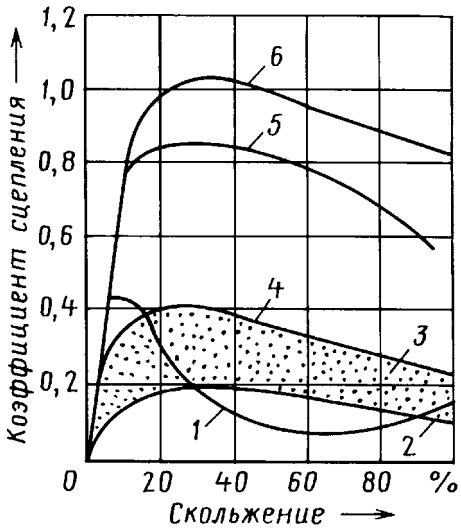



*Рис. 9. Характеристики дорожных покрытий испытательных участков:*

*1* — эпоксидное покрытие; *2* — сухой лед; *3* — укатанный снег; *4* — базальт; *5* — бетон; *6* — гудронированное щебеночное покрытие

*Рис. 10. Динамометрическая тележка конструкции НИИШП*

ком льду (коэффициент сцепления до 0,2), укатанном снеге ($\varphi = 0{,}2 \div 0{,}45$), мокром асфальтобетоне ($\varphi = 0{,}6 \div 0{,}8$) и мокром базальте, где значение $\varphi$ может достигать 0,2.

Широкое применение нашел шинный тестер ШТ-1 при оценке влияния противогололедных реактивов на безопасность эксплуатации наземных транспортных средств.

С вводом с 2014 г. новых Правил № 117 ЕЭК ООН уже требуется оценивать сцепные свойства автомобильных шин на мокром покрытии. Это задача успешно решается с применением динамометрической тележки НИИШПа (дышло и измерительный элемент), общий вид которой приведен на рис. 10. Торможение испытываемой шины осуществляется до полной блокировки колеса, при этом фиксируется изменение касательной силы в пятне контакта шины с мокрой дорожной поверхностью.

Тележка сконструирована таким образом, что при испытании данные снимаются только с одного колеса, что значительно сокращает перемещение нагрузки, которая появляется на крюке тягача во время затормаживания испытуемой шины. Прицепной крюк дышла расположен в плоскости вращения этой шины, что, с одной стороны, обеспечивает движение испытуемого колеса по колее, отличной от колеи движения колеса тягача, а с другой — сводит к минимуму увод тележки, который появляется при торможении испытуемой шины.

---

УДК 621.43.04

# Повышение качества основных деталей распределителей зажигания

Канд. техн. наук А.А. АЛИЕВ

ФГУП НИИАЭ (8.495. 365-58-21)

*Взамен свинецсодержащей стали АС45Г2 разработана и внедрена в производство бессвинцовая сталь А35Г2.Проведенные исследования показали, что сталь А35Г2 по микроструктуре, механическим свойствам, обрабатываемости и качеству поверхности и "зубьев" валика не уступает качеству валика, изготовленного из стали АС45Г2 и полностью ее заменяет.*

***Ключевые слова:*** *свинецсодержащая сталь, бессвинцовая сталь, качество поверхности, "зубья" валика, трудоемкость изготовления кулачков прерывателей.*

**Aliev A.A.**

**INCREASE QUALITY OF THE BASIC DETAILS OF DISTRIBUTORS OF IGNITION**

*Instead of lead-bearing steel AC45Г2 it is developed and introduced in manufacture Pb free steel A35Г2. The conducted probes have shown that steel A35Г2 on a microstructure, mechanical properties, and on quality of a surface and "teeths" of the platen doesn't concede a workability to quality of the platen made of steel AC45Г2 and completely it replaces.*

***Keywords:*** *a lead-bearing steel, Pb free steel, quality of a surface, platen "teeths", labor input of manufacturing of cams of breakers.*

Основными трущимися, а следовательно, быстроизнашиваемыми деталями распределителей зажигания являются валик и кулачок. При этом функция первого — передача вращения коленчатого вала к кулачку прерывателя зажигания, а второго — синхронизация момента зажигания с положением поршней ДВС. Валик представляет собой (рис. 1) деталь длиной 270 и диаметром 12,446 мм. Он обтачивается по всей длине, имеет канавки вблизи одного своего торца и шлицы (их 18) на противоположном конце. Изготовляют его из стального (сталь АС45Г2) калиброванного прутка диаметром 13 мм.

Однако производство свинецсодержащих сталей по экологическим соображениям приостановлено. В связи с чем были сделаны попытки изготовления валиков из калиброванной стали 40 твердостью НВ201. Но они положительных результатов не дали: такая сталь по обрабатываемости и чистоте получаемой поверхности оказалась гораздо хуже стали АС45Г2. Возникла необходимость разработки несвинецсодержащей автоматной стали, которая при точении и протягивании шлицов обладала бы обрабатываемостью поверхности до 7—8 класса чистоты.

Разрабатывали новую сталь ЗАО "Московский завод АТЭ-2", ЦНИИчермет и ОАО "Серп и молот". При этом в условиях металлургического завода "Серп и молот" удалось довольно быстро получить калиброванный прокат диаметром 13 мм, который повергался затем операции отжига на линии ТВЧ с параметрами, обеспечивающими сфероидизации (10—15 %) в пластинчатом перлите.

Химический состав новой стали: углерод 0,32—0,38 %; марганец — 1,35—1,65; кремний — 0,18—0,35; сера — 0,15—0,22; кальций — 0,0025—0,0040; хром — 0,059; никель — 0,038; молибден — 0,050; медь — 0,029 %. Что соответствует составу стали А35Г2.

Микроструктура калиброванного проката приведена на рис. 2. Она состоит из феррита, пластинчатого перлита и содержит до 10—15 % зернистого перлита. Это достигнуто благодаря тому, что, во-первых, в исходной горячекатаной заготовке (пруток диаметром 16 мм) феррит и пластинчатый перлит уже есть; во-вторых, калибровочным переделом были отжиг с нагревом ТВЧ до температуры, несколько превышающей температуру точки $Ac_1$, и медленное охлаждение на воздухе.

Механические свойства калиброванной стали А35Г2 следующие: предел прочности $\sigma_в$ = 680—720 МПа, или 6800—7200 кгс/см$^2$; относительное удлинение $\delta$ = 19,4 —22,0 %; относительное сужение $\psi$ = 65—68 %; твердость НВ197—207, что очень близко к механическим свойствам стали АС45Г2.

Из опытной партии калиброванного проката диаметром 13 мм по существующей технологии на АТЭ-2 были изготовлены валики распределителей Р.125.3706.211. Результаты их испытаний показали, что механическая (токарная) обработка стали А35Г2 происходит без сбоев, производительность станков и стойкость инструмен-

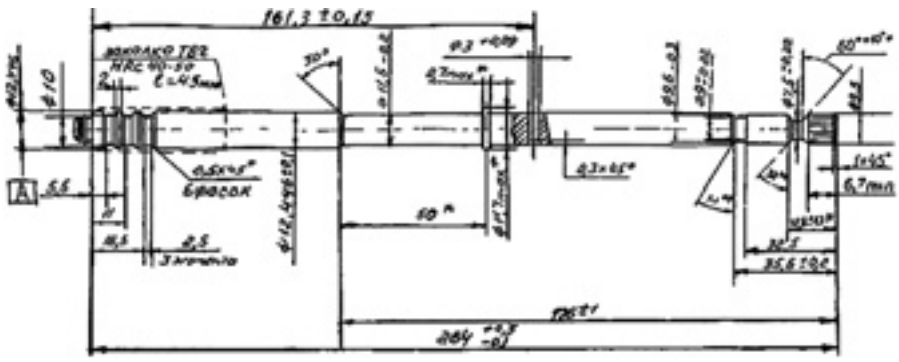


*Рис. 1*

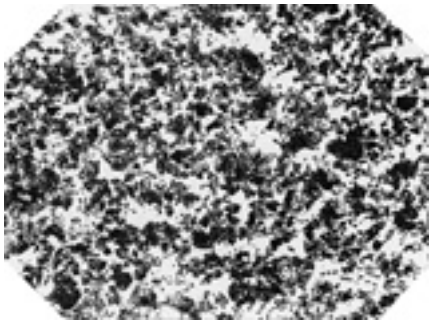


*Рис. 2*

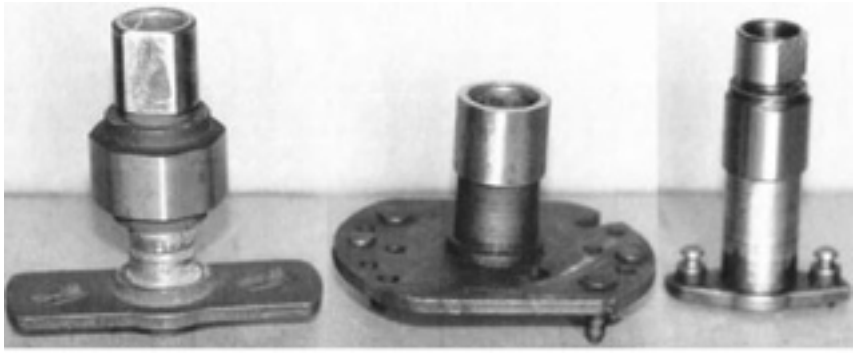


*Рис. 3*

та сохранились на уровне обработки стали АС45Г2; при протягивании шлицов их качество соответствует требованиям чертежа распределителя Р125.3706.211.

Опытно-промышленные партии (1195 шт.) калиброванного проката диаметром 13 мм, изготовленного из стали А35Г2, прошли производственные испытания на АТЭ-2. Такие же валики одновременно (параллельно) изготовлялись и из стали АС45Г2. То есть критерий сравнения качества налицо. При этом было установлено: механическая обрабатываемость обеих сталей практически не отличалась: детали не отбраковывались. Более того, производительность станков, стойкость инструмента при токарной обработке и прошивке шлицов, а главное, качество поверхности шлицов валиков из той и другой стали были одинаковыми.

Таким образом, сталь А35Г2 по обрабатываемости, качеству поверхности и механическим свойствам — полноценный заместитель свинецсодержащей стали АС45Г2.

Теперь о кулачках распределителей зажигания (рис. 3). По существующей на АТЭ-2 технологии их делают из стали 15 методом точения прутка диаметром 18 мм с последующим омеднением, а затем механически очищают рабочую часть и подвергают ее цементации в твердом карбюризаторе, закаляют нагревом ТВЧ и отпускают с отдельного нагрева при температуре 613—633 К (340—360 °С). В итоге получается закаленный слой толщиной 1,5—2,0 мм и твердостью HRC42—44. Трудоемкость такого процесса — 42 нормо-ч. Что очень много. Поэтому необходимо найти такое техническое решение, которое позволило бы резко ее снизить.

Самым очевидным из таких решений — замена стали 15 на другую марку. И больше всего для этой цели подошла уже хорошо себя зарекомендовавшая при изготовлении валиков сталь А35Г2. Правда, в данном случае потребовалась и новая технология.

После соответствующей подготовки была изготовлена опытная партия кулачков 47.01.3706.231, для чего они после механической обработки промывались в воде и поступали на закалку ТВЧ на установке ВЧП 100/8000 (полуавтомат). После закалки их снова промывали, но уже в растворе нитрита натрия, подвергали отпуску при температуре 613—633 К (340—360 °С) с выдержкой в шахтной печи СШЗ-6,6/7 и охлаждались на воздухе.

Результаты металлографического анализа качества термической обработки показали: толщина закаленного слоя на поверхности кулачков — 1,7—2,0 мм, твердость — HRC42—47, чистота поверхности соответствует 7—8 классам. При этом трудоемкость изготовления кулачков снизилась, по сравнению с существующей технологией, в 3 раза.

# ИНФОРМАЦИЯ

## "Мир автобусов-2011"

20—22 апреля в Коломне на территории Автоколонны 1417 прошел IV международный автотранспортный фестиваль "Мир автобусов 2011". Как всегда, было множество премьер, гостей и событий. Из самых ярких: юбилейные мероприятия фирм "Сетра", "Скания" и "Мострансавто", а также презентация компании "МАН Автомобили Россия". Мини-мюзикл, который показали последние, несомненно, привлек внимание публики: молодые люди на сцене ярко и артистично рассказали о судьбоносной роли автобусов МАН в их жизни. ГУП МО "Мострансавто" к 85-летию регулярного автобусного сообщения в Подмосковье приготовило интересную экспозицию с уникальными экспонатами своего музея. Ретро-автомобили, техника военных лет и недавних десятилетий — их пристально изучали, с ними фотографировались. Автобус ЛАЗ, перевозивший участников "Олимпиады-80", украсили олимпийской символикой 1980 г., а также символами грядущей Олимпиады в Сочи 2014 г. Торжественное собрание, посвященное юбилею "Мострансавто", прошло при участии ветеранов предприятия.

В рамках фестиваля состоялось множество конференций и круглых столов: заседание Московской областной комиссии по обеспечению безопасности дорожного движения, рабочая встреча представителей правительства Московской области с производителями автобусов, конференция "Современные технологии на пассажирском автомобильном транспорте", круглый стол "Современный автобус — производители для перевозчиков и пассажиров" и другие. По отзывам участников, прошедшие встречи были конструктивными и, несомненно, поспособствуют решению многих насущных проблем.

Фестиваль был полон премьер: польская фирма "Солярис" представила два автобуса, один из которых — с гибридным приводом. Представители компании говорили о его экономичности и экологичности. А вот второй автобус — "Интерурбино", представленный в прошлом году, останется в Коломне и, как планируется, скоро выйдет на один из пригородных маршрутов в тестовом режиме. Компания "ЕвоБус Русслэнд" привезла автобус "Сетра-415 HD" (он, кстати, стал победителем конкурса "Лучший в "Мире автобусов" в номинации "Туристический автобус"), который также останется в Коломне. Таких "коллекционных" автобусов выпущено всего 60 — по числу лет марки "Сетра". Будет курсировать по маршрутам небольшой наполненности (там, где большой автобус будет излишним) и социальный микроавтобус "Мерседес Спринтер", представленный молодой фирмой "Автобус плюс". Он оснащен очень даже современно: системой видеонаблюдения и видеорегистрации как в салоне, так и снаружи; большими световыми табло; системой безналичной оплаты проезда "Маршрут"; автоматической дверью и такой же подножкой; системой кондиционирования и другими приятными для пассажиров вещами. Микроавтобус объявлен социальным, так как все льготы там будут предоставляться так же, как в больших автобусах (в отличие от маршрутных такси). Будет

эксплуатироваться в АК 1417 и автобус МАН с коробкой передач "Эколайф" от концерна ZF, презентованной на фестивале. Кстати, и "Солярис Интерурбино" оснащен той же коробкой. Так что многие новинки уже приживаются в Коломне. И надо думать, не только в ней – на "Мире автобусов" побывало руководство питерского "Пассажиравтотранса", представители многих других транспортных предприятий страны. Смотрели, пробовали, договаривались...

Настоящей изюминкой "Мира автобусов-2011" стала "Ямская слобода" с торговыми рядами, костюмированным людом и... кораблем. Его из кузова "Сетры" сделали мастера объединения "ТВорческая дача" из Ижевска (не без помощи умельцев из Автоколонны). Эти же харизматичные личности вещали из корабля потусторонним голосом, гостеприимно встречали многочисленных интересующихся детей и взрослых на борту "Изольды-2011" (как назвали "судно"), потчевали желающих кашей, пирожками и напитками из овса и играли космическую музыку на нестандартных музыкальных инструментах. Публика была в восторге от таких экспонентов.

А в фестивальных тест-драйвах на этот раз участвовали не только профессиональные водители автобусов, но и... гендиректор "Мострансавто" Николай Гривас. За что он даже получил памятную "Золотую "Сетру" от компании "ЕвоБус Русслэнд". Вообще, почетных гостей было очень много. Среди самых заметных — экс-президент и основатель всемирно известной бельгийской выставки автобусной техники "Басуорлд" Дидье Рамоудт. Он пробыл на фестивале все три дня и перед отъездом заявил, что снимает шляпу перед организаторами за такой грандиозный и успешный проект, сделанный своими руками. "Точно так же мы начинали в Кортрайке — на базе транспортной компании, под открытым небом и целиком на своем энтузиазме! У "Мира автобусов" большое будущее!" — сказал он.

Итоги конкурсов:

**"Лучший в "Мире автобусов"**

Номинация "Микроавтобус" — "Мерседес Бенц Спринтер" 515 от компании "Авилон".

Номинация "Городской автобус" — НефАЗ 52-998 от компании НефАЗ.

Номинация "Туристический автобус" — "Сетра 415 HD" от компании "ЕвоБус Русслэнд".

Номинация "Лучший стенд" — компания "ЕвоБус Русслэнд".

**"Остановка будущего"**

1 место (приз — сертификат на 25 тыс. руб. на услуги турфирмы "Мир автобусов") — Даниил Аганин, 12 лет.

2 место (приз — сертификат на 10 тыс. руб. на услуги турфирмы "Мир автобусов") — Татьяна Веселова, 13 лет.

3 место (приз — сертификат на 5 тыс. руб. на услуги турфирмы "Мир автобусов") — коллективная работа ООО "Ликъ", коломенской кузнечной слободы.

Своих победителей определила и наградила ценными подарками фирма "Солярис".

Работу победителя обещают качественно исполнить и установить в районе Автоколонны. Остановку планируется назвать "Мир автобусов".

**Картинг-турнир на призы "Кастрол"**

Победитель — Михаил Радищев, инженер-программист Автоколонны 1417.

# Содержание


**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

**Корнев С.В.** — Качество управления как инструмент развития предприятий российской автомобильной промышленности . . . 1
**Егоров И.В.** — Кризис и развитие управленческих технологий для базисных бизнес-процессов предприятий автопрома . . . 3
**АСМ**-факты . . . 5

**КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Сергеев А.И.** — Математическая модель двухзвенного транспортного средства с индивидуальным электромеханическим приводом колес перекатывающегося типа . . . 7
**Барский И.А., Антипов Ю.А., Шаталов П.Р., Вальехо Мальдонадо П.Р.** — Зависимость коэффициента наполнения автомобильного бензинового двигателя с внешним смесеобразованием от температуры воздуха . . . 10
**Александров И.К., Несговоров Е.В.** — Адаптивная электромеханическая трансмиссия . . . 12
**Лемешкин А.В., Комаров Ю.Я.** — Конструкция рулевого вала и пассивная безопасность АТС . . . 13
**Туренко А.Н., Шуклинов С.Н.** — Синтез параметров следящего устройства вакуумного усилителя тормозов . . . 15
Читатель предлагает
**Тимофеев И.А., Ильин Г.В.** — Электролизная система питания ДВС водой . . . 20

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АТС**

**Топалиди В.А.** — Бортовые интеллектуальные транспортные системы . . . 21
**Алейникова А.М.** — Модель концентрации составляющих отработавших газов АТС в воздухе уличной дорожной сети . . . 23
**Баженов Ю.В., Разговоров К.И., Кириллов А.Г.** — Методика использования математических методов при оценке спроса на обслуживание АТС на СТОА . . . 27
**Шангала С.В.** — Способ повышения уровня противокоррозионной защиты тормозных цилиндров автомобилей "Урал" в процессе их длительного хранения . . . 29

**ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ**

**Валиков Е.Н., Белякова В.А.** — Новый способ формообразования цилиндрических зубчатых колес . . . 31
**Уварова Ю.С.** — Полимерные материалы в конструкции АТС . . . 32
**Никульников Э.Н., Барашков А.А., Логунов А.А.** — Шинные тестеры — инструмент метрологической аттестации испытательных участков дорожных поверхностей с различными коэффициентами сцепления . . . 34
**Алиев А.А.** — Повышение качества основных деталей распределителей зажигания . . . 38

**ИНФОРМАЦИЯ**

"Мир автобусов 2011" . . . 39



**Главный редактор Н. А. ПУГИН**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

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

**Белорусский региональный редакционный совет:**

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



Корректор Т.В. Пчелкина
Сдано в набор 01.04.2011. Подписано в печать 18.05.2011.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,9. Уч.-изд. л. 7,38. Зак. 357.
Отпечатано в ООО «Подольская Периодика»
142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15

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

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


За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.
Перепечатка материалов из журнала «Автомобильная промышленность» возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.