

ISSN 0005-2337

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 6 • 2001



*Реальные перспективы
реального автобуса*

2001г., № 6

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

18 – 21
сентября

2001
ОМСК



АВТОТРАНССЕРВИС

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
АВТОМОБИЛИ. МОТОЦИКЛЫ. СТО
АВТОМАСТЕРСКИЕ. ЗАПЧАСТИ И АКСЕССУАРЫ
ГАРАЖНОЕ, СЕРВИСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
АЗС/АЗК. ДОРОЖНЫЙ СЕРВИС. АВТОХИМИЯ



**ПРОМ
ТРАНС
ЭКСПО**

**3-я МЕЖОТРАСЛЕВАЯ ВЫСТАВКА
ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ**

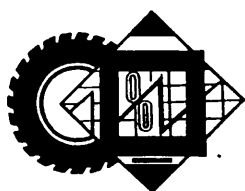
ЗАПЧАСТИ. РЕМОНТ
ЖЕЛДОРТРАНС. РЕЧФЛОТ
ОМСКАВИАТЕХ
ЛОГИСТИКА. СКЛАД

По вопросам участия обращайтесь: МВЦ "Интерсиб"
644033, Россия, г. Омск, ул. Красный путь, 155, корп.1
Тел. (3812) 25-25-56, 25-84-87. Тел./факс (3812) 25-72-02
E-mail: fair@intersib.omsk.ru, <http://www.intersib.omsk.ru>

**ВЫСТАВКИ, ЯРМАРКИ – ФУНДАМЕНТ БУДУЩЕГО.
ПОСТРОИМ ЕГО ВМЕСТЕ !**

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 6 • июнь • 2001



ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113/.115.658.89

ЗАКАЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Д-р техн. наук В. Г. ДАЖИН

Вологодский ГТУ

Признаки оживления экономики вселяют надежды на возрождение автомобильной промышленности. Но все-таки имеет смысл посмотреть, на что можно рассчитывать в ближайшие семь-десять лет. Такой прогноз, возможно, недостаточен для выработки стратегических концепций, но он важен для определения тактических задач. Тем более что однозначного видения проблемы у специалистов пока нет.

Например, в некоторых официальных документах трудности, переживаемые автомобильной промышленностью России, усматриваются в недостаточном техническом уровне отечественных автомобилей. Так, в третьей редакции федеральной программы развития производства городских автобусов, троллейбусов и трамваев на первом месте среди рисков автомобилестроительной отрасли названы отсутствие конкурентоспособных образцов, недостаточный уровень качества продукции и лишь на четвертом — платежеспособный спрос. К сожалению, за этим не единственным документом подобного рода следуют экономическая политика и безработица за проходной.

Слов нет: любой нормальный человек всецело за то, чтобы наши автомобили были самыми лучшими, самыми красивыми. Однако если мы говорим о конку-

ренции, то конкурентоспособность — это качество, которое, грубо говоря, просматривается через содержимое покупательского кошелька. Если платежеспособные возможности российского покупателя в 20—30 раз ниже, чем в развитых странах мира, для потребителя теряет смысл экономия живого труда. Низкая стоимость рабочей силы в России неизбежно будет давить на уровень потребительских свойств настолько, насколько это обеспечивает снижение продажной цены автомобиля. Многочисленные попытки обойти данное обстоятельство и наладить производство автомобилей иного уровня качества, как известно, неизменно заканчивались отрицательным результатом.

Думается, читатели не поймут автора так, будто технический прогресс должен обойти Россию. Речь идет о траектории развития и о том, что любое техническое решение должно быть экономически обосновано. Утверждение, что "только капиталовложения и работа в партнерстве с иностранными производителями могут обеспечить выживание отрасли...", по меньшей мере удивительно. Конечно, воспользоваться этим способом, если получится, не грех. Но если отвергать достигнутый нами уровень, то мы уподобимся человеку, готовому умереть от голода, но не есть без серебряного столового прибора.

Что касается трудностей, то можно напомнить, что в 1990 г. сельское хозяйство закупило 146,5 тыс. грузовых автомобилей, а в 1999 — меньше тысячи. За годы "реформирования" с автомобильного рынка практически ушел такой массовый покупатель, как армия. В 10 раз сократились объемы капитального строительства, в 2,2 раза — пассажирооборот на общественном

транспорте. Так что решение проблем автомобильной промышленности невозможно вне рамок развития народного хозяйства в целом. В то же время полагать, что все сводится к тому, чтобы дождаться общего повышения и "аккуратненько вписаться" в новые условия, было бы, видимо, неверно. Автомобильная промышленность не только зависит от благополучия государства, но и активно формирует это благополучие, выпуская наукоемкую продукцию массового спроса. К сожалению, в период плановой экономики отсутствовало понимание того, что выпуск подобной продукции прокачивает финансовые потоки в народном хозяйстве, поддерживает его высокий потенциал. Вот и получилось: в качестве наукоемкой продукции использовали оборонку, а роль финансового генератора выполняли нефть и водка.

Производство легковых автомобилей для нормального развития экономики так же важно, как и грузовых. И, вроде бы, какие печали? Ведь в 2000 г. выпущено почти 970 тыс. легковых автомобилей. Правда, это меньше, чем в Советском Союзе 20 лет назад (1320 тыс.) и столько же, сколько в США 86 лет назад, но все-таки.

Увы, потенциал индивидуального покупателя используется далеко не полностью. Около 75 % всех продаж на автомобильном рынке ныне приходится на долю поддержанных автомобилей. Это лучше, чем пару лет назад, когда эта цифра доходила до 83 %. Тем не менее она означает, что физическим лицам перепродается ~3—4 млн. ед. автомобильного хлама, играющего роль народного автомобиля. Мы можем говорить что угодно, но реальность такова: если не вовлечь в финансовый оборот основную массу населения, а ориентироваться только на состоятельные круги, Россия никогда не встанет на ноги, никуда не уйдет от колониальной по своей сути экономики.

Успехи КамАЗа с реализацией автомобиля ВАЗ-1111 "Ока" подтверждают справедливость выступления журнала "Автомобильная промышленность" (1997, № 2), ратовавшего за выпуск автомобиля, доступного массовому покупателю. Жаль, что основные усилия прилагаются в другом направлении: делать продукцию, не уступающую зарубежным образцам. Если речь не идет об экспорте, такая политика оборачивается простым мощностей, а у потребителя — его бедами: старением парка, ухудшением безопасности на дорогах, бесконеч-

ными ремонтами. Вот интегральный показатель: ежегодно 40 % парка легковых автомобилей не выезжает на дороги (состоит на учете, но не предъявляется к техническому осмотру в ГИБДД), 60 % парка — старше 10 лет.

Можно понять психологию наших автомобилестроителей: одно дело — выпускать автомобиль "царь-государь", совсем другое — "ослик". Но приходится констатировать, что задача приспособить свою продукцию к возможностям автомобильного рынка за годы "реформирования" решена не полностью. И, несмотря на презентацию ВАЗ-1118, ВАЗ-1119 и т. д., рынок моделей, доступных рядовой массе покупателей, остался прежним: автомобильная рухлядь.

Сквозь призму ситуации с некоторым беспокойством читаются пояснения по поводу причин наших скромных успехов — "агрессивная политика иностранных конкурентов по завоеванию российского рынка автомобилей". Это верно, если речь идет о тоненькой прослойке состоятельных людей, для которых действительно нет конкурентоспособных отечественных моделей. Однако, уважаемые коллеги, вот вам широко открытые ворота и непритязательный покупатель, на скромные возможности которого других претендентов пока не видно: народный автомобиль стоимостью до 3 тыс. амер. долл.

Впрочем, ниша, которой все мы почему-то пренебрегаем, видимо, скоро пустой не окажется. Приведем мнение потенциального инвестора — заместителя генерального директора фирмы "Рено" Жоржа Дуэна: "Стало ясно, что России нужно предлагать дешевый автомобиль... Наш новый проект окажется настоящим сюрпризом как для автомобилистов, так и для конкурентов".

Существенные перемены произошли и на рынке грузовых автомобилей. Начнем с того, что покупатель стал иным. Как можно видеть из табл. 1, в которой приведены данные по распределению автомобилей КамАЗ, структура собственников за последние 10 лет заметно изменилась: возросла доля владельцев от одного до пяти автомобилей, а доля хозяйств, имеющих более 20 машин, наоборот, сократилась. В первую очередь развалились хорошо оснащенные крупные предприятия, для которых падение грузооборота в 6—8 раз повлекло летальный исход. Стало быть, число владельцев, способных создать производственно-техническую базу ТО и ремонта, резко сократилось, поскольку для АТП численностью менее 20 автомобилей одной марки она становится невыгодной.

Но это не единственная беда. В поисках лучшей жизни на рынок транспортных услуг пришли работники заводских специальностей, бывшие военнослужащие, учителя, водители, ступившие на стезю предпринимательства, и т. д. Сложилась ситуация, когда более половины автотранспортных предприятий не имеют профессионально подготовленных работников, специалистов автомобильных или родственных специальностей, знакомых с диагностикой, обслуживанием и ремонтом автомобилей (табл. 2).

Как следствие утраты профессионального и производственно-технического потенциала в автомобильном транспорте деформирована планово-предупредительная система ТО и ремонта, на которую изначально ориентирована продукция отечественной автомобильной промышленности. Достаточно сказать, что из всего

Таблица 1

Год	Процент владельцев, имеющих число автомобилей		
	1—5	6—20	Более 20
1990	70	19	11
1999	82	12	6

Таблица 2

Имеют автомобильное или родственное образование	Не имеют специального образования	
	водители и практики со стажем более пяти лет	работники иного профиля
39 %	16 %	45 %

перечня обязательных операций ТО владельцами мелких предприятий выполняется только половина (по всему парку — 64 %), а перепробеги между ТО превосходят нормативные в 1,5—2,3 раза. Итог: за 10 лет среднесуточный пробег грузового автомобиля сократился со 132 до 63 км, а коэффициент выпуска — с 0,64 до 0,46.

Напрашиваются два вывода, представляющих интерес для автомобильной промышленности.

1. Мы не можем больше позволить себе выпускать автомобили, обслуживание и ремонт которых стали чрезмерно обременительными для перевозчика. Покупатель слишком многое теряет, и вовсе не на стоимости рабочей силы (она дешевая), а вследствие изменившихся условий эксплуатации. Стало быть, каждому автомобильному заводу пора иметь программу сокращения трудоемкости и периодичности технического обслуживания.

2. Автомобильные заводы не будут иметь устойчивой перспективы, если не сумеют решить проблему технического обслуживания и ремонта своей продукции на фирменной основе. Но создать необходимые мощности в ближайшие 10 лет заводы вряд ли смогут. Ведь даже у КамАЗа, который пытался организовать систему автосервиса с 1975 г., собственные автоцентры закрывают лишь 1,2 % требуемых для всего парка машин объемов по ТО и ремонту. Наиболее реальный выход: работать на основе договоров с крупными автохозяйствами. И, конечно, обзавестись несколькими головными автоцентрами, иначе будут проблемы с отработкой технологий.

Здесь надо добавить: научно-техническим центрам заводов-изготовителей придется брать на себя функции разработчиков технических условий, технологических режимов ТО и ремонта своих автомобилей, проектирования или обеспечения через подрядные фирмы производства технологического оборудования для этих целей. В период плановой экономики такие задачи успешно решались НИИАТом, однако ныне подобная тематика целиком ушла из головного института Министерства транспорта и не имеет перспектив к возвращению.

Второе, на что хотелось бы обратить внимание производителей грузовых АТС: существенно изменилась структура грузовых перевозок. Следовательно, должна измениться и структура автомобильного парка. В табл. 3 приведены пропорции производства автомобилей в странах с рыночной экономикой и широким развитием предпринимательства, а также пропорции, которые складывались в автомобильной промышленности России в 1990 и 2000 гг.

Перемены и тенденции вполне очевидны. Поэтому есть опасения, что попытки возродить прежние объемы производства среднетоннажных автомобилей могут не увенчаться успехом: не видно, откуда на них может возникнуть спрос. Но здесь просматривается значительная по своему потенциалу ниша. Дело в том, что в большинстве своем такие автомобили предназначены для городских перевозок, причем для "разнокалиберных" потребителей. Существует незакрытый спрос на фургоны для перевозки продуктов, промышленных товаров, мебели и т. п. Это крупносерийное, по масштабам страны, производство до сих пор является обузой для автохозяйств, выполняется на базе бортовых автомобилей в кустарных условиях, что и дорого, и плохо. Никак не решена острейшая проблема малой механизации — обору-

дование автомобилей самопогрузчиками, в первую очередь грузоподъемным задним бортом.

Востребованность большегрузного подвижного состава в ближайшей перспективе должна существенно возрасти. За годы "реформирования" народное хозяйство недополучило около 700 тыс. АТС большой грузоподъемности, поскольку из-за падения грузооборота в 6—8 раз провозные способности наличного парка не использовались и на треть. А ущерб, связанный с замедлением темпов морального обновления, можно иллюстрировать такими цифрами: если в 1990 г. автомобиль КамАЗ на мировом рынке стоил 32 тыс., то сейчас — только 18 тыс. значительно подешевевших амер. долларов.

В настоящее время грузооборот и провозные способности более или менее уравнились, автохозяйства, выжившие в период "реформирования", работой и заработком на воспроизводство подвижного состава при нынешних ценах обеспечены.

Скорее всего, проблем со стороны автомобильной промышленности не возникнет, а высокий ценовой барьер защитит внутренний рынок на достаточно долгое время. Однако следует обратить внимание на такой момент. Эксплуатация большегрузных автомобилей без прицепов снижает эффективность перевозок почти вдвое. Между тем производство прицепов и полуприцепов в России практически прекращено. (Кстати: в США на один тягач приходится 4,5 прицепа, у нас — 0,63.)

Значительную перспективу представляет выпуск специализированных автомобилей для перевозки леса, зерна, муки, цемента, строительных растворов и т. п., поскольку сложившиеся технологии перевозки этих грузов неэффективны и приводят к большим потерям. Усилия в данном направлении предпринимаются (например, КамАЗом), и они окажутся успешными, если наладить сотрудничество с будущими потребителями своей продукции.

Абсолютно не освоенная ниша — производство автомобилей для международных перевозок. Сейчас российские перевозчики выполняют ~35 % общего объема этой весьма прибыльной работы на дальнее зарубежье и ~38 % — на страны СНГ, т. е. фактически рынок сдан конкурентам. Причины несколько, одна из них — отсутствие средств на приобретение автопоездов, отвечающих евростандартам. Своих машин нет, иномарки стоят слишком дорого. Так, в 2000 г. российским предприятиям удалось купить только 538 автомобилей, а потребность — несколько тысяч.

Особо следует остановиться на производстве автобусов. Наша страна, устойчиво выпускавшая самое большое количество автобусов в мире, оказалась в нелепом положении. В настоящее время автобусный

Таблица 3

Страны	Доля, %, автомобилей грузоподъемностью		
	до 2 т	2—5 т	свыше 5 т
С развитой рыночной экономикой	70—80	1—5	25—29
Россия в 1990 г.	14,2	63,9	21,9
Россия в 2000 г.	65,9	16,7	17,4

парк России, исключая Москву и С.-Петербург, изношен на 90—95 % ресурса. В городах работают автобусы с пробегом 700—900 тыс. км при среднем ресурсе 520 тыс. Конечно, их можно эксплуатировать бесконечно, были бы запасные части и ремонтная база. Но вот результат: эксплуатационные затраты выросли на треть, коэффициент выпуска "Икарусов" упал до 0,63, а ЛиАЗов и того меньше — 0,53. Ежедневно до 30 % автобусов сходят с линии.

Автобусы давно пора отправить в мартен, да заменить их нечем. В 2000 г. для городских маршрутов было выпущено (с учетом сборки из импортных комплектующих) 1800 машин. При таких темпах воспроизводства парк больших и особо больших автобусов можно обновлять в течение 100 лет. А между тем мощности только ОАО "Автобус" составляют 15,9 тыс. в год. Одна беда — нет финансирования.

Существуют три причины, по которым транспортная отрасль, имеющая высочайшую востребованность, не может профинансировать приобретение автобусов.

1. Только на федеральном уровне, не считая регионального, установлен "бесплатный" проезд для 20 категорий граждан. Возмещение выпадающих доходов перевозчику не гарантировано и проводится в усеченном размере.

2. Допущены и поныне здравствуют крупные просчеты с формированием правовой базы развития конкурентной среды, вследствие чего муниципальный перевозчик в подавляющем большинстве городов сохранил монопольное положение и готовность жить на дотации.

3. В отсутствие иных механизмов воспроизводства заботу о приобретении подвижного состава вынуждены брать на себя муниципальные власти, до предела

загруженные множеством иных, не менее, а чаще более острых проблем: теплосети, долги за газ, электричество, зарплата бюджетникам и т. д., и т. п.

Легко заметить, что все причины имеют политический характер и выходят за круг задач как автомобильной промышленности, так и автомобильного транспорта. Чтобы "расшить" ситуацию, необходимо решить узловую проблему: обеспечить воспроизводство подвижного состава за счет средств перевозчика. Для этого нужно резко изменить систему льгот, разработать правовые и организационные нормы, способные вызвать конкуренцию на рынке транспортных услуг с широким участием перевозчика-частника. Однако, к сожалению, в России отсутствует системный орган, который мог бы взять на себя ответственность за координацию работ и решение этой крупной проблемы. Хотя, по идее, ею должно заниматься Министерство транспорта.

Попытки развязать проблемы пассажирского транспорта за счет внешних источников (кредитов МБРР, например) успеха не принесли. Навязанная городам-участникам номенклатура автобусов, простимулировав развитие промышленности в Турции, привела к росту безработицы в российской автомобилестроительной отрасли, невостребованию собственных мощностей и никак не изменила положение в транспортном комплексе России. Суммы платежей по обслуживанию и возмещению долгов таковы, что города-"победители" тендера могли бы полностью обновлять весь парк автобусов не реже чем один раз в шесть лет. Так что не стоит искать счастья в карманах заморского дядюшки. Лучше попробовать найти его в согласовании интересов автомобильной промышленности и автомобильного транспорта России.

УДК 629.114.5"313" (ЛиАЗ)

ЛИАЗ. РЕАЛЬНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛЬНОГО АВТОБУСА

Новейшая история Ликинского автобусного завода, связанная с моделью ЛиАЗ-5256, складывалась непросто.

Первый образец этого автобуса был изготовлен по чертежам ВКЭИавтобусапрома в 1981 г., а в 1982 г. специалисты венгерского "Икаруса" по договору взялись за подготовку проекта технического перевооружения ЛиАЗа для производства 8 тыс. автобусов новой модели в год. Однако вскоре стало ясно, что венгерская сторона не заинтересована в создании конкурента, поэтому многое пришлось делать самим.

В итоге к началу реформ в стране реконструкция ЛиАЗа была в самом разгаре.

В 1992 г. завод был приватизирован, преобразован в ОАО "ЛиАЗ". В 1994 г. сняли с производства устаревшую модель, ЛиАЗ-677. Однако работать не стало проще: связи с поставщиками комплектующих, оказавшимися на территории других стран СНГ, да и с российскими к этому времени были уже прерваны, а новые еще не наладились; лавинообразно дорожали сырье, материалы, энергоносители, обесценивая оборотные средства; автобусы теперь закупались не государством, а муниципальными автотранспортными предприятиями, платежеспособность которых падала на глазах. И в

1995 г. случилось то, что и на многих других предприятиях страны: начался экономический кризис.

Так, кредиторская задолженность завода к концу 1996 г. возросла почти вдвое и составила 264 млрд. руб. (долги поставщикам, энергетикам, фондам социального страхования, занятости и пенсионному, бюджетам всех уровней и работникам завода по заработной плате). Правда, были и долги потребителей перед заводом, но они составили лишь 18 млрд. 301 млн. руб., т. е. 6,9 % заводских долгов. Значит, о том, чтобы решить проблему методом взаимозачетов, не могло быть и речи. Так же как и об оплате по бартеру: выпуск автобусов в период 1991—1996 гг. составил 15025 шт., из которых только 2133 шт. — ЛиАЗ-5256. Число работающих сократилось на 95 % и продолжало уменьшаться.

Таким образом, к 1997 г. завод оказался без оборотных средств и портфеля заказов, а в арбитражном суде было заведено дело о банкротстве. Однако силы и средства, ранее вложенные в реконструкцию и подготовку производства новой модели автобуса, оборудование, которое успели приобрести до кризиса, и, самое главное, преданные своему предприятию люди — все это стало тем капиталом, который не позволил довести процедуру банкротства до конца. Она была приостановлена; назначен, как водится, внешний управляющий — со всеми вытекающими отсюда финансовыми

последствиями. Начался трудный процесс "выздоровления". Причем, как и на многих других предприятиях, начался с реорганизации, изменения юридического статуса: на базе ОАО "ЛиАЗ" создали дочернее предприятие ООО "Ликинский автобус". Само же ОАО практически прекратило свое существование. (Завод, разумеется, остался на своем месте: все цеха и оборудование, обеспечивающие производство автобусов, были сохранены. Кроме того, ООО выкупило фирму "Альтерна" — отделившийся было после приватизации лиазовский же НТЦ.)

Реорганизация коснулась не только юридической стороны дела. Например, завод полностью отказался от непрофильных видов деятельности, т. е. все, что непосредственно не связано с производством автобусов (строительство, торговля, топливо-заправочный комплекс и др.), было решено продать, передать и т. д. Исключение, и то лишь отчасти, составили объекты социальной сферы. Так, жилье заводчан, переданное на баланс местных властей, завод продолжает снабжать водой и теплом; заводскими остаются детский сад и оздоровительный лагерь.

Предпринимались и чисто финансовые меры. К примеру, часть долгов удалось реструктуризовать, часть — оплатить деньгами, вырученными от продажи "непрофильного" имущества. Есть все основания полагать, что с оставшимися долгами рассчитаются в ближайшее время. Потому что потенциал завода начинается, наконец, работать: запущен уникальный комплекс по массовому производству хорошо востребованных больших городских и пригородных автобусов, а значит, есть и работа, и заработная плата. Следовательно, будет и прибыль.

Конечно, условия по-прежнему трудные. В последние годы производителей автобусов в России и других странах СНГ (Белоруссия, Украина) стало больше, в том числе автобусов-конкурентов ЛиАЗ-5256. Более того, у них есть конструкции, превосходящие ЛиАЗ-5256 по некоторым параметрам.

Тем не менее потребителю нужны, как известно, не просто "хорошие" автобусы, а автобусы разные, сочетающие в себе подчас противоречивые свойства: соответствие действующим Правилам по безопасности и экологии, удобство для водителя и пассажиров, топливная экономичность, надежность, невысокие трудоемкость и стоимость обслуживания и ремонта, долговечность и т. д. При этом автобусы обязательно должны быть доступными по цене каждому конкретному потребителю, выпускаться в достаточных для исключения разношерстности городского автобусного парка количествах. С этой точки зрения сегодня всем перечисленным требованиям соответствует только ЛиАЗ-5256 — действительно надежная, доведенная конструкция, изготавливаемая по современной технологии массового производства. То есть конструкция, себестоимость которой с ростом объемов выпуска будет снижаться быстрее, чем в случае мелкосерийных технологий. Это и есть главный "козырь" лиазовцев, дающий им уверенность в будущем. Тем более что производство автобусов ЛиАЗ-5256 в последние три года непрерывно увеличивается.

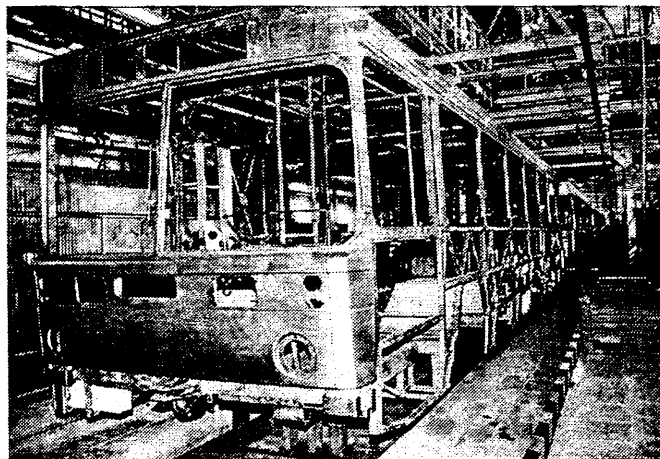


Рис. 1. Сборка черного кузова

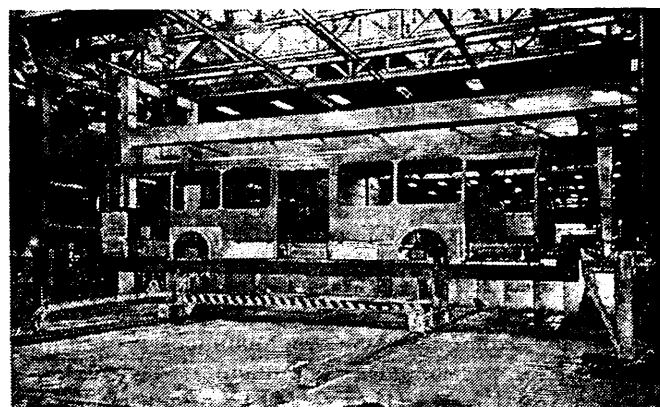


Рис. 2. Фосфатирование

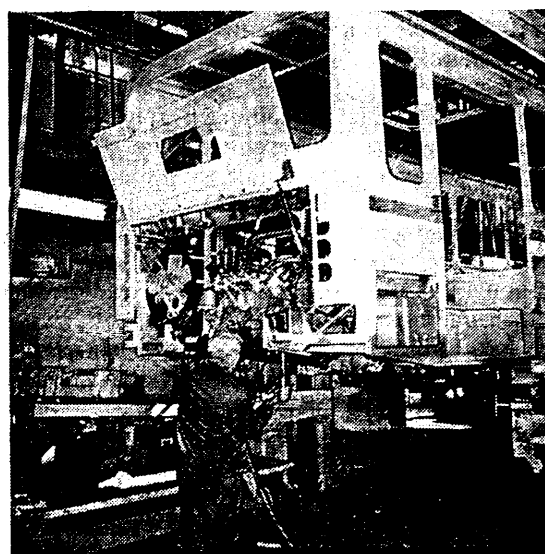


Рис. 3. Установка силового агрегата



Рис. 4. Облицовка и оборудование салона



Рис. 5. Контроль тормозов

Так, если в 1997 г. их выпуск составил 129 шт., то в 1998 г. — 165, т. е. на 28 % больше; в 1999 г. — 379 шт. (рост к предыдущему году — на 29,7 %), а в 2000 г. — 978 шт., т. е. на 258 % больше, чем в 1999 г. Причем если в 1997 и 1998 гг. ритмичность выпуска то и дело нарушалась (в отдельные месяцы было изготовлено всего по четыре автобуса), то в конце 1999 г. и в течение 2000 г. выпуск продукции стал более стабильным: в декабре 1999 г., например, — 98 шт., в июне 2000 г. — 103, в сентябре — 125, декабре — 189 шт.

Итог: за 2000 г. завод реализовал продукции на 1,1 млрд. руб. и полностью погасил задолженность по налогам в бюджеты всех уровней; в 1,9 раза увеличилась средняя заработная плата (с 1560 до 3500 руб.); начали возвращаться люди, уволившиеся с предприятия, пришли молодые специалисты-выпускники МГТУ "МАМИ", МАДИ (ТУ), МГТУ имени Н. Э. Баумана ("стартовая" зарплата для них на первые 3 мес. работы составляет 3 тыс. руб.), так что общая численность работников к началу 2001 г. составила 3200 чел., т. е. почти достигла уровня 1996 г.

Сегодня завод выпускает городские трехдверные 120-местные (24 места для сидения) и пригородные 87-местные (44 места для сидения) модификации ЛиАЗ-5256 с различными силовыми агрегатами. Базовым двигателем служит КамАЗ-7408.10, по заказу устанавливаются ЯМЗ-236НЕ и "Катерпиллер-3116". Коробки передач используются как механические (КамАЗ-141 и "Цанрадфабрик-S6 1600"), так и гидромеханические ("Фойт D851.2" и "Львов 21.17"). Различными могут быть также планировка, оборудование и отделка салона. (Например, для Москвы автобусы отделяют по кооперации на Тушинском машиностроительном заводе с использованием материалов, некоторых комплектующих и технологий, применяемых при сборке "Икарусов".)

В последние годы в конструкцию ЛиАЗ-5256 внесено множество изменений, положительно влияющих на его качество. Многие из них связаны с освоением новых технологий. Так, точность сварки кузова гарантирует главный кондуктор, одновременно фиксирующий все узлы каркаса; обшивка бортов выполняется предварительно нагретыми цельнотянутыми листами; раскрой листа автоматизирован, что обеспечивает высокую точность изготовления кузовных деталей; подножки и обшивка ниж-

ней части бортов изготавливаются из оцинкованного стального листа; кузов перед покраской проходит многоступенчатые обезжиривание и фосфатирование (его погружают последовательно в пять ванн с реактивами), грунтуются двухкомпонентными грунтовками, шпатлюется полиэфирными шпатлевками "Соудал"; для окраски используются двухкомпонентные синтетические эмали, для защиты днища — материал "Антигравитекс", для антикоррозионной защиты внутренних поверхностей и полостей кузова — диплазоль Д-11А и "Мовиль-МЛ", а также материалы "Хардвакс" и "Динитрол".

Правда, предусмотренные проектом технологии и оборудование в производстве задействованы пока не все. Так, не удалось запустить ванну катодного грунтования кузова, аналогичную применяемой на ВАЗе, при окраске кузовов переднеприводных автомобилей. Но и без катодного лакокрасочное покрытие ЛиАЗов служит до семи лет.

Что касается удобства технического обслуживания и ремонта автобусов в эксплуатации, то эти направления работы становятся одними из важнейших на ЛиАЗе: его специалисты сделали автобус максимально приспособленным для работы с использованием недорогих отечественных ГСМ и технических жидкостей. Например, система охлаждения одинаково хорошо работает и на "Тосоле", и на воде. Соответствует конструкция ЛиАЗ-5256 и возможностям ремонтной базы большинства городских ПАТП. Тем не менее на заводе сформирована служба "ЛиАЗавтосервис", создающая сеть опорных пунктов технического обслуживания в регионах, закупающих ЛиАЗы. Она выполняет три задачи: непосредственное техническое, прежде всего гарантийное, обслуживание автобусов; помощь в организации ТО силами потребителя; снабжение его запасными частями всей номенклатуры. Причем это касается не только отечественных потребителей. Сервисные пункты будут создаваться и за пределами России — везде, куда будут поставляться ЛиАЗы. (Сейчас у завода уже есть заказы из Казахстана, ведется работа с потребителями в Белоруссии и на Украине, а также в Иране, странах Латинской Америки и Северной Африки. Но для успешного экспорта в страны дальнего зарубежья с жарким климатом потребуются внести некоторые изменения в конструкцию автобуса, что и будет сделано.

Характерная черта нынешнего ЛиАЗа": снова в полную силу здесь начали работать конструкторы. И не только над совершенствованием базовой модели, но и с перспективными конструкциями. Так, к августовскому московскому "Автосалону-2001" завод готовит образец сочлененного автобуса (длина 18 м) с задней толкающей секцией, а к 2002 г. планируется изготовить автобус нового типа — трехосный, длиной 15 м. (Именно такие АТС, по мнению многих, в том числе зарубежных, специалистов, займут в перспективе место сочлененных автобусов.) К 2004 г. намечено выпустить еще один новый автобус — среднего класса (длина 9 м), "одноклассник" нынешних ЛАЗов.

Как видим, на ЛиАЗе за последние годы сделано многое. Есть у него и конструкторский задел на перспективу, и коммерческие наработки (портфель заказов), есть и вполне современные производственные мощности. Так что если уже сегодня ему принадлежат 60 % российского рынка автобусов, то в будущем он, без сомнения, сможет покрыть потребности страны целиком: реальная закупочная емкость рынка больших автобусов в ближайшие два-три года составит ~5 тыс. шт., что и соответствует его мощностям.

В нынешнем, 2001, году ЛиАЗ планирует сделать важный шаг вперед — выпустить 1500 автобусов, т. е. на 53 % больше, чем в 2000 г.



Крупнейшие производители отечественной автобусной техники — "Павловский автобус", "Ликийский автобус" и "Голицынский автобус" объединили усилия в продвижении своей продукции на рынке.

Сложившаяся ситуация требует скорейшего внедрения новых схем отношений между производителями автобусов и их основными заказчиками — муниципалитетами. Пример реализации таких отношений —

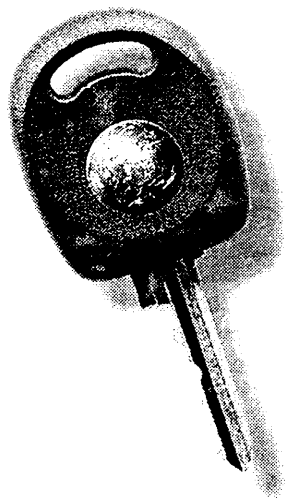
Торговый дом "РусАвтоПром", созданный в рамках группы "Сибирский алюминий". Задачи "РусАвтоПром": маркетинг и продвижение автобусной техники; продажи, их организационное и финансовое обеспечение; гарантийное и сервисное обслуживание; поиск новых форм и возможностей взаимодействия с потенциальными заказчиками.

ТД "РусАвтоПром" уже ведет переговоры с администрациями об-

ластей и городов о совместных программах развития общественного транспорта. А на прошедшем в апреле 2001 г. "Самарском автосалоне" он представил большой городской автобус ЛиАЗ-5256 с двигателем "Катерпиллер", который передан (после закрытия выставки) на опытную эксплуатацию в ПАТП-3 г. Самары, а также автобус ПА3-32053-07 на новой агрегатной базе.

•

НА АВТОМОБИЛЕ В XXI ВЕК



ПЯТЫЙ РОССИЙСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ САЛОН

23—29 августа 2001 г.

МОСКВА,

Краснопресненская наб., 14



ЭКСПОЦЕНТР





КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.113.62

РОССИЙСКИЕ ТРОЛЛЕЙБУСЫ

К. Н. КАРМАНОВ

Оренбургский государственный университет

Троллейбус — вид транспорта, давно и прочно "укоренившийся" в больших городах России и других республик бывшего СССР. Причем его роль в связи с известными экологическими проблемами крупных городов с каждым годом растет. Троллейбусы не загрязняют атмосферу продуктами сгорания топлива, имеют низкий уровень шума, надежны в эксплуатации, лучше, чем автобусы, приспособлены к условиям суровой зимы, жаркого лета и не "привязаны", как трамваи, к рельсам. Именно поэтому не только у нас, но и во всем мире интерес к троллейбусу в последние годы существенно возрос. Хотя после 1951 г., когда энгельсский завод имени Урицкого (ныне ОАО "Тролза") впервые начал его серийный выпуск, многие за рубежом не придали этому особого значения.

С тех пор в общей сложности здесь было изготовлено более 60 тыс. троллейбусов. Правда, продукция ЗИУ, в силу его монопольного положения, так же как и автомобили "Форд" на заре автомобилестроения, разнообразием не отличалась: 1951—1961 гг. — МТБ-82Д с его небольшим, по нынешним меркам, салоном и неоправданно большой кабиной водителя, узкими дверями, отсутствием накопительных площадок, маломощным тяговым двигателем и неавтоматической системой его пуска; 1960—1972 гг. — ЗИУ-5, у которого длина — наибольшая допускаемая по габаритным ограничениям, увеличена ширина дверей, уменьшено число сидений, появилась накопительная площадка у задней двери, электродвигатель стал мощнее, с автоматической системой пуска. Все троллейбусы — без каких-либо модификаций.

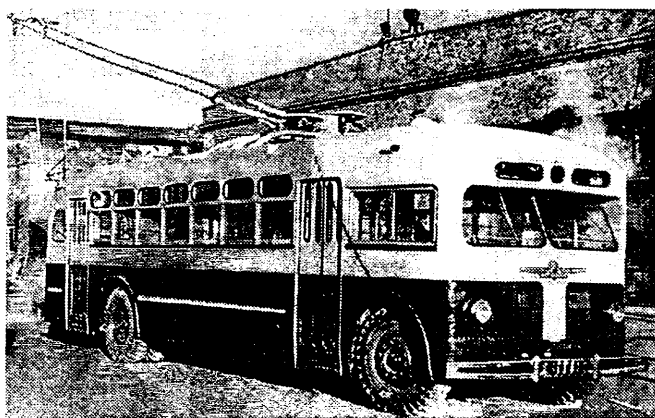


Рис. 1. МТБ-82

Однако в начале 1970-х годов, когда у ЗИУ появился конкурент — чехословацкое производство "Шкода Остров", завод активизировал свою производственную деятельность. Так, уже с 1972 г. он начинает выпуск троллейбусов ЗИУ-9 и ЗИУ-682Б (ЗИУ-9Б), с 1975 г. — ЗИУ-682В (ЗИУ-9В), а с 1984 г. — ЗИУ-682С, предназначенного для районов Урала, Сибири и Дальнего Востока. Все последние модели ЗИУ — двухосные, с тремя дверями и большими накопительными площадками, что обеспечивает посадку и высадку пассажиров через одни и те же двери (как в вагонах метро) и практически исключает необходимость их перемещения в эти моменты от одной двери к другой. Транспортная эффективность увеличена за счет улучшения характеристик тягового двигателя в зоне его работы при уменьшенном возбуждении, что повысило скорость движения на подъемах. Гидроусилитель и рулевой механизм с более высоким КПД значительно облегчили условия труда водителя; пневморессорная подвеска существенно повысила плавность хода, а следовательно, уровень комфорта пассажиров.



Рис. 2. ЗИУ-5

Тем не менее троллейбусы серии ЗИУ-9 морально устаревали. Поэтому в конце 1990-х годов их подвергли коренной модернизации, результатом которой стали модели ЗИУ-682Г-012, ЗИУ-682Г-016 и ЗИУ-52642. От предшественников внешне они отличаются, по существу, лишь тонированными стеклами и сиденьями с мягкой кожаной обивкой, но по внутреннему содержанию — это совершенно другие машины. Например, несмотря на то, что ЗИУ-682Г-012 оснащен контакторно-реостатной системой управления, на нем появились средства снижения внутреннего шума и вибраций: для питания низковольтных сетей вместо преобразователя "двигатель—генератор" применен статический преобразователь 550/24В. По-новому решены и проблемы безо-

пасности. В частности, все высоковольтные кабели тщательно изолированы и вынесены из кабины водителя.

Основные технические характеристики новых троллейбусов "Тролза" приведены в таблице.

Как видно из нее, модернизация, конечно, улучшила троллейбусы завода имени Урицкого. Однако к тому уровню, который позволяет обеспечить нынешний уровень развития техники, прежде всего электроники, она не привела. Чем не преминули воспользоваться более энергичные конкуренты. Например, Уфимский ремонтный трамвайно-троллейбусный завод, который в начале 1990-х годов превратился в ОАО "Башкирский троллейбусный завод", перешел от ремонта троллейбусов завода имени Урицкого к выпуску своей модели — БТЗ-5276, несколько модернизированного ЗИУ-9. Затем, в 1996 г., его специалисты создали конструкцию своего принципиально нового троллейбуса — БТЗ-52761 и в конце 1998 г. начали его серийное производство. В этой модели инженеры БТЗ сумели объединить последние достижения в области электроники и механики.

Параметр	ЗИУ-682Г1-01 (682Г1-02)	ЗИУ-52642 (682Г-016)
Габаритные размеры, мм:		
длина	11700	11710 (11700)
ширина	2514	2514
высота при опущенных токо- съемниках	3252	3300
Внешний габаритный радиус по- ворота по переднему внешнему углу кузова, м	12,0	12,0
Ширина коридора, м, занимаемая при повороте с внешним габарит- ным радиусом 12 м	6,7	6,7
Пассажироместимость, чел.	118	116 (115)
Число мест для сидения	27	30 (29)
Масса, кг:		
снаряженная	10950 (11400)	11537 (11590)
конструктивная	18690 (19500)	19500
Скорость, км/ч:		
максимальная	60	70 (60)
максимальная установившаяся с номинальной нагрузкой (5 чел./м ²) на горизонтальном участке дороги	55	60 (55)
Время разгона с места до скоро- сти 50 км/ч при номинальной на- грузке, с	26	20
Максимальный подъем, преодо- леваемый при полной конструк- тивной массе, %	12	15 (8)
Удельный расход электроэнергии в эксплуатационном графике дви- жения, Вт·ч/(т·км)	138 (140)	100 (138)
Мощность тягового двигателя при напряжении 550 В, кВт	170	170 (115)
Напряжение, В:		
в силовой цепи	550 ⁺¹⁷⁰ ₋₁₅₀	550 ⁺¹⁷⁰ ₋₁₅₀
в цепях управления	24 ⁺⁶ _{-4,8}	24 ⁺⁶ _{-4,8}
Усилие давления токоприемника на контактный провод, подве- шенный на высоте 5,6—6,0 м, Н	118—137	118—137
Система управления тяговым двигателем	РКСУ	ТИСУ (РКСУ)
Индикатор тока утечки	Нет	Есть
Внутренний шум, дБА, не более	82	81



Рис. 3. ЗИУ-9

Так, здесь впервые в отечественном троллейбусостроении применена система управления тяговым электроприводом — транзисторный преобразователь с микропроцессорным контроллером, которая позволяет бесконтактно управлять тяговым двигателем, обеспечивая движение вперед и назад с плавным изменением ускорения и скорости и работая в интервале напряжений контактной сети 24—900 В. Она состоит из трех блоков — дросселей, регулятора движения и автоматического выключателя с дистанционным управлением, причем главную роль в ней играет второй из блоков. Он выполняет следующие функции: обеспечивает бесконтактные реверс тягового электродвигателя, управление разгоном троллейбуса и его динамическое торможение независимо от наличия напряжения в контактной сети; плавно меняет характеристики разгона и замедления троллейбуса; стабилизирует текущее состояние тягового электродвигателя при резких изменениях напряжения в контактной сети; защищает электродвигатель по току якорной цепи и напряжению на фильтровых конденсаторах за время, не превышающее 3 мкс, а также силовые цепи (при коротком замыкании в контактной сети или при превышении напряжения 900 В на фильтровых конденсаторах) и силовые полупроводниковые элементы от перегрева; рекуперирует энергию торможения или "гасит" ее на тормозных резисторах при отсутствии потребителей; управляет автоматическим выключателем в аварийных режимах и контролирует его состояние; передает информацию о силе тока якоря и напряжении в контактной сети в кабину водителя.

У троллейбуса БТЗ-52761 явно нетрадиционная подвеска: вместо рессор, пневмоподушек, амортизаторов и регуляторов положения кузова использована гидропневматическая система, позволяющая управлять положением кузова, причем с отдельным управлением цилиндрами подвески. По-современному решена конструкция кузова: он — вагонного типа, рамный, с мощным антикоррозионным покрытием основания. Сделан очередной шаг и в решении проблемы безопасности: нижние ступеньки изолированы от кузова, высоковольтное оборудование вынесено на крышу, благодаря чему созданы дополнительные ступени изоляции, снижен уровень шума в салоне; в тормозную

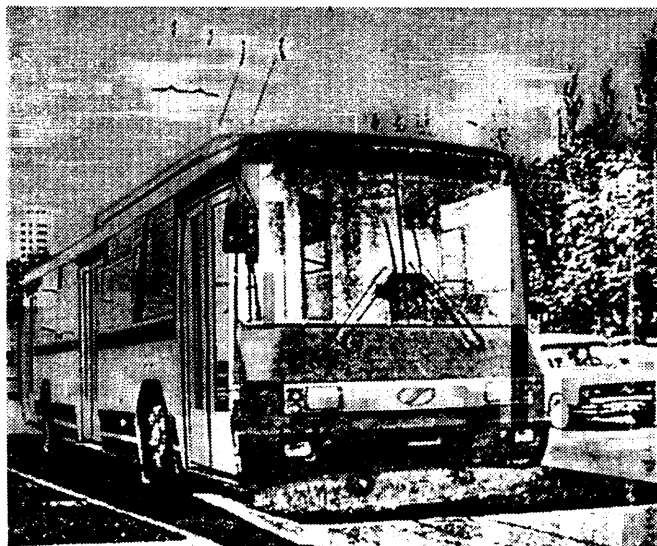


Рис. 4. БТЗ-52761

систему введены АБС и автоматическая система регулирования зазоров между тормозными колодками и барабанами. Привод дверей (электро- или пневматический) — с системой предотвращения защемления пассажиров и блокировкой движения троллейбуса при открытых дверях; с помощью компьютера или светодиодов на панель индикации, расположенную в кабине водителя, выводится информация о состоянии силовых цепей и напряжении стабилизированного электропитания.

Много внимания уделено удобству и комфорту. Например, сиденье водителя — регулируемое, сиденье кондуктора — с подогревом, сиденья пассажиров — повышенной комфортности.

С целью повышения безопасности пассажиров троллейбус оборудован шестью дверями поворотно-

сдвижного типа, которые могут быть использованы как аварийные выходы, и двумя аварийными люками. Дополнительно для обеспечения безопасности перевозки пассажиров установлен блок управления спидометра 12.3802 с бесконтактным датчиком угловой скорости тягового электродвигателя. Основные параметры и характеристики системы управления троллейбуса следующие.

Полная масса, кг	19000
Диапазон рабочих напряжений, В:	
контактной сети	24—900
бортовой сети	12—24
Время разгона с места до скорости 50 км/ч, с	18
Максимальная установившаяся скорость, км/ч:	
на горизонтальном участке дороги	60
на подъеме с уклоном 8 %	43
Максимальный подъем, преодолеваемый троллейбусом, %	
с номинальной загрузкой	12
с максимальной загрузкой	8

Обилие полупроводниковой и контрольной электроники, компактных и экономичных инверторов, регулирующих напряжение и частоту, позволяет применять на троллейбусе различные типы тяговых электродвигателей переменного тока, которые, как известно, более надежны, меньше по габаритным размерам и массе, имеют более высокий, чем двигатели постоянного тока КПД. Правда, такие двигатели требуют более сложного электронного вспомогательного оборудования. Однако затраты на это оборудование быстро окупаются, что уже доказала опытная эксплуатация троллейбуса БТЗ-52761 в г. Уфе.

Как видим, в троллейбустроении России уже появляется конкурентная среда. Значит, если судить по опыту стран со сложившейся рыночной экономикой, и у нас должны появляться новые разработки, соответствующие мировому уровню. И первая "ласточка" в этом направлении — троллейбус БТЗ-52761.

УДК 629.621.43.031.3

РОТОРНО-ПОРШНЕВОЙ НАГНЕТАТЕЛЬ-УТИЛИЗАТОР

Канд. техн. наук М. А. НЕВДАХ, В. С. ТИХОНОВСКИЙ, А. А. ДИДЕНКО

Рязанский ВАИ

В поршневых ДВС процесс энергопреобразования, как известно, далеко не совершенен. Например, из-за неполного расширения отработавших газов значительная часть энергии, содержащейся в топливе, уносится с ними в атмосферу. Поэтому и появились системы наддува, а также предложения по утилизации теплоты отработавших газов: цикл Ренкина, двигатель Стирлинга и

т. д. Однако все эти способы, даже в случае их удачной реализации, радикального решения проблемы не дают. Более интересен, на наш взгляд, рассматриваемый ниже способ — с помощью роторно-поршневого компрессора (пат. № 2160386, РФ), разработанный в Рязанском военном автомобильном институте.

Данный компрессор-утилизатор теплоты отработавших газов состоит

(см. рисунок) из неподвижного корпуса 1 с впускными и выпускными окнами, в котором размещен ротор 2. В последнем, в свою очередь, размещаются поршни 3 со штоками 4 и выполненные из антифрикционного материала втулки 5. В центральной части ротора и корпуса расположен силовой механизм, включающий неподвижную ведущую шестерню 6 и подвижные ведомые шестерни 7 с кривошипами 8, которые посредством шатунов 9 соединены с поршнями. Соотношение диаметров ведущей и ведомых шестерен соответствует

числу рабочих циклов, совершаемых за один оборот ротора.

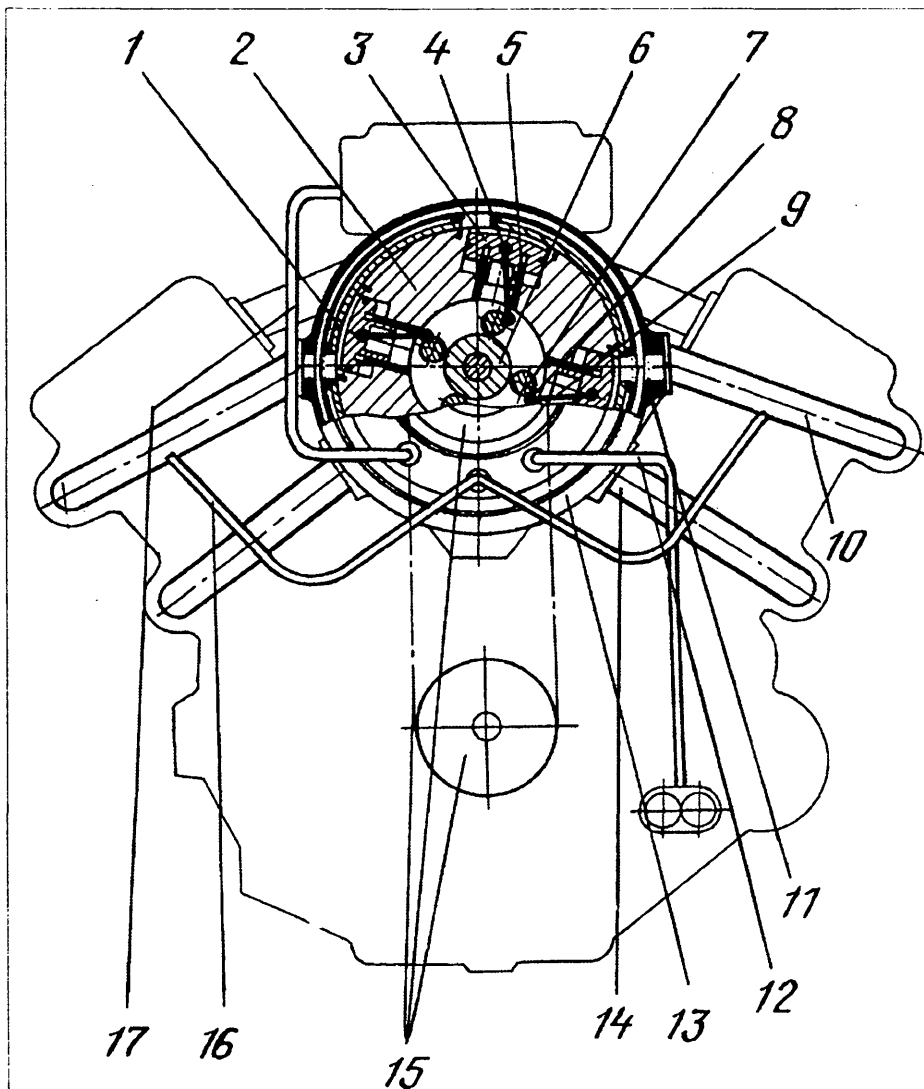
При вращении ротора поршни совершают возвратно-поступательное движение, изменяющее надпоршневой и подпоршневой объемы. Эти объемы используются для утилизации энергии отработавших газов, конверсии (превращения в пары) топлива и наддува образовавшихся при этом газов и воздуха в цилиндры двигателя.

Процесс идет следующим образом. Отработавшие газы из выпускных коллекторов двигателя по трубопроводам 10 поступают во впускной коллектор 11 компрессора-утилизатора и затем, через впускные отверстия в его корпусе, — в надпоршневые пространства его цилиндров.

Под действием газовых сил поршни перемещаются в радиальном направлении, и их возвратно-поступательное движение с помощью силового механизма преобразуется во вращательное движение блока цилиндров (ротора). Отработавшие газы выбрасываются через выпускной коллектор 12 нагнетателя-утилизатора и трубопроводы 13 в атмосферу. Посредством цепной (или шестеренчатой) передачи 14 крутящий момент от ротора передается на колленчатый вал двигателя.

Термохимическая переработка (конверсия) жидкого топлива происходит в подпоршневом объеме. Его часть от насоса по трубопроводу 15 поступает в этот объем через боковые крышки и отверстия в роторе. Одновременно туда же по трубопроводам 16 подается и часть отработавших газов. Здесь при сжатии температура смеси возрастает, и из жидкого топлива образуется водородсодержащий газ, который затем наддувается в цилиндры двигателя. Дополнительный воздух, отбираемый из воздухоочистителя по трубопроводу 17 и необходимый для его сгорания, вместе с газообразным топливом также подается в двигатель.

Таким образом, роторно-поршневой компрессор действительно позволяет одновременно утилизировать энергию отработавших газов, осуществлять конверсию жидкого топлива и наддув газообразных про-



дуктов переработки совместно с воздухом в цилиндры двигателя. При этом габаритные размеры компрессора-утилизатора не отличаются от размеров обычных нагнетателей, применяемых для наддува современных двигателей, а эффективность его, как видим, значительно выше.

Следует отметить, что наличие водорода в образовавшемся при конверсии газообразном топливе — это условие хорошей воспламеняемости топливовоздушной смеси: благодаря характерной для водорода большой скорости сгорания он инициирует горение и сокращает период активного тепловыделения. Кроме того, широкие концентрационные пределы воспламенения водорода и оксида углерода (который также образуется при конверсии топлива), безусловно, повышают качество сго-

рания бедных смесей и исключают потери от неполного сгорания топлива. Благодаря более полному сгоранию топлива снижаются выбросы монооксида углерода и углеводородов.

Рассмотренный способ наддува с утилизацией пригоден как для двигателей с искровым зажиганием, так и для дизелей. При этом возможен вариант с конверсией не части, а всего подаваемого в двигатель топлива, что позволяет ему работать на различных видах топлив и улучшить топливно-экономические показатели. Расчеты подтверждают: при частичной конверсии с одновременной утилизацией энергии отработавших газов без увеличения подачи топлива можно повысить мощность до 35 %, а при конверсии всего топлива — до 40 %.

ТРЕХВАЛЬНЫЕ СООСНЫЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ. СХЕМЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Канд. техн. наук В. И. НЕКРАСОВ

Одно из хорошо известных достоинств трехвальных соосных коробок передач — их высокий КПД на прямой передаче. Поэтому и находят они довольно широкое применение. Причем в разных вариантах: число передач переднего хода у них варьируется от двух до семи. Но передача заднего хода всегда одна. Правда, в последние годы фирмы все чаще используют именно многоступенчатые коробки, поскольку они дают возможность обеспечивать эксплуатационные режимы автотранспортных средств при работе двигателя в оптимальных экономическом и экологическом (или близких к ним) режимах. Классический тому пример — эволюция коробок передач для легковых автомобилей ГАЗ: на ГАЗ-20 и ГАЗ-21 стояли коробки с тремя передачами переднего хода, на автомобилях семейства ГАЗ-24 — с четырьмя, а на более современных моделях — уже с пятью.

Если говорить об эффективности конструкции рассматриваемых коробок, то ее, как и эффективность коробок любого другого типа, можно оценить с помощью нескольких показателей (табл. 1).

Во-первых, по коэффициенту интенсивности использования шестерен ($K_{\text{и}}$), т. е. отношению числа передач переднего хода к числу обеспечивающих эти передачи шестерен, который характеризует длину коробки. У трехвальных соосных коробок он постоянен и равен 0,5, т. е. каждую передачу обеспечивают две шестерни. (У передачи заднего хода — три или четыре шестерни.)

Во-вторых, по коэффициенту редукции, равному отношению числа передач к суммарной редукции коробки, который характеризует рациональность организации редуцирования в агрегате.

Действительно, поперечные размеры коробки зависят от передаточных чисел пар шестерен и их межосевого расстояния. Для сопоставления разных коробок удобно пользоваться интервалом (шагом) q , т. е. отношением передаточных чисел соседних передач. И например, если передаточные числа пар шестерен коробки автомобиля ГАЗ-24 выразить через шаг (коробка типа 4R1, т. е. с четырьмя передачами переднего хода и одной — заднего), то распределение по парам шестерен от входа к выходу будет иметь вид: $1,5; \sqrt{0,5}; \sqrt{0,5}; \sqrt{1,5}$ (знак $\sqrt{}$ под цифрами указывает на замедляющий режим работы пары шестерен), а суммарная редукция P четырех пар шестерен составит $4q$. Значит, коэффициент $K_{\text{р}}$ редукции этой коробки равен единице.

В-третьих, по сумме $K_{\text{и}}$ и $K_{\text{р}}$. Для коробки передач автомобиля ГАЗ-24 (см. табл. 1, ряд № 1) она равна 1,5. Эта сумма — коэффициент K_{Σ} эффективности использования шестерен. Из таблицы видно, что K_{Σ} коробки рассматриваемого типа зависит от числа передач: при его увеличении K_{Σ} резко уменьшается (с 2,5 для 2R1 до

1,08 для 7R1), поскольку снижается $K_{\text{р}}$ (соответственно с 2,0 до 0,58).

В-четвертых, по максимальному передаточному числу U_{max} пары шестерен, выраженному через q , т. е. граничному условию. Дело в том, что при U_{max} , большем $9q$, интервалы между передачами уменьшаются, что ограничивает диапазон коробки. Например, если $U_{\text{max}} = 4$, то $\lg q = (\lg 4)/9 = 0,0669$, следовательно, $q = 1,167$. Тогда для 16-ступенчатой коробки диапазон D (отношение передаточных чисел низшей и высшей передач) составит $q^{n-1} = 1,167^{15} = 10,08$. Что явно недостаточно для современных АТС. Если же коробка 20-ступенчатая, то при том же интервале диапазон оказывается достаточно широким: $D = 1,167^{19} = 18,66$. У коробки автомобиля ГАЗ-24 $U_{\text{max}} = 1,5q$, т. е. значительно меньше граничных $9q$.

Число передач у реально выполненных трехвальных соосных коробок передач не бывает больше семи. Его можно удвоить, дополнив трансмиссию специальными преобразующими устройствами — передним делителем, состоящим из одной пары шестерен (агрегат "Д2 + БКП"); редуктором из двух пар шестерен, поставленным либо перед коробкой ("Р2 + БКП"), либо за ней ("БКП + Р2"). В частности, делитель (см. табл. 1, ряд № 2) в случае двухступенчатой коробки увеличивает $K_{\text{и}}$ с 0,5 до 0,67, а в случае семиступенчатой — до 0,8. Но, к сожалению, ухудшает и рациональность редукции соответственно с 2,0 до 1,33 и с 0,58 до 0,45. В результате резко ухудшаются граничные условия. Например, для коробки типа 14R3 $U_{\text{max}} = 7q$, что при $K_{\text{и}} = 0,45$ требует увеличения межосевого расстояния в парах шестерен, т. е. поперечных размеров коробки.

Установка дополнительного двухступенчатого редуктора как впереди, так и позади коробок (см. табл. 1, ряд № 3) дает одинаковый эффект. Начиная с 6R2 и до 14R2 эффективность данной конструкции выше, чем с делителем (K_{Σ} больше на 1,80—1,52). Это обеспечивается более рациональной редукцией и в 2 раза меньшей U_{max} ($3,5q$ вместо $7q$).

Трехступенчатый редуктор (Р3), состоящий из трех пар шестерен, дает еще более высокий эффект (см. табл. 1). Например, если сравнить 12-ступенчатые агрегаты, то оказывается, что у "Д2 + БКП6" $K_{\Sigma} = 1,38$, у "Р2 + БКП6" = "КП6 + Р2" — 1,55, у "БКП4 + Р3" — 1,86 и "Р3 + БКП4" — 1,72. Но Р3 целесообразно устанавливать за коробкой передач, поскольку в этом случае K_{Σ} изменяется незначительно (от 1,80 для 6R2 и до 1,88 для 9R3 и 15R3). Конструкция сбалансированна: $K_{\text{р}}$ и $K_{\text{и}}$ близки по величине, U_{max} для 21R3 равно $7q$, что позволяет создавать компактные агрегаты (пример — коробка 15P3 фирмы "Фуллер", оценки которой приведены в табл. 1, ряд № 4).

Компоновка по варианту "Д3 + БКП + 1" обеспечивается свободной установкой трех шестерен на первичном валу (ряд № 6 в табл. 1). Эффективность этого

Номер оценоч- ного ряда	Комплектация	Показатель	Базовая коробка передач при числе передач					
			2	3	4	5	6	7
1	БКП	Вариант исполнения	2R1	3R1	4R1	5R1	6R1	7R1
		K_3	2,50	2,00	1,50	1,33	1,17	1,08
		K_{II}	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
		K_p	2,00	1,50	1,00	0,83	0,67	0,58
		U_{max}	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
2	Д2 + БКП	Вариант исполнения	4R2	6R2	8R2	10R2	12R2	14R2
		K_3	2,00	1,61	1,53	1,42	1,38	1,33
		K_{II}	0,67	0,75	0,80	0,83	0,86	0,88
		K_p	1,33	0,86	0,73	0,59	0,52	0,45
		U_{max}	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
3	P2 + БКП = БКП + P2	Вариант исполнения	4R2	6R2	8R2	10R2	12R2	14R2
		K_3	1,83	1,80	1,67	1,62	1,55	1,52
		K_{II}	0,50	0,60	0,67	0,71	0,75	0,78
		K_p	1,33	1,20	1,00	0,91	0,80	0,74
		U_{max}	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
4	БКП + P3	Вариант исполнения	6R2	9R3	12R4	15R3	18R6	21R3
		K_3	1,80	1,88	1,86	1,88	1,86	1,86
		K_{II}	0,60	0,75	0,86	0,94	1,00	1,05
		K_p	1,20	1,13	1,00	0,94	0,86	0,81
		U_{max}	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
5	P3 + БКП (КПЗ + БР)	Вариант исполнения	6R2	9R3	12R4	15R5	18R6	21R7
		K_3	1,80	1,88	1,72	1,69	1,62	1,60
		K_{II}	0,60	0,75	0,86	0,94	1,00	1,05
		K_p	1,20	1,13	0,86	0,75	0,62	0,55
		U_{max}	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
6	Д3 + БКП + 1	Вариант исполнения	7R3	10R3	13R3	16R3	19R3	22R3
		K_3	1,58	1,50	1,50	1,44	1,49	1,45
		K_{II}	0,70	0,83	0,93	1,00	1,06	1,10
		K_p	0,88	0,67	0,57	0,44	0,43	0,35
		U_{max}	4,0	5,0	7,0	9,0	10,0	12,0
7	Д2 + БКП + P2	Вариант исполнения	8R4	12R4	16R4	20R4	24R4	28R4
		K_3	1,94	1,92	1,98	1,99	2,02	2,02
		K_{II}	0,80	1,00	1,14	1,25	1,33	1,40
		K_p	1,14	0,92	0,84	0,94	0,69	0,62
		U_{max}	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
8	Д2 + БКП + P3	Вариант исполнения	12R4	18R6	24R8	30R10	36R12	42R14
		K_3	2,09	2,24	2,39	2,48	2,57	2,62
		K_{II}	1,00	1,29	1,50	1,67	1,80	1,91
		K_p	1,09	0,95	0,89	0,81	0,77	0,71
		U_{max}	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
9	P3 + БКП + P2 (КПЗ + БР + P2)	Вариант исполнения	12R4	18R6	24R8	30R10	36R12	42R14
		K_3	1,95	2,19	2,25	2,36	2,41	2,46
		K_{II}	0,86	1,13	1,13	1,50	1,64	1,75
		K_p	1,09	1,06	1,06	0,86	0,77	0,71
		U_{max}	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5
10	P3 + БКП + P3 (КПЗ + БР + P3)	Вариант исполнения	18R6	27R9	36R12	—	—	—
		K_3	2,19	2,54	2,75	—	—	—
		K_{II}	1,13	1,50	1,80	—	—	—
		K_p	1,06	1,04	0,95	—	—	—
		U_{max}	6,0	9,0	12,0	—	—	—

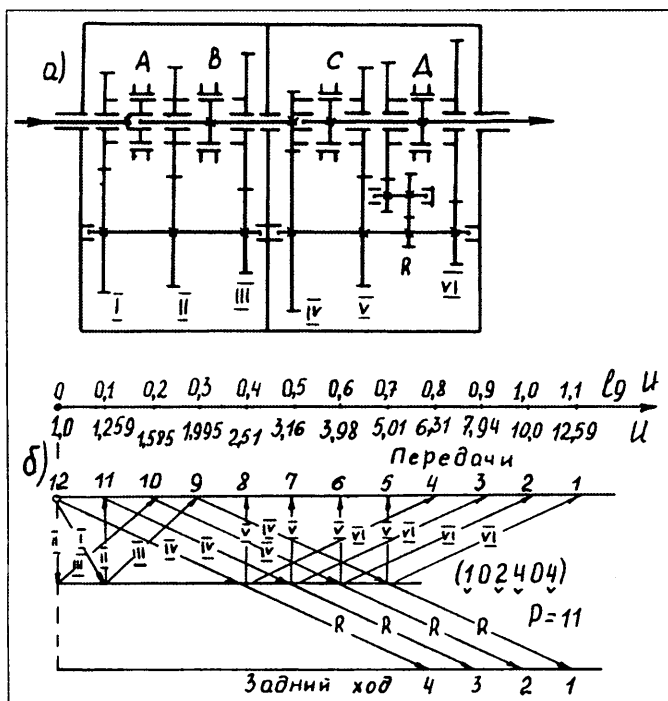


Рис. 1. Кинематическая схема (а) и лучевая диаграмма (б) 12-ступенчатой коробки передач типа "УР4 + КПЗ"

варианта выше, чем с двухступенчатым делителем, но ниже, чем варианта с двухступенчатым редуктором. Однако в нем хорошо реализуется отключение привода промежуточного вала на прямой передаче, что повышает КПД агрегата за счет снижения гидродинамических потерь.

Базовую коробку передач можно дополнять дважды. Что и делается: в настоящее время широко применяется компоновка с передним делителем и двухступенчатым дополнительным редуктором (демультипликатором). Такой вариант ("Д2 + БКП + Р2") имеет (см. табл. 1, ряд № 7) высокие эффективность работы шестерен ($K_z = 1,92 \div 2,02$), интенсивность использования шестерен по передачам ($K_n = 0,80 \div 1,40$) и рациональность редукции (у 8R4 $K_p = 1,14$, у 16R4 $K_p = 0,84$). Однако увеличение числа передач сверх 24 снижает K_p .

Трансформация крутящего момента четырьмя парами шестерен на низших передачах сдерживает рост максимального передаточного числа пары и поперечных габаритов агрегата. Наиболее часто используется вариант 16R4 ("Д2 + БКП4 + Р2"), который имеет хорошо сбалансированные показатели: $K_z = K_n + K_p = 1,14 + 0,84 = 1,98$; $U_{\max} = 4q$ (см. ряд № 7).

Вариант "Д2 + БКП + Р3" обеспечивает еще более высокие показатели, но заметнее и ограничения по максимальному передаточному числу пары шестерен (см. ряд № 8).

У других вариантов ("Р3 + БКП + Р2" и "Р3 + БКП + Р3") оценочные показатели тоже высокие, но на низших передачах эти схемы требуют шестипарного зацепления, что снижает КПД агрегата. Если их применять, то только на АТС, большую часть времени работающих на прямой передаче.

Все оценки, приведенные в табл. 1, даны для систем с высшей прямой передачей. Если же в конструкции есть ускоряющая передача, то она повысит эти оценки.

Как упоминалось, трехвальным соосным коробкам передач присущ один недостаток: у них $K_n = 0,5$. Однако он устраним. Это доказывается (табл. 2) созданием так называемых усовершенствованных коробок передач (УКП).

Так, УКП4 типа 4Р2 по сравнению с БКП4 типа 4R1 имеет (см. табл. 2, ряд № 1) лучшие показатели, поскольку четыре передачи реализуются здесь тремя парами шестерен ($K_n = 4/6 = 0,67$), передаточные числа которых подобраны более рационально ($K_p = 4/3 = 1,33$; $K_z = 0,67 + 1,33 = 2$), а сами шестерни установлены на валах. В итоге — восемь передач вместо четырех у БКП.

На четырех же парах шестерен получается УКП типа 8R4, т. е. с четырьмя передачами заднего хода вместо одной. При этом $K_n = 8/8 = 1$; $K_p = 8/8 = 1$ и $K_z = 2$. Более того, весьма незначительное изменение в организации работы муфт переключения передач позволяет получить реверсивную УКП типа 8R8.

На основе УКП можно создавать агрегаты с очень высокими значениями K_n . Прежде всего за счет тех же дополнений, приведенных в табл. 1. Но можно применять и новые решения. Например, вариант Р4 — четырехступенчатый редуктор без заднего хода, выполненный на четырех парах шестерен; вариант УД4 — с усовершенствованным четырехступенчатым делителем на трех парах шестерен; Р5 — с пятиступенчатым редуктором на пяти парах шестерен; ОКП5 — пятиступенчатая коробка передач, в схеме которой на прямой передаче предусмотрено отключение привода промежуточного вала. При этом все делители будут иметь единый с УКП промежуточный вал, а редукторы — вал отдельный.

Рассмотрим несколько примеров таких решений.

Начнем с агрегата типа 12R4, схема и лучевая диаграмма которого показаны на рис. 1. Агрегат образован четырехступенчатым усовершенствованным редуктором УР4, представляющим собой УКП4 без передачи заднего хода, которая дополнена КПЗ. (Последний — преобразованный в Р3.) Вариант "УР4 + КПЗ" имеет хорошие компоновочные оценки: $K_z = 1,0 + 1,09 = 2,09$; $U_{\max} = 4q$ (см. ряд № 5, табл. 2). Его работа и передаточные числа пар шестерен хорошо видны из лучевой диаграммы, на лучах которой указаны номера пар шестерен. При этом вертикальные лучи II и V соответствуют $U = 1$, наклон луча направо характеризует работу пары шестерен в замедляющем режиме, и чем больше передаточное число, тем больше наклон. Сами же передаточные числа выражены интервалами q в логарифмическом виде, благодаря им наклон луча получается постоянным на любом участке диаграммы. Для удобства приведена шкала U . Если $\lg q = 0,1$, то $q = 1,259$, а $D = 1,259^{11} = 12,59$. Диапазон достаточен для 12-ступенчатой коробки передач, а интервал обеспечит удобное переключение передач. Первая пара шестерен имеет передаточное число, равное одному интервалу ($U_1 = 1,259$), третья — два интервала ($U_3 = 1,259^2 = 1,585$), четвертая и шестая пары — четыре интервала ($U_4 = U_6 = 1,259^4 = 2,51$).

Таблица 2

Номер оце- ночно- го ряда	Комплектация	Показатель	Усовершенствованная коробка передач при числе передач			Номер оце- ночно- го ряда	Комплектация	Показатель	Усовершенствованная коробка передач при числе передач		
			4	6	8				4	6	8
1	УКП	Вариант исполнения	4R2	6R2	8R4	9	ДЗ + УКП + I	Вариант исполнения	13R7	19R7	25R14
		K_z	2,00	1,61	2,0			K_z	1,95	2,09	2,55
		$K_{и}$	0,67	0,75	1,0			$K_{и}$	1,08	1,36	1,79
		K_p	1,33	0,86	1,0			K_p	0,87	0,73	0,76
		U_{max}	2,0	3,0	4,0			U_{max}	6,0	7,0	9,0
2	Д2 + УКП	Вариант исполнения	8R4	12R4	16R8	10	Р4 + УКП	Вариант исполнения	16R8	24R8	32R16
		K_z	2,0	1,91	2,49			K_z	1,98	2,27	2,60
		$K_{и}$	1,0	1,20	1,60			$K_{и}$	1,14	1,50	1,78
		K_p	1,0	0,71	0,89			K_p	0,84	0,77	0,82
		U_{max}	4,0	7,0	9,0			U_{max}	6,0	9,0	12,0
3	Р2 + УКП	Вариант исполнения	8R4	12R4	16R8	11	УКП + Р4	Вариант исполнения	16R8	24R8	32R16
		K_z	1,94	1,92	2,21			K_z	1,98	2,27	2,80
		$K_{и}$	0,80	1,00	1,14			$K_{и}$	1,14	1,50	2,00
		K_p	1,14	0,92	1,07			K_p	0,84	0,77	0,80
		U_{max}	2,0	3,0	4,0			U_{max}	6,0	9,0	12,0
4	УКП + Р2	Вариант исполнения	8R4	12R4	16R8	12	УД4 + УКП	Вариант исполнения	16R8	24R8	32R16
		K_z	1,94	1,92	2,33			K_z	2,49	2,62	3,43
		$K_{и}$	0,80	1,00	1,33			$K_{и}$	1,60	2,00	2,67
		K_p	1,14	0,92	1,00			K_p	0,89	0,62	0,76
		U_{max}	2,0	3,0	4,0			U_{max}	9,0	14,0	16,0
5	УКП + Р3 (УР + КПЗ)	Вариант исполнения	12R4	16R6	24R8	13	УКП + УКП4 (УКП + ОКП4)	Вариант исполнения	16R8	24R8	32R16
		K_z	2,09	2,24	2,71			K_z	2,40	2,60	3,29
		$K_{и}$	1,00	1,29	1,71			$K_{и}$	1,33	1,71	2,29
		K_p	1,09	0,95	1,00			K_p	1,07	0,89	0,89
		U_{max}	4,0	6,0	8,0			U_{max}	8,0	12,0	16,0
6	Р3 + УКП	Вариант исполнения	12R4	18R6	24R8	14	УКП + Р5 (УКП + КП5)	Вариант исполнения	20R1	30R10	—
		K_z	2,09	2,24	2,54			K_z	1,99	2,42	—
		$K_{и}$	1,00	1,29	1,50			$K_{и}$	1,25	1,72	—
		K_p	1,09	0,95	1,04			K_p	0,74	0,70	—
		U_{max}	4,0	6,0	8,0			U_{max}	8,0	12,0	—
7	Р5 + УКП (КП5 + УКП)	Вариант исполнения	20R10	30R10	—	15	ОКП5 + УКП	Вариант исполнения	20R8	30R12	—
		K_z	2,20	2,37	—			K_z	2,43	2,63	—
		$K_{и}$	1,25	1,67	—			$K_{и}$	1,43	1,88	—
		K_p	0,95	0,70	—			K_p	1,00	0,75	—
		U_{max}	10,0	12,0	—			U_{max}	10,0	13,0	—
8	УКП + ОКП5	Вариант исполнения	20R10	30R10	—	16	ОКП7 + УКП	Вариант исполнения	28R8	—	—
		K_z	2,30	2,65	—			K_z	2,68	—	—
		$K_{и}$	1,43	1,88	—			$K_{и}$	1,75	—	—
		K_p	0,87	0,77	—			K_p	0,93	—	—
		U_{max}	8,0	12,0	—			U_{max}	14,0	—	—

Шесть передач (первая, вторая, третья, пятая, шестая и седьмая) — с четырехпарными зацеплениями. Например, первая передача образуется так: муфта *A* находится в левом положении, муфта *C* — в нейтральном, муфты *B* и *D* — в правом. Крутящий момент от первичного вала по муфте *A* поступает на первую пару шестерен, далее по промежуточному валу — на третью пару, по муфте *B* — на вторичный вал УР4, который совмещен с входным валом КПЗ, по четвертой паре — на промежуточный вал КПЗ, далее по шестой паре шестерен и муфте *D* — на выходной вал агрегата. Передаточное число этой передачи составит $U = 1,259 \times 1,585 \times 2,51 \times 2,51 = 12,59$. Переключив муфту *A* в правое положение и заменив первую пару шестерен на вторую, получим вторую передачу с передаточным числом $U = 1 \times 1,585 \times 2,51 \times 2,51 = 10$ и т. д.

Пять передач (четвертая, восьмая, девятая, десятая и одиннадцатая) образованы двухпарными зацеплениями. Например, одиннадцатая реализуется так: муфта *A* в левом положении, первая пара шестерен, промежуточный вал, вторая пара шестерен, муфта *B* в левом положении на вторичный вал УР4, муфта *C* в левом положении, выходной вал агрегата, муфта *D* в нейтральном положении. Переключив муфту *A* в правое положение, получим двенадцатую (прямую) передачу.

Малое число шестерен переднего хода (12) с невысокими передаточными числами в парах шестерен ($U_{\max} = 2,51$) при использовании схемы "УР4 + КПЗ" позволяет создать (см. табл. 2, ряд № 5) компактный агрегат типа 12R4 с хорошими эксплуатационными показателями: $D = 12,59$ и $q = 1,259$.

На рис. 2 приведены схема и лучевая диаграмма тоже агрегата типа 12R4 (табл. 2, ряд № 4), но в комплектации "УКП6 + P2". Интенсивность использования шесте-

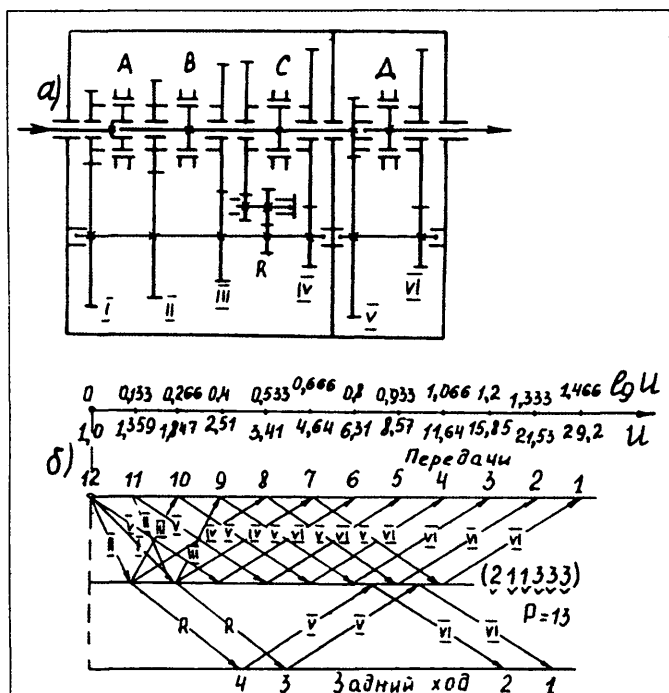


Рис. 2. Кинематическая схема (а) и лучевая диаграмма (б) 12-ступенчатой коробки передач типа "УКП6 + P2"

рен осталась прежней: $K_i = 12/12 = 1$, рациональность редукции немного снизилась: $K_p = 12/13 = 0,92$, что уменьшило эффективность конструкции до $K_s = 1,92$. Проиграв в рациональности редукции, конструктор выиграл в граничном условии: $U_{\max} = 3q$. Если принять, как в предыдущем случае, $U_{\max} = 2,51$, то $\lg q = (\lg 2,51)/3 = 0,133$, а $q = 1,359$. При таком интервале между передачами диапазон агрегата заметно увеличится: $D = 1,359^{11} = 29,2$.

При том же числе шестерен, но используя другие методы конструирования (например, "УКП8 + P2"), можно получить агрегат типа 16R8, схема которого и лучевая диаграмма представлены на рис. 3. Изменение коснулось муфты *B*: здесь она сдвоенная и состоит из двух противоположно направленных полу муфт одностороннего действия, которые установлены не на ступицах валов, а на шестернях. (Если полу муфты в левом положении, то соединяются шестерни промежуточного вала, если в правом — вторичного вала.) Добавлена пятая муфта *R*, совмещенная с шестерней заднего хода. 16-ступенчатые агрегаты, как известно, очень часто применяют с шагом $q = 1,21$, в этом случае $D = 1,21^{15} = 17,45$. Передаточные числа пар шестерен невелики: $U_1 = 1,772$; $U_2 = 1,21$; $U_3 = 1,0$; $U_4 = U_5 = U_6 = 2,144$. Агрегат получается очень компактным. Половина передач (первая—седьмая и десятая) реализуются в нем четырехпарными зацеплениями, семь (восьмая, девятая, одиннадцатая—пятнадцатая) — двухпарными, шестнадцатая — прямая.

Приведенные в табл. 1 и 2 данные, за небольшим исключением, можно применить и для ОКП — отключаемых на прямой передаче шестерен коробки передач. Исключение составляют конструкции с делителем, оценки которых приведены в табл. 3. (В ней цифра

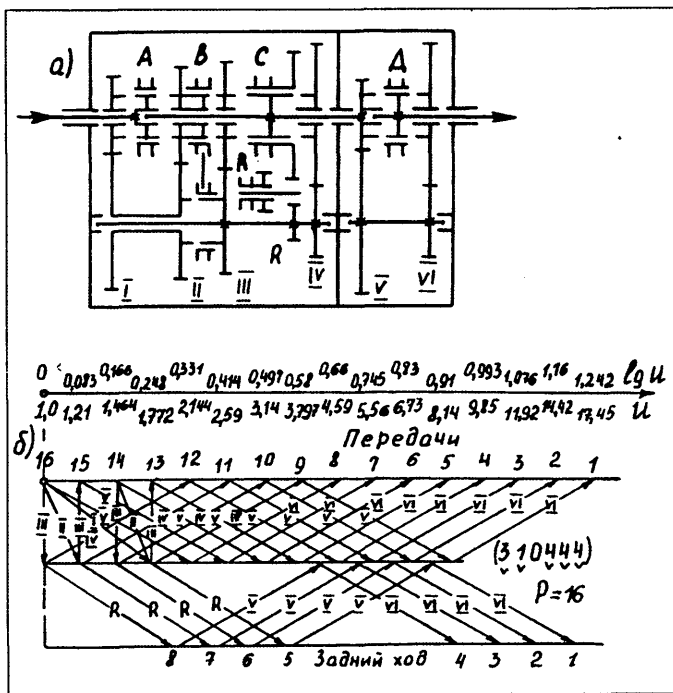


Таблица 3

Комплектация	Показатель	ОКП2	ОКП3	ОКП4	ОКП5	ОКП6	ОКП7	ОКП8
Д2 + ОКП	Вариант исполнения	3R2	5R2	7R2	9R2	11R2	13R2	15R2
	K_3	2,00	1,63	1,48	1,39	1,31	1,29	1,24
	$K_{и}$	0,50	0,63	0,70	0,75	0,79	0,81	0,83
	K_p	1,50	1,00	0,78	0,64	0,52	0,48	0,41
	U_{\max}	1,0	2,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Д2 + ОКП + ОР2	Вариант исполнения	6R4	10R4	14R4	18R4	22R4	26R4	30R4
	K_3	1,80	1,83	1,88	1,91	1,91	1,95	1,94
	$K_{и}$	0,60	0,83	1,00	1,13	1,22	1,30	1,36
	K_p	1,20	1,00	0,88	0,78	0,69	0,65	0,58
	U_{\max}	1,5	2,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
Д2 + ОКП + ОР3	Вариант исполнения	9R6	15R6	21R6	27R6	33R6		
	K_3	1,88	2,07	2,22	2,34	2,42	—	—
	$K_{и}$	0,75	1,07	1,31	1,50	1,65	—	—
	K_p	1,13	1,00	0,91	0,84	0,77	—	—
	U_{\max}	3,0	5,0	7,0	9,0	11,0	—	—
Д4 + ОКП	Вариант исполнения	9R4	13R4	17R4				
	K_3	1,50	1,52	1,51				
	$K_{и}$	0,75	0,93	1,06	—	—	—	—
	K_p	0,75	0,59	0,45				
	U_{\max}	5,0	8,0	10,0				
Д6 + ОКП	Вариант исполнения	13R6	19R6					
	K_3	1,38	1,55					
	$K_{и}$	0,81	1,06	—	—	—	—	—
	K_p	0,57	0,49					
	U_{\max}	7,0	12,0					
Д5 + ОКП	Вариант исполнения	11R5	16R5					
	K_3	1,44	1,53					
	$K_{и}$	0,79	1,00	—	—	—	—	—
	K_p	0,65	0,53					
	U_{\max}	6,0	10,0					
Д7 + ОКП	Вариант исполнения	15R7	22R7					
	K_3	1,33	1,55					
	$K_{и}$	0,83	1,10	—	—	—	—	—
	K_p	0,50	0,45					
	U_{\max}	9,0	14,0					

за буквой "Д" указывает на число шестерен, свободно установленных на первичном валу коробки передач, буквами "ОР" — отключаемый на прямой передаче редуктор.) Как видим, показатели ниже, чем в предыдущих случаях, т. е. делитель снижает рациональность редукции (коэффициент K_p).

Таблицы, естественно, не охватывают все возможные сочетания. Например, в них не вошли агрегаты типа 20R8 ("Д2 + ОКП3 + ОР4), у которого $K_{и} = 20/16 = 1,25$; $K_p = 20/25 = 0,8$; $K_3 = 2,05$; $U_{\max} = 7,5q$, а также типа 25R10 ["Д2 + ОР3" + (Д2 + ОКП3)], у которого $K_{и} = 25/16 = 1,56$; $K_p = 25/30 = 0,83$; $K_3 = 2,39$; $U_{\max} = 10q$.

В заключение отметим, что трехвальные агрегаты можно компоновать из двухвальных коробок, с промежуточным их валом. Например, агрегат типа 17R8 ("УР4 + УКП4") имеет следующие оценки: $K_{и} = 17/12 = 1,42$; $K_p = 17/18 = 0,94$; $K_3 = 2,36$; $U_{\max} = 8q$. Семнадцатая передача в нем прямая, с отключением привода промежуточного вала.

Приведенные выше данные, относящиеся к передачам, созданным различными методами конструирования, позволяют более объективно обосновывать выбор как чисто вального агрегата, так и с дополнительным планетарным механизмом.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДИСКА АВТОМОБИЛЬНОГО КОЛЕСА

Д-р техн. наук И. В. БАЛАБИН

МГТУ "МАМИ"

На автомобильное колесо при его работе действуют, как известно, силы и обусловленные ими моменты, которые, что тоже хорошо известно, создают напряжения в материале диска. Сил две — радиальная и осевая. Первая из них относительно оси вращения колеса дает момент, равный произведению этой силы на вылет обода, вторая — ее произведению на динамический радиус колеса.

Очевидно, что наиболее опасный, с точки зрения прочности диска, вариант нагружения — тот, когда моменты складываются. Что и наблюдается при движении автомобиля по криволинейной траектории. Так, если колесо — с положительным вылетом обода, т. е. продольная плоскость симметрии его обода смещена относительно привалочной плоскости диска в сторону продольной оси автомобиля, то сумма моментов действует на колесо, внешнее по отношению к центру поворота; если вылет отрицателен, то, наоборот, суммарный момент образуется на внутреннем колесе. Причем такому суммарному моменту, естественно, подвергаются не все точки диска одновременно, а лишь те, которые при вращении колеса пересекают плоскость действия данной суммы моментов. (Эта плоскость совпадает с центральной поперечной плоскостью колеса.) Поэтому, поскольку плоская центральная часть диска при затянутых гайках или болтах его крепления к ступице, по существу, представляет собой одно целое с последней, можно считать, что в данной зоне суммарный момент не опасен и что самыми нагруженными точками оказываются те, которые расположены на стыке со ступицей. То есть именно эта зона определяет, при прочих равных условиях, несущую способность диска колеса.

Напряжения в данной зоне можно определять экспериментально. Но такой подход возможен только по отношению к уже изготовленному диску. При проектировании же новых колес нужны аналитические способы определения напряжений. И здесь, как показали результаты исследований, наиболее эффективным методом нужно считать использование расчетной модели диска, представляемой в виде круглой пластинки, у которой наружный край заделан и имитирует таким образом обод колеса, а закрепленный центр имитирует плотное соединение центральной части диска со ступицей.

Такой подход вполне оправдан. Доказано: диск колеса представляет собой разновидность весьма пологих оболочек вращения, которые не только можно, но и следует рассматривать как пластинки. Хотя бы потому, что для их расчетов нужен довольно простой математический аппарат. Что же касается наиболее нагруженной центральной зоны диска, то она, по сути, и есть пластина.

Расчетная модель, таким образом, приобретает вид, показанный на рис. 1, а. (На нем: r_1 — радиус центральной жесткой части пластины; r_2 — суммарный радиус жесткой и упругой ее частей; h — толщина пластины; M — внешний момент, действующий на диск колеса.)

При появлении момента M (скажем, того суммарного, о котором шла речь выше) упругая часть пластины деформируется так, как показано на рис. 1, б, т. е. ее центральная жесткая часть поворачивается на угол θ_0 . Условие ее равновесия можно, как обычно, представить в виде равенства нулю суммы моментов в плоскости действия заданного внешнего момента M . Очевидно, что он уравнивается тремя моментами (рис. 2): распределенным по окружности радиуса r_1 радиальным изгибающим моментом M_r , скручивающим

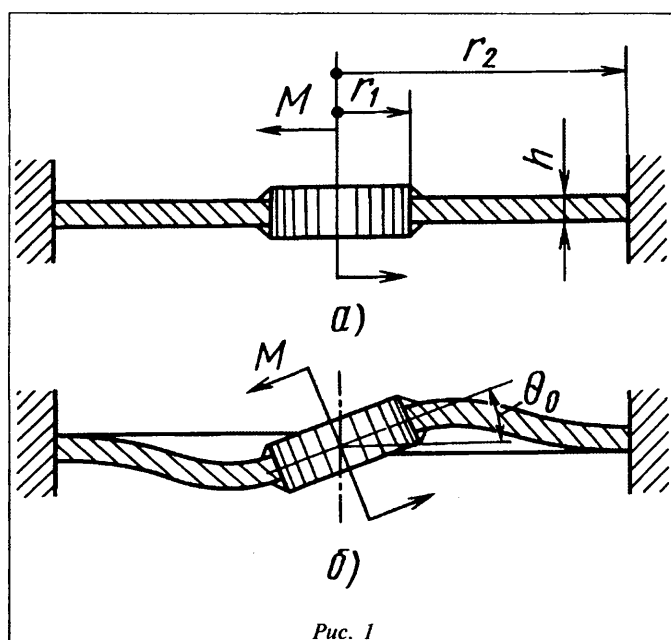


Рис. 1

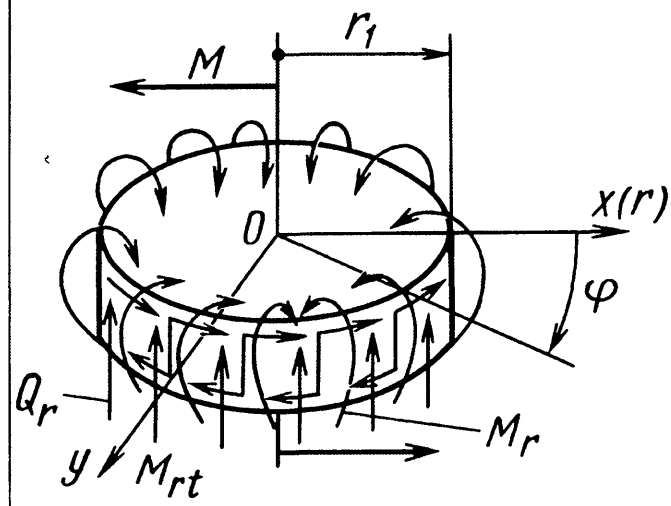


Рис. 2

№ формулы	Формула	Примечание
1	$M + 2 \int_0^{\pi} M_r d\varphi \cos \varphi - 2 \int_0^{\pi} M_{r_t} d\varphi \sin \varphi + 2 \int_0^{\pi} Q_r r_1 d\varphi r_1 \cos \varphi = 0$	φ — угол отсчета положения текущей плоскости от положения плоскости, в которой приложен внешний момент M
2	$M_{r_t} = \frac{\theta_0 D [-m^2 r_1^3 / r^3 - r / r_1 + (m^2 + 1) r_1 / r] \sin \varphi}{r_1^2 [(m^2 + 1) \ln m - (m^2 - 1)]}$	D — изгибная жесткость пластины; $m = r_2 / r_1$; r — текущий радиус пластины
3	$M_r = \frac{\theta_0 D [(3 + \mu) r / r_1 - (1 - \mu) m^2 r_1^3 / r^3 - (1 + \mu) (m^2 + 1) r_1 / r] \cos \varphi}{r_1 [(m^2 + 1) \ln m - (m^2 - 1)]}$	μ — коэффициент Пуассона
4	$Q_r = \frac{2\theta_0 D [r + (m^2 + 1) r_1^2 / r^2] \cos \varphi}{r_1^2 [(m^2 + 1) \ln m - (m^2 - 1)]}$	—
5	$D = E h^3 / 12 (1 - \mu^2)$	E — модуль упругости материала диска
6	$\theta_0 = \frac{M [(m^2 + 1) \ln m - (m^2 - 1)]}{4 \pi D (m^2 + 1)}$	—
7	$M_{r_{\max}} = - \frac{2\theta_0 D (m^2 - 1)}{r_1 [(m^2 + 1) \ln m - (m^2 - 1)]} = - \frac{M (m^2 + 1)}{2 \pi r_1 h^2 (m^2 + 1)}$	—
8	$\sigma_{\max} = \frac{3 M (m^2 - 1)}{2 \pi r_1 h^2 (m^2 + 1)}$	—

моментом M_{r_t} и моментом поперечной силы Q_r относительно оси Y . И, если учесть направление действия каждого из них, уравнение равновесия будет иметь вид, показанный в таблице (формула № 1).

В данном уравнении, как видим, три неизвестных — M_r , M_{r_t} и Q_r . Их, в свою очередь, можно подсчитать по формулам № 2, 3, 4 и 5, приведенным в той же таблице. Причем для самого опасного сечения диска, т. е. при $r = r_1$ и $\varphi = 0$, формулы значительно упрощаются.

Зная M_r , M_{r_t} и Q_r , из формулы № 1 легко определить формулу для расчета θ_0 — угла поворота сечения нормали в опасной зоне (формула № 6), а из нее не представляет трудности определить и внутренние силовые факторы, функционально связанные с этим углом. Так, величину наибольшего изгибающего момента ($M_{r_{\max}}$), который возникает при качении колеса в опасной зоне диска в то время, когда данное сечение оказывается в плоскости действия внешнего момента M , дает формула № 7, а максимальные радиальные напряжения (σ_{\max}) — формула № 8.

В качестве примера приведем расчет радиальных напряжений в опасной зоне диска колеса размера 7,0—20 грузового автомобиля ЗИЛ.

Исходные данные: нагрузка (G) на колесо — 19 кН (1937 кгс); толщина (h) диска — 0,011 м; наружный радиус диска (r_2) — 0,239 м; радиус (r_1) его плоской

части — 0,175 м; вылет (L) обода — 0,155 м; экспериментально установленная величина σ_{\max} — 41,8 МПа (418 кгс/см²).

При прямолинейном движении автомобиля и отсутствии бокового возмущения нагружающий диск момент, приведенный к центру колеса, составит: $M = GL = 19 \cdot 0,155 = 2,945$ кН·м. Максимальные напряжения в опасной зоне при этом определяются так:

$$\sigma_{\max} = 2945 \cdot 3(1,820 - 1) : 3,14 \cdot 0,175(1,820 + 1) \times \times 0,00012 = 40,49 \text{ МПа, или } 404,9 \text{ кгс/см}^2.$$

Как видим, несовпадение результатов расчета и эксперимента составляет всего лишь 3,1 %. Отсюда вывод: рассмотренные выше формулы вполне пригодны для практики инженерного проектирования дисков колес.

И последнее. Расчеты и эксперименты показывают, что при совместном действии моментов от радиальной и осевой сил напряжения в опасной зоне дисков могут достигать 100 МПа и более, т. е. в 2—3 раза превышать те, которые наблюдаются при прямолинейном движении автомобиля. Поэтому рассчитывать диски нужно именно для случая криволинейного движения (на поворотах). Очевидно, что граничным условием здесь будет максимально допустимая скорость движения на этом режиме.



УДК 629.621.43.035.2

ВОЗВРАЩАЯСЬ К ЦИКЛУ ЛЕНУАРА

А. А. РЫБАКОВ

В 1860 г. французский инженер Ленуар построил тепловую машину, действовавшую по следующему циклу: на первой трети хода поршня от ВМТ — выпуск топливной смеси, затем — закрытие впускного клапана и воспламенение смеси. Расширяющиеся продукты сгорания толкают поршень в НМТ. Такт выпуска — при обратном ходе поршня.

Цикл Ленуара не получил широкого распространения. Во-первых, потому, что топливо сгорало при начальном давлении, близком к атмосферному, а максимальное давление расширяющихся продуктов сгорания не превышало 0,4 МПа (4 кгс/см²), в результате чего основная доля теплоты терялась через стенки цилиндра и выбрасывалась наружу вместе с отработавшими газами. Поэтому КПД двигателя не превышал 4 %. Во-вторых, в 1870 г. немецкий механик Отто на основе идеи французского инженера Бо де Роша о рабочем цикле с предварительным сжатием воздуха и сгоранием топлива при постоянном объеме построил свой двигатель.

Но цикл Ленуара небезнадежен: его можно использовать в качестве основного, а пускового. Для этого топливо в цилиндр нужно подавать через форсунку (инжектор), причем в дозах, обеспечивающих

стехиометрическое сгорание. В данном случае хорошо воспламеняющаяся и сгорающая смесь образует продукты сгорания, которые, расширяясь, сообщают поршню кинетическую энергию, достаточную для инициирования полноценного рабочего цикла, и уходят в атмосферу при обратном ходе поршня. Правда, если число цилиндров четырехтактного двигателя — четыре и менее, а двухтактного — два и менее, то велика вероятность того, что поршни окажутся в мертвых точках либо в их окрестностях, т. е. условия для инициирования пускового цикла будут далекими от оптимальных. В таких двигателях применяется механизм коррекции положения поршней, доворачивающий по команде системы управления коленчатый вал до прихода хотя бы одного поршня в оптимальное для инициирования пускового цикла положение. Так как при инжекторном пуске не требуется сообщать движущимся деталям двигателя высокие скорости и ускорения, то и мощность двигателя механизма коррекции может быть намного меньше, чем мощность обычного стартера, а значит, и энергозатраты инжекторного пуска соответственно ниже. Другими словами, двигателю не нужны ни мощный электростартер, ни мощный

стартерный аккумулятор. При этом время пуска будет сопоставимо с временем единичного рабочего цикла и, следовательно, не превысит доли секунды.

У ДВС, оснащенных системой инжекторного пуска, приводы впускного клапана и топливной форсунки, естественно, должны иметь современную систему управления. Тем более что подобные приводы и системы уже созданы.

Не является проблемой и инициирование пускового цикла в двигателях, использующих тяжелые моторные топлива. Их воспламенение возможно при достаточно высоких значениях энергии инициирования в зоне воспламенения. То есть в этом случае потребуются факельное зажигание. Определенное усложнение рассматриваемой системы пуска, тем не менее, сохранит ее основные достоинства: несравнимо меньшие, чем у обычных систем, массу и габаритные размеры, высокие КПД и надежность, простоту конструкции, пригодность для переоборудования двигателей, находящихся в эксплуатации, а главное — гарантированный быстрый пуск ДВС при любых условиях, в том числе при низких температурах воздуха. Причем очевидно, что затраты на ее разработку и внедрение будут несопоставимо ниже, чем затраты на создание самой современной традиционной системы, обладающей аналогичными достоинствами.

ВНИМАНИЕ!

Для предприятий отечественной автомобильной промышленности, производителей и разработчиков комплектующих, материалов и оборудования действуют **специальные, льготные расценки** на размещение рекламных материалов в журнале «Автомобильная промышленность».

По всем вопросам обращайтесь по телефону (095) 269-54-98



В апреле 2001 г. МАЗ совместно с управлением транспорта и связи правительства Москвы, ГУП "Мосавтотранс" при поддержке ТД "МАЗконтракт" провели вторую выставку-семинар "Автотехника МАЗ для предприятий Москвы" (первая выставка-семинар состоялась в мае 2000 г. на базе 1-го автокомбината). Здесь МАЗ впервые показал 12 единиц своей новой автомобильной техники. Например, опытный образец самосвального автопоезда МАЗ-650108 + МАЗ-8561 (см. рисунок). Первая демонстрация опытного образца на "своей" традиционной выставке объясняется просто: именно здесь присутствуют большей частью профессионалы, мнение которых очень важно для автозаводцев.

Грузоподъемность автопоезда — 39500 кг, из них 20000 кг — грузоподъемность автомобиля. Объемы платформы автомобиля и прицепа — по 11 м³. Автомобиль-самосвал имеет трехстороннюю разгрузку, прицеп — двухстороннюю. На нем установлен двигатель ЯМЗ-7511 мощностью 294 кВт (400 л. с.), соответствующий экологическим нормам "Евро-2". Как дополнительное оборудование предусмотрены АБС, тахограф, независимый подогрева-

тель, спальное место в кабине, ремни безопасности и т. д. В течение 2001—2002 гг. пройдут всесторонние испытания новой модели, в 2003 г. будет выпущена промышленная партия самосвальных автопоездов, а с 2004 г. начнется их серийный выпуск.

Еще одна новинка — среднетоннажный грузовой МАЗ-437040-022. Сам автомобиль всем хорошо известен, но впервые он демонстрируется в комплектации с грузоподъемным бортом. Его предназначение — перевозки грузов внутри крупного мегаполиса.

Вниманию москвичей был предложен также междугородный автобус туристского класса МАЗ-152А — версия автобуса для междугородных перевозок МАЗ-152. Автобус оснащен двигателем "Даймлер—Крайслер ОММ441LA", развивающим мощность 250 кВт (340 л. с.) и крутящий момент 1600 Н·м, но может также комплектоваться двигателем ЯМЗ-7601 (мощность 220 кВт, или 300 л. с.; крутящий момент 1300 Н·м). Оба двигателя соответствуют нормам "Евро-2". Максимальная скорость МАЗ-152А — 120 км/ч. Емкость топливного бака — 500 л. Подвеска пневматическая. В авто-

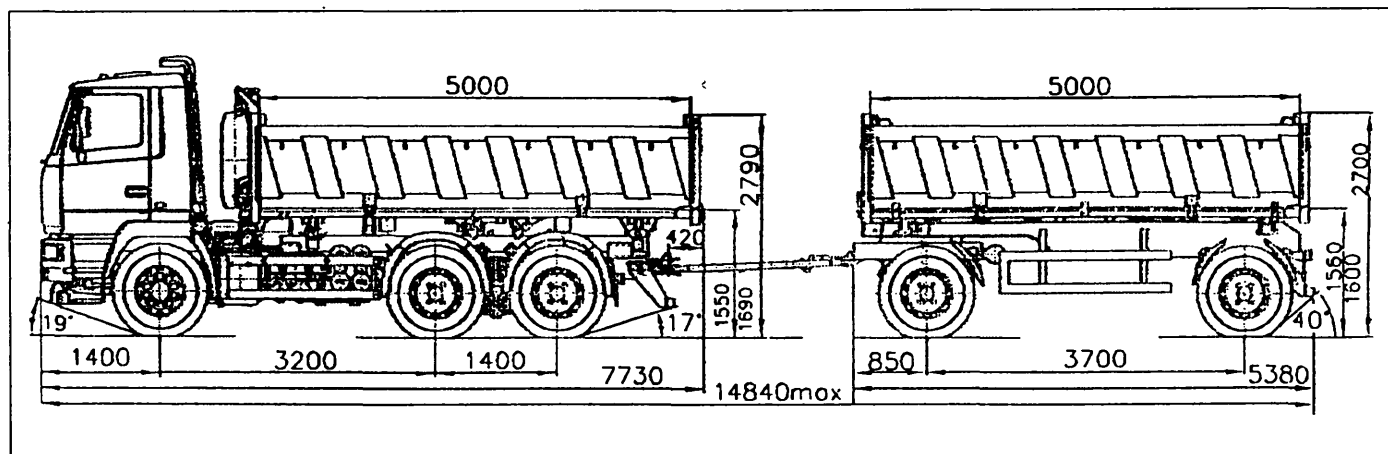
бусе установлены кондиционер, туалет, кухня (кофеварка и сосисочница), холодильник объемом 85 л, видеосистема с двумя мониторами, магнитола с микрофоном.

Представил МАЗ и ряд седельных тягачей нового семейства в составе автопоездов (все соответствуют экологическим нормам "Евро-2"). По заказу потребителя они могут комплектоваться как отечественным двигателем ЯМЗ-7511, так и импортным. Предлагаются двух- и трехосные модели, со стандартной и пониженной высотой седла.

Автопоезда укомплектованы полуприцепами собственного производства: МАЗ-97585-020 — для перевозки охлажденных и замороженных продуктов, полуприцеп-контейнеровоз МАЗ-9919 с несущей рамой на пневмоподвеске (для дорожных перевозок контейнеров), МАЗ-938662 типа "фургон" на рессорной подвеске.

Кроме новинок последних лет на выставке широко представлены и серийные модели, давно присутствующие на рынке.

На семинаре выступили руководители МАЗа, "Мосавтотранса", группы компаний "Дженти", завода "Спецавтотехника" и др.





УДК 629.621.43.046.34

РЕЗУЛЬТАТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ КАМАЗ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ ЛИТЬЕМ

И. Н. ГРЕХОВ, Б. Э. КЛЕЦКИН, Л. С. ВОЛКОВИЧЕР, Ю. Л. ВОЛКОВИЧЕР,
И. Х. КАМАЛУТДИНОВ

Южно-Уральский ГУ

Когда решают, нужно ли восстанавливать ту или иную изношенную деталь автомобиля, исходят из двух посылок — технической возможности и экономической целесообразности восстановления. И опыт свидетельствует: на автомобилях КамАЗ, поступающих в капитальный ремонт, до 50 % деталей обоим критери-

ям явно удовлетворяют. Например, стоимость отремонтированной детали — не более 70 % цены новой. Вывод очевиден: вторичное использование изношенных деталей — хорошая альтернатива расширению производства запасных частей. Причем особый интерес представляет восстановление именно тех деталей, которые по техническим условиям подлежат обязательной замене при капитальном ремонте автомобиля. В частности, гильз цилиндров двигателей КамАЗ.

Такая возможность есть. Эксперименты показали: эти ответственные и дорогостоящие детали можно успешно восстанавливать методом центробежного литья, отличающимся высокими производительностью и качеством готового изделия. Достаточно сказать, что химический состав, твердость и макроструктура наплавленного слоя металла, а также качество восстановленной поверхности деталей после механической обработки практически в 100 % случаев соответствуют всем требованиям технических условий (см. "АП", 2000, № 6). Неплохие результаты дали и сравнительные форсированные испытания восстановленных и новых гильз с точки зрения износостойкости (см. таблицу).

Как видим, износы гильз при испытании колебались в одинаковых пределах, а суммарный износ новых и восстановленных гильз был практически идентичен. И характер рабочей поверхности гильз тоже не различался: в обеих группах наблюдались отдельные короткие риски глубиной не более 0,01 мм; задиров, царапин и трещин не было.

Процесс восстановления гильз центробежным литьем целесообразнее всего выполнять на специальной установке (а. с. № 1560381, СССР).

Экземп- ляр гильзы	Масса гильзы, г		Износ гильзы	
	до испытаний	после испытаний	абсолют- ный, г	относитель- ный, %
Новые				
а	5262	5247	15	0,29
б	5228	5218	10	0,19
в	5245	5232	13	0,25
г	5226	214	12	0,23
Σ	20961	20911	50	0,24
Восстановленные				
а	5216	5200	16	0,31
б	5232	5223	9	0,17
в	5205	5191	14	0,27
г	5190	5176	14	0,27
Σ	20843	20790	53	0,25

УДК 629.621.822.87

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДНАТЯГА КОНИЧЕСКИХ РОЛИКОПОДШИПНИКОВ

Канд. техн. наук И. А. БУЛАВИН, А. Ю. ГРУЗДЕВ

МГТУ "МАМИ"

Преднатяг конических роликоподшипников — важнейший из критериев качества сборки редукторов ведущих мостов автомобилей: если он подобран правильно, надежная работа главной передачи и работоспособность самих подшипниковых узлов гарантированы. Но, к сожалению, измерить величину преднатяга непосредственно невозможно. Поэтому его оценивают и регламентируют по косвенному критерию — моменту сопротивления провороту сжатого осевой силой дуплекса регулируемых подшипников. Причем считается: если данный момент (а он — не что иное как момент трения в подшипниках) равен заданному, то и преднатяг, т. е.

осевое смещение колец подшипников, оптимален. Конструктивно это смещение обеспечивается подбором дистанционного размера распорного элемента с помощью регулировочных звеньев (шайб, прокладок, колец, втулок), устанавливаемых между торцами внутренних колец дуплекса. Типичный тому пример — рис. 1, на котором показана схема подшипникового узла ведущей шестерни редуктора заднего моста.

Такова, если коротко, "физика" проблемы. Однако практическое регулирование — всегда изменение количественных величин. В нашем случае — величины момента трения. А это уже сложнее. Дело в том, что данный момент в дуплексе конических роликоподшипников — параметр комплексный, включающий как минимум шесть моментов трения: вращающихся частей подшипников, величина которого зависит от скорости их вращения, консистенции смазки (гидродинамического сопротивления ненагруженных подшип-

ников); качения роликов по дорожкам наружных и внутренних их колец; скольжения тех же роликов по направляющим бортам колец; скольжения роликов о сепараторы; в уплотнениях узла (манжет); от перемещения смазки. Правда, величины перечисленных моментов разные. Так, в связи с тем, что момент трения в подшипниках при регулировании преднатяга контролируется при небольших ($10\text{--}50\text{ мин}^{-1}$) частотах вращения вала или корпуса, влиянием моментов трения вращающихся частей и перемещения смазки можно пренебречь. Можно не принимать во внимание (вследствие малости) и момент трения роликов о сепараторы, а момент трения в манжетных уплотнениях подшипниковых узлов при внутреннем диаметре манжет $30\text{--}60\text{ мм}$ принимать равным $3,27\text{--}0,785\text{ Н}\cdot\text{м}$ ($0,05\text{--}0,08\text{ кгс}\cdot\text{м}$).

Таким образом, важный в практическом смысле суммарный момент трения в коническом роликоподшипнике при регулировании преднатяга будет представлять собой сумму всего лишь двух моментов — трения качения роликов по дорожкам и трения скольжения торцов роликов о направляющие борта внутренних колец. Их и нужно рассчитывать, приступая к регулированию преднатяга.

Для простоты рассуждений допустим, что осевая нагрузка, действующая на подшипник при регулировании преднатяга, распределяется между телами качения (роliками) равномерно. Тогда задача сводится к рассмотрению одного ролика, в контакте которого с кольцами и направляющим бортом подшипника под действием внешней осевой нагрузки возникают нормальные силы N_1 , N_2 и N_3 (рис. 2).

Кроме того, при вращении внутреннего кольца окружные скорости кольца и ролика относительно их мгновенных центров вращения оказываются разными как по величине, так и по направлению, т. е. направляющий борт скользит относительно торцов роликов.

Определив нормальное давление на элементарной площадке сегмента контакта, элементарную силу трения и проинтегрировав эти параметры, получим силу трения, создаваемую роликом при трении о направляющий борт, а умножив ее на число роликов, — силу, создаваемую всеми роликами. Зная геометрию подшипника и момент его трения при качении роликов по дорожкам качения, не составляет труда определить (вычислить) и полный момент трения в подшипнике:

$$M_{\text{тр}} = \frac{F_o D_b}{\sin \beta} \left(\frac{f_k}{d_p} + f_c \sin \left(\frac{\gamma}{2} \right) \right).$$

(Здесь: F_o — осевая сила сжатия подшипников, или сила преднатяга; D_b — средний диаметр рабочей конической поверхности внутреннего кольца; β — угол наклона поверхности качения наружного кольца, который обычно составляет $12\text{--}30^\circ$; f_k — коэффициент трения качения роликов по поверхностям качения наружного и внутреннего колец, который лежит в пределах $0,0005\text{--}0,001$; d_p — средний диаметр рабочей поверхности ролика; f_c — средний коэффициент трения скольжения в контакте "направляющий борт—ролик", обычно равный $0,02$; $\gamma/2$ — половина угла конуса ролика.) Результаты расчетов момента трения от осевой силы дуплексов подшипников ведущей шестерни редукторов задних мостов приведены на рис. 3 (ав-

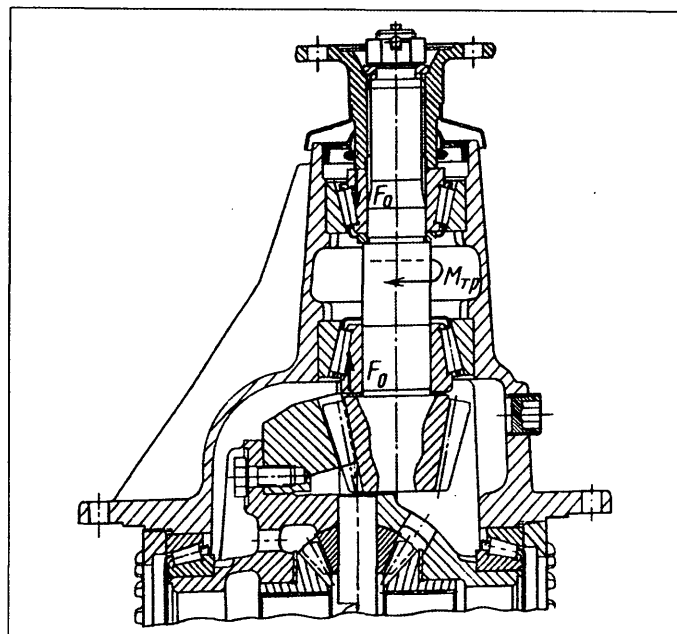


Рис. 1. Подшипниковый узел ведущей шестерни редуктора заднего моста автомобиля с дуплексом конических роликоподшипников, регулируемых с предварительным осевым натягом

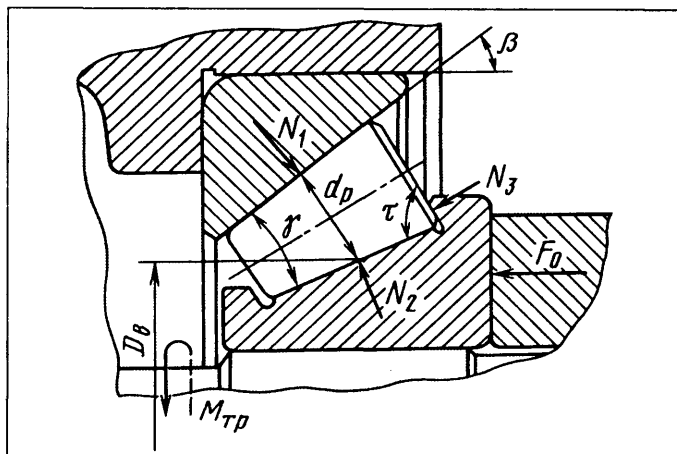


Рис. 2. Расчетная схема для определения взаимосвязи между моментом трения и осевой силой в коническом роликоподшипнике

томобиль ГАЗ-24-10) и рис. 4 (автомобиль ГАЗ-3302). Как из них видно, в случае смазанных подшипников зависимость момента трения от величины осевых сил в диапазоне $0\text{--}10\text{ кН}$ ($0\text{--}1\text{ тс}$) практически линейна. В то же время угол наклона кривых зависит от качества смазки. И еще одно. У подшипников с малым (12°) углом конуса роликов (а именно такой угол у подшипников 7606—7607) характеристика явно нелинейна, что и объясняет их склонность к заклиниванию дуплекса при отсутствии или недостаточном количестве смазки, а также те сложности регулировки преднатяга, которые хорошо известны практическим работникам. Если же говорить в более широком контексте, то анализ показывает, что момент трения в коническом подшипнике (и дуплексе, естественно) зависит не только от угла конуса роликов, но и от угла конуса наружного кольца, диаметра подшипника и связанных с этими параметрами сил трения качения ролика и сил

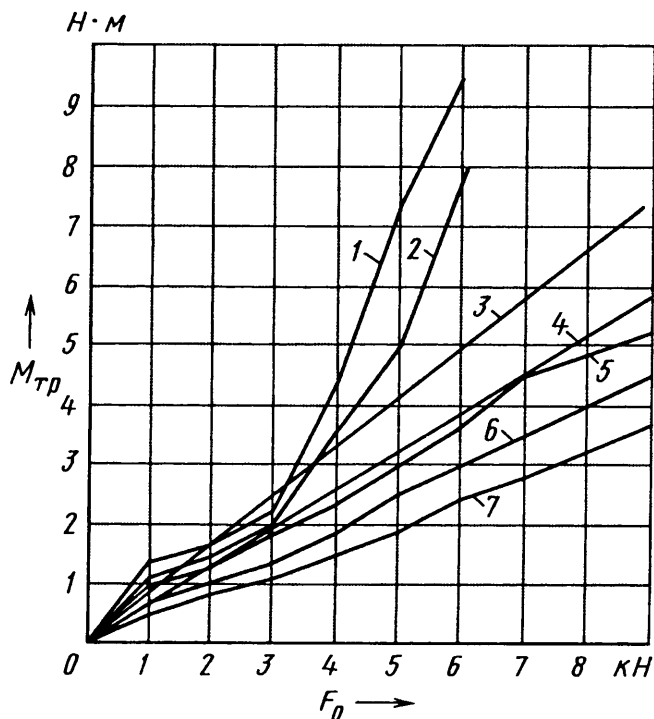


Рис. 3. Зависимость момента трения от осевой силы в дуплексе роликоподшипников 7606—7607 (автомобиль ГАЗ-24-10) при различных условиях их смазки:

1 — подшипник 7607 без смазки; 2 — подшипник 7606 без смазки; 3 — по ТУ на подшипники; 4 — расчетная; 5 — в состоянии поставки с ГПЗ; 6 — со смазкой И-20; 7 — со смазкой 80W50 (ТАД-17)

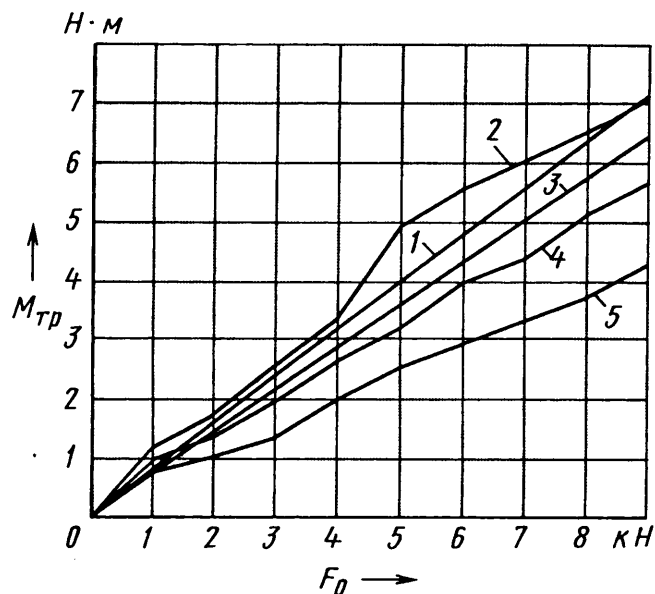


Рис. 4. Зависимость момента трения от осевой силы в дуплексе конических подшипников 27606—27607 (автомобиль ГАЗ-3302) при различных условиях смазки:

1 — расчетная; 2 — без смазки; 3 — по ТУ на подшипники; 4 — в состоянии поставки с ГПЗ; 5 — со смазкой 80W50 (ТАД-17)

трения скольжения в контакте торца ролика с направляющим бортом внутреннего кольца, о чем сказано выше. Причем в подшипниках даже одного типа всегда есть рассеяние зависимости момента трения от осевой силы, поскольку всегда есть погрешности изготовления роликов, поверхностей качения и скольжения.

Из формулы для расчета момента трения можно определить приведенный коэффициент трения ($f_{пр}$) для дуплекса подшипников. Ведь очевидно, что формулу можно записать и в виде

$$M_{тр} = F_o f_{пр}, \text{ где } f_{пр} = \left(\frac{D_b}{\sin \beta} \right) \left(\frac{f_k}{d_p} + f_c \sin \frac{\gamma}{2} \right).$$

Тогда формула для подсчета момента трения в дуплексе $M_{тр}$ будет иметь вид: $M_{тр} = F_o (f_{пр1} + f_{пр2})$. В ней: F_o — осевая сила преднатяга; $f_{пр1}$ и $f_{пр2}$ — приведенные коэффициенты трения для первого и второго подшипников дуплекса.

Если в эту формулу подставить численные значения $f_{пр1}$ и $f_{пр2}$, то взаимосвязь момента проворота и осевой силы для дуплекса становится совершенно прозрачной.

Действительно, параметры подшипников 7606 и 7607, устанавливаемых на автомобилях ГАЗ-24-10, следующие:

D_b — 41 и 45 мм, d_p — 9,5 и 10 мм, β — 12 и 12°, γ — 4 и 4°. Откуда $f_{пр1} = 0,0346$ и $f_{пр2} = 0,0217$;

$$M_{тр}^{\Sigma} = 0,0563 F_o.$$

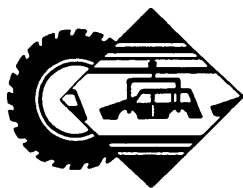
В технических условиях на сборку редуктора заднего моста рассматриваемых автомобилей ГАЗ записано, что сила осевого сжатия должна быть равной 5,4 кН (550 кгс). Следовательно, момент проворота должен составлять 3,04 Н·м (0,31 кгс·м).

Для дуплекса подшипников 27606 и 27607, применяемых на автомобилях ГАЗ-3302: D_b — 48 и 53 мм, d_p — 6,5 и 8,5 мм, β — 20 и 20°, γ — 8 и 8°. Поэтому $f_{пр1} = 0,0411$,

$f_{пр2} = 0,0398$, $M_{тр}^{\Sigma} = 0,0809 F_o$. Рекомендуемая техническими условиями сила осевого сжатия — 6,376 кН (650 кгс). Откуда: $M_{тр}^{\Sigma} = 5,2 \text{ Н·м} = 0,52 \text{ кгс·м}$.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать вывод: характеристика момента трения конических роликоподшипников при действии осевой силы сжатия дуплексов есть один из важнейших параметров, по которым можно проверять качество их экземпляров, поставляемых на сборку редукторов задних мостов автомобилей. Он же определяет качество основного критерия сборки и регулировки дуплекса — преднатяга.

И последнее. В МГТУ "МАМИ" разработаны конструктивные варианты технологического оборудования, обеспечивающего высокое качество регулировки преднатяга в подшипниковых узлах и контроля точности по моменту трения, а также методика расчета параметров наладки таких операций. Причем и то и другое могут оказать большую помощь не только на операциях сборки редукторов задних мостов, но и при создании таких мостов, поскольку позволяет более обоснованно выбирать типы подшипников для ведущих шестерен и назначать параметры преднатяга.



УДК 621.744.3-036.6/8

ПОЛИМЕРЫ: ЛИТЬЕ С ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ УДАРОМ

Д-р экон. наук И. М. АНТОНОВ, В. Б. ЯКОВЛЕВ, А. И. АНТОНОВ

ЗАО "Техоснастка"

Преимущества изделий, отлитых из полимерных материалов, перед аналогичными изделиями из металлов общеизвестны. Такие изделия значительно легче; не подвержены коррозии, масло- и бензостойки; им можно придавать любую форму, в том числе выполнять интегрированными, а не собирать из отдельных элементов; их наружную поверхность не нужно обрабатывать, на нее можно наносить самые разные орнаменты, в том числе приклеивать пленки, молдинги и т. п.; после изготовления их не нужно окрашивать, поскольку краситель вводится в материал; большинство изделий дешевле металлических и т. д.

Эти и многие другие, не названные здесь достоинства полимеров (например, прочность, вибро- и износостойкость) не могли не обратить на себя внимание специалистов-автомобилестроителей. Особенно тогда, когда химическая промышленность начала выпускать полимеры с новыми, наперед заданными и порой уникальными свойствами. С того времени (конец 1970-х—начало 1980-х годов) наблюдается своеобразный "бум": автомобилестроительные фирмы стали в массовом порядке внедрять в конструкции своих изделий именно эти материалы. Более того, в рекламных проспектах начали сообщать, что "в данной модели автомобиля столько-то килограммов пластмассовых изделий". То есть количество используемых в автомобиле пластмассовых элементов становится своеобразным показателем его высокого технического уровня. В результате теперь из полимерных материалов выполняют до 80—90 % деталей внутреннего интерьера салонов легковых автомобилей (приборная панель, панели дверей и багажника, обивка потолка, сидений, перчаточные ящики, пепельницы и т. д.). Делают из них и детали внешней облицовки, бамперы, дверные ручки, а также такие ответственные детали, как тормозные и топливные шланги, бензобаки, отражатели фар и др.). Потребитель приветствует эти нововведения: пластмассовые изделия хорошо "смотрятся", практически не требуют обслуживания, не меняют свою форму и внешний вид с течением времени.

Однако конструкторы и технологи очень скоро поняли, что существующие технологии изготовления полимерных изделий, основанные на литье в пресс-формы, не позволяют использовать все потенциальные возможности материала. В частности, опыт показал, что любые утолщения (ребра жесткости, бобышки и т. д.), без которых подчас не может обойтись конструктор при проектировании, а технолог — при изготовлении детали, дают, обычно на лицевой ее стороне, утяжины и коробления, обусловленные наличием остаточных напряжений в материале. То есть стало ясно: нужны новые технологии. И такие технологии появились. Причем одна из них, литье с так называемой "газовой поддержкой", разработанная и примененная американской фирмой "Гейн Технолоджи" и английской "Синпресс" в 1980 г., оказалась наиболее удачной.

Суть данной технологии довольно проста (рис. 1). В пресс-форму 6, как и при любом другом способе литья деталей, через канал 1 впрыскивается расплав полимера в количестве, достаточном для заполнения 59—60 % (для полых изделий) или 90—95 % внутреннего ее объема. Затем в пресс-форму под высоким (10—80 МПа, или 100—800 кгс/см²) давлением через штуцер 3 и запорный клапан 2 направляется сжатый газ (как правило, нейтральный, чаще всего азот). Газ образует полость с высоким давлением, под действием которого расплав прижимается к внутренним стенкам пресс-формы, заполняя все ее углубления. На последней стадии силовой гидравлический цилиндр 4 отводит запорный клапан от пресс-формы, и газ стравливается в атмосферу.

Таков принцип. Законы же изменения давления в пресс-форме во времени приведены на рис. 2.

Очевидно, что половины пресс-формы перед подачей газа во внутреннюю ее полость в общем случае должны быть сжаты силой (давлением), которая равна силе, создаваемой впрыскиваемым газом (кривая 1). В противном случае половины просто разойдутся. Но в данном случае пик подаваемого давления (кривая 2), как видим, располагается несколько выше кривой 1. Это не ошибка: пик настолько кратковременен, что не успевает преодолеть возникающие при его воздействии силы инерции верхней части пресс-формы, т. е. последняя не успевает разгерметизироваться.

Кривая 3 на рисунке показывает характер изменения давления, под которым расплав полимера впрыскивается в пресс-

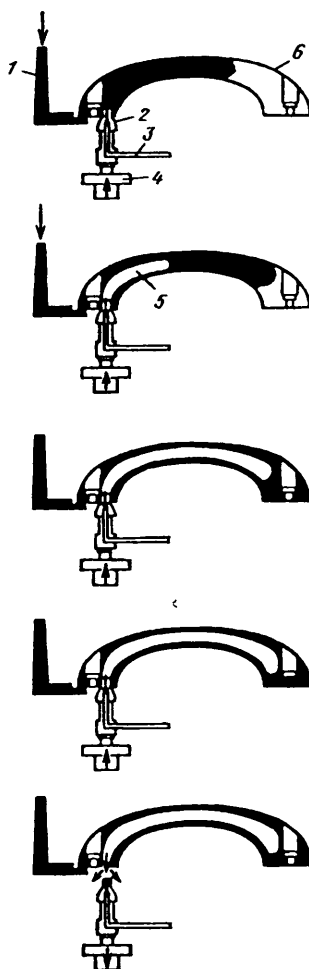


Рис. 1

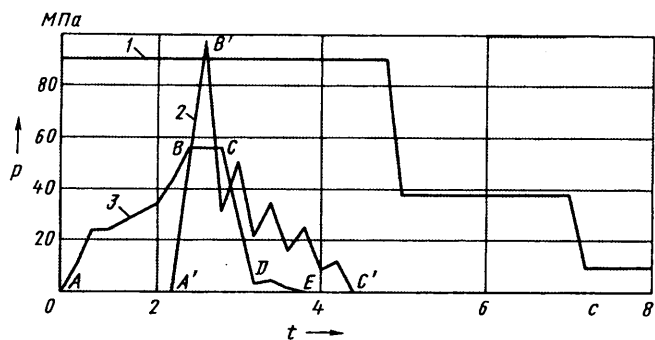


Рис. 2



Рис. 3

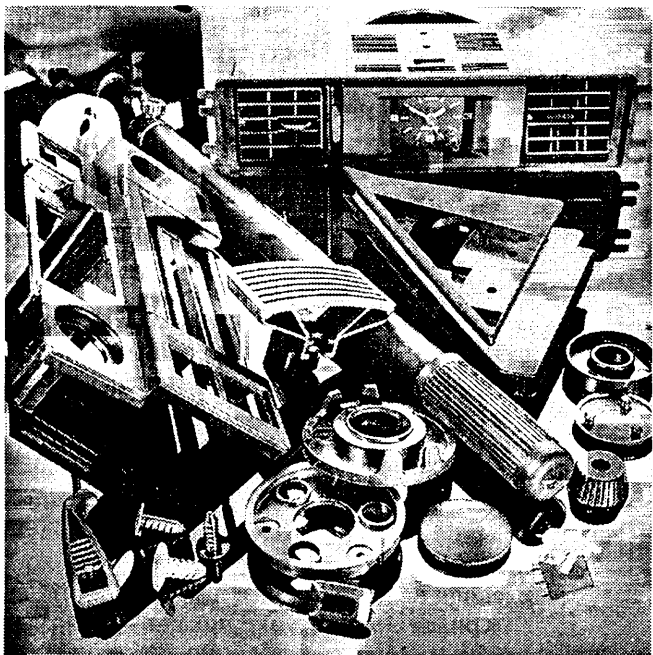


Рис. 4

форму. На ней довольно четко просматриваются несколько участков, соответствующих определенным этапам изготовления изделия, которые приведены на рис. 1. Так, участок AB соответствует стадии заполнения пресс-формы полимерным материалом. Давление впрыскивания здесь растет, благодаря чему форма и заполняется. Затем, когда количество материала достигает заданной величины, рост давления прекращается, и одновременно в форму поступает газ под высоким давлением, время нарастания которого (участок $A'B'$ кривой 2) составляет $\sim 0,4$ с. Этот, по существу, ударный импульс накладывается на давление, под которым находится полимер, поэтому последний уже не просто прижимается к стенкам формы, а резко подпрессовывается к ним. На следующих стадиях (участки CD и DE кривой 3) давление расплава снижается до нуля, а давление газа короткими импульсами (волнами) уменьшающейся интенсивности (участок $B'C'$) препятствует взбуханию остывающего расплава, образованию в нем пор, т. е., в конечном счете, внутренних напряжений.

Таким образом, у технологии "с газовой поддержкой" есть две особенности, отличающие ее от традиционной. Во-первых, изделие формируется не за счет давления самого расплава полимерного материала, а как этим давлением, так и давлением газа; во-вторых, газовая составляющая давления носит ударный характер, т. е. оно действует коротко и сильно. (Заметим, что подача импульсов газового давления может реализовываться в двух вариантах: управлять можно и самим давлением непосредственно, с помощью клапанного механизма быстрого срабатывания, и через изменение объемов подаваемого газа — с помощью компрессора дозирующего действия.)

Рассматриваемая технология к настоящему времени распространилась в мире достаточно широко: ее применяют большинство ведущих зарубежных автомобилестроительных фирм. Главная причина этого — то, разумеется, что она открывает принципиально новые возможности как для разработчиков новой автомобильной техники, так и для производства вообще. Например, позволяет придавать изделиям сколь угодно сложную форму; уменьшить (а во многих случаях — исключить полностью) внутренние напряжения в них; повысить точность линейных размеров деталей; на 10—50 % снизить расход материалов; сократить время цикла изготовления деталей; снизить их себестоимость; решать эстетические проблемы АТС.

Вторая причина — то, что новая технология не требует больших затрат на ее внедрение: пресс-формам нужна лишь весьма незначительная доработка, а термопласт-автоматы не нуждаются в ней вообще. Небольшим оказывается оборудование, скажем, для полировки наружных поверхностей деталей, поскольку они сразу же получаются с любым заданным уровнем шероховатости.

Третья причина — возможность математического моделирования процесса литья на стадии проектирования детали и пресс-формы для ее изготовления.

Российские автозаводы и поставщики комплектующих обратились к новому технологическому процессу несколько позже. Причины известны: во времена пла-

ново-распределительной экономики пластмассы внедрялись не столько по экономическим соображениям, сколько по приказу, а о качестве продукции больше говорили, чем работали над его повышением. И только с появлением рынка, когда потребитель стал диктовать свою волю производителю, вспомнили, что процесс "с газовой поддержкой" придает автомобилю совершенно новые, повышающие спрос, потребительские свойства. Причем вспомнили, к сожалению, далеко не все: ЗАО "Техоснастка", первым из российских предприятий освоившее этот процесс в начале 1990-х годов, до сих пор так и остается, по существу, единственным. Хотя первые же изделия, выпущенные по данной технологии, по своему качеству оказались (что хорошо видно из таблицы) на порядок выше изготовленных по традиционной технологии. Более того, качество во многих случаях такое, какое при традиционных способах литья недостижимо вообще.

ЗАО "Техоснастка", закупив необходимое оборудование по импорту, начала работу на нем с довольно простых изделий бытового назначения (рис. 3). Специалисты поставили перед собой цель: понять физическую сущность процесса, заложенные в нем механизмы, с тем чтобы выявить, а затем и применить его потенциальные возможности в интересах машиностроительного комплекса, прежде всего автомобилестроения.

Задачу решить удалось. Достаточно сказать, что к 2000 г. ЗАО освоило (рис. 4) производство более 70 полимерных узлов и деталей для автомобилей ГАЗ и свыше 170 — для автомобилей "Москвич". Все изделия отвечают требованиям стандарта ИСО 9002—96, о чем свидетельствует полученный в июле 2000 г. сертифи-

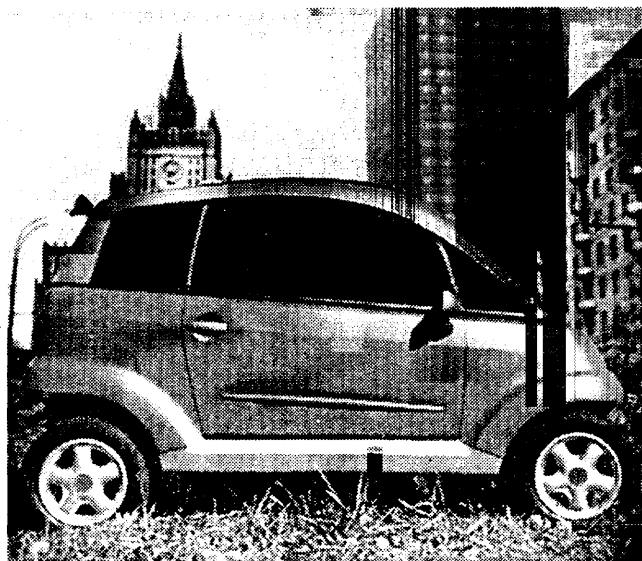


Рис. 5

кат соответствия. Но не только они. Возможности "Техоснастки" гораздо шире: предприятие способно удовлетворять требования любого из отечественных автозаводов. Потому что, во-первых, специалисты здесь знают все тонкости и возможности новой технологии; во-вторых, располагают необходимыми оборудованием и оснасткой; в-третьих, подготовлены профессиональные команды наладчиков оборудования, а также инструментальщиков-изготовителей пресс-форм и штампов. Эти возможности начинают использоваться

Изделие	Показатель качества	Эффективность	Примечание
Стержень диаметром 15 мм, длиной 480 мм	Высококачественная поверхность; высокая жесткость	Снижение массы изделия на 40 %, себестоимости — на 30 %; сокращение рабочего цикла изготовления на 20 %	—
Поручень автомобильный дверной	Высококачественная поверхность; утолщения, тонкие перегородки, бобышки	Снижение массы и себестоимости изделия на 10 %; сокращение рабочего цикла на 15 %	Качество, обеспечиваемое новой технологией, по старой технологии получить невозможно
Поручень автомобильный потолочный	Высококачественная поверхность; утолщения, тонкие перегородки, бобышки, эстетика, которые без газовой технологии получить невозможно	Снижение массы и себестоимости изделия на 20 %; сокращение рабочего цикла на 20 %	То же
Корпус зеркала заднего вида	Поверхность наивысшего качества; ребра, утолщения	Снижение массы изделия на 10 %	"
Ручка открывания автомобильной двери	То же	Снижение массы на 10 %; сокращение рабочего цикла на 10 %	"
Плечики для одежды	Поверхность наивысшего качества; ребра, утолщения, эстетика	Снижение массы изделия на 30 %, его себестоимости на 20 %; сокращение рабочего цикла на 20 %	"
Поручень специальный	То же	То же	"
Каркас усилителя панели приборов	Тонкостенные ребра, утолщения, бобышки, отсутствие остаточных напряжений и короблений	"	"

в очень серьезных проектах. Типичный пример — "Пчелка". Цель данного проекта — организовать производство двухместного мини-автомобиля "Пчелка" (рис. 5) на базе шасси мотоцикла "Кинешма". Для его реализации образовано совместное предприятие "Станкотех-98", в котором интегрируются промышленный и финансовый потенциалы ЗАО "Техоснастка" и кинешемского ОАО "Автоагрегат"; создается, что не менее важно, инженерно-конструкторский центр, задачей которого — компьютерное проектирование деталей и узлов мини-автомобиля, а также технологического оборудования и пресс-форм. Кроме того, СП организовало производство этих пресс-форм и штампов, для чего приобретены высокоточные обрабатывающие центры и станки для электроэрозионной обработки материалов. Вместе с тем роли предприятий, вошедших в СП "Станкотех-98", в определенной мере разделены. ЗАО "Техоснастка", базируясь на собственном дизайн-проекте, ведет подготовку производства к выпуску кузовных навесных панелей и других поли-

мерных деталей мини-автомобиля; "Автоагрегат" берет на себя разработку его конструкции, т. е. всю механическую часть (шасси). В перспективе к СП присоединится московское ОАО "Станкоагрегат", которое сейчас изготавливает прессы и штампы. На его площадях будет налажена сборка "Пчелки".

Таким образом, ЗАО "Техоснастка" к настоящему времени стало предприятием, которое занимает прочное место на рынке полимерных деталей. Причем деталей весьма широкой номенклатуры (детали облицовки кузовов, панели приборов, бамперы, корпуса и воздухопроводы отопителей салонов, консоли, ручки, детали внутренней и внешней отделки, решетки, пустотелые жесткие конструкции с видовой поверхностью и т. д.), выполняемых по технологии литья "с газовой поддержкой", способной придать им высочайшее качество, т. е., в конечном счете, повысить конкурентоспособность отечественной автомобильной техники.

УДК 621.919.1:539.4.015.1

СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ДЕФОРМИРУЮЩЕМ ПРОТЯГИВАНИИ В СРЕДЕ МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩИХ СМАЗОК

Канд. техн. наук Е. А. БУЙЛОВ

МГТУ "МАМИ"

От микроструктуры поверхностного слоя, образовавшейся при деформирующем протягивании отверстий, зависят физико-механические свойства этого слоя, т. е., в конечном итоге, эксплуатационные качества детали — ее износостойкость, усталостная прочность, коррозионная стойкость и др. Микроструктура же, в свою очередь, зависит от параметров обработки. И это понятно. В процессе обработки данный слой подвергается неоднородной пластической деформации, которая, естественно, не может не сопровождаться определенными перестройками структуры. В том числе даже дроблением зерен на фрагменты и блоки, из которых образуется мозаичная структура, переориентацией этих элементов в направлении деформации и т. п. Такая текстура по анизотропии приближается к монокристаллам, поэтому может выдерживать значительные статические и циклические нагрузки. Правда, она весьма чувствительна к напряжениям сдвига, поскольку при пластической деформации снижается пластичность, повышаются твердость и хрупкость материала.

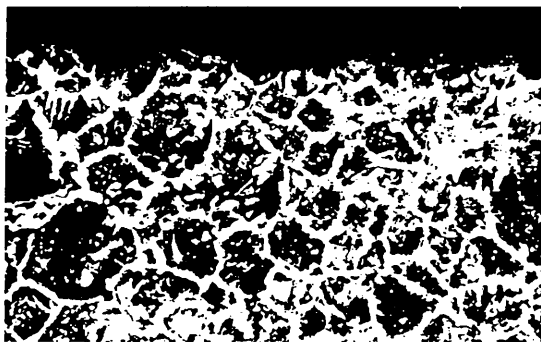
Другими словами, деформирующее протягивание — не только высокопроизводительный процесс механической обработки, что важно само по себе, но и процесс, зная закономерности которого, можно получать наперед заданные физико-механические свойства деталей, необходимые для высоких их надежности и долговечности в условиях эксплуатации. Например, зная схему нагружения детали в эксплуатации, можно создать, варьируя технологические параметры (натяг, толщина стенки отверстия, материал детали, исходная шероховатость поверхности), такой текстурированный слой, который обеспечивает максимальные ее износостойкость, усталост-

ную прочность и т. д. Причем немалую роль играет здесь и применяемая смазка, так как при обработке в зоне контакта возникают большие силы трения скольжения, а правильно подобранная смазка уменьшает эти силы, препятствует адгезионному схватыванию материалов инструмента и заготовки, облегчает упругое и пластическое деформирование обрабатываемого металла.

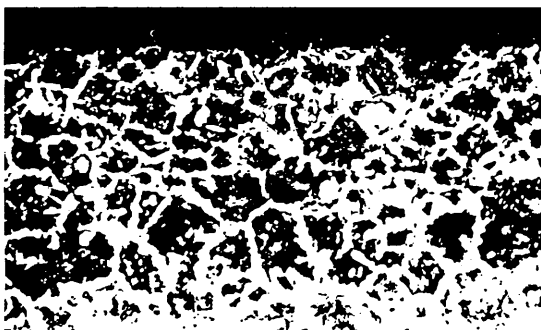
Вот что, например, показали сравнительные испытания традиционно применяемых сульфорефрезолов и металлоплакирующей смазки: последняя, в отличие от сульфорефрезолов, в процессе обработки образует неразрывную самовосстанавливающуюся экранирующую пленку, частично принимающую на себя сдвиговые деформации, что облегчает условия упругой и пластической деформации металла в радиальном направлении. Но лишь при определенных условиях, что хорошо видно из рис. 1 и 2, на которых приведены микроструктуры поверхностных слоев металла в отверстиях втулок, выполненных из стали 45 и обработанных соответственно с натягами 0,2 и 0,8 мм.

Так, при протягивании с натягом 0,2 мм (рис. 1) при любой из смазок микронеровности сглаживаются почти полностью, однако заметных изменений структуры материала не наблюдается. При натяге 0,8 мм в случае сульфорефрезолов (рис. 2, а) структура поверхностного слоя меняется (граничное трение): другими становятся размеры и форма зерен, прослеживается их наклон в направлении движения инструмента. В случае же металлоплакирующей смазки существенных изменений нет (рис. 1, б и 2, б). Например, дробление зерен на более мелкие фрагменты практически неощутимо. Но нет и полного сглаживания оставшихся после предварительной обработки гребешков микронеровностей, что подтверждает наличие остаточных упругопластических деформаций в материале.

Характер изменения микроструктуры в зависимости от типа смазки, суммарного натяга и числа циклов обработки примерно тот же, что и при одноэлементной обработке. Однако глубина измененного структурного слоя при равенстве степени деформации (δ_{nv})

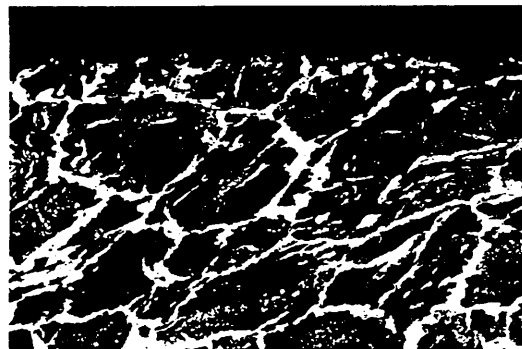


а)

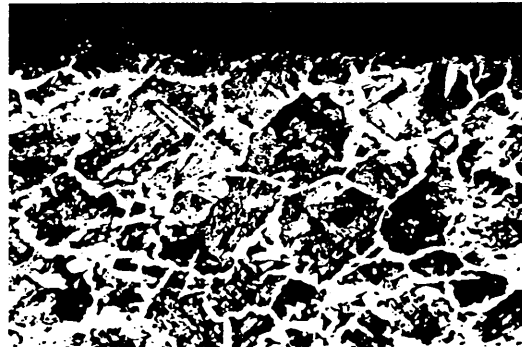


б)

Рис. 1. Микроструктура поверхностного слоя стальных (сталь 45) втулок после обработки с натягом 0,2 мм в среде сульфопреззола (а) и металлоплакирующей смазки



а)



б)

Рис. 2. Микроструктура поверхностного слоя стальных (сталь 45) втулок после их обработки с натягом 0,8 мм в среде сульфопреззола (а) и металлоплакирующей смазки (б)

тем больше, чем меньше натяг на деформирующий элемент и больше число циклов обработки. Причем зерна, расположенные в поверхностном слое, сначала измельчаются, а затем, по мере увеличения числа циклов обработки и суммарного натяга, начинают наклоняться в сторону движения инструмента.

В частности, в среде сульфопреззола с натягом 0,5 мм на третьем проходе измельчение зерен еще незначительно, при натяге 0,6 мм на пятом проходе появляются первые признаки текстурирования — наклон зерен, при натяге 0,7 мм на шестом проходе поверхность начинает шелушиться (перенаклеп). В среде металлоплакирующей смазки процесс текстурирования идет менее интенсивно: при натяге 0,5 мм измельчение зерен обнаруживается лишь на пятом проходе, при натяге 0,7 мм наклон зерен становится более четким на седьмом, а шелушение при натяге 0,8 мм начинается только на девятом проходе.

Таким образом, исследования подтвердили, что основная причина структурных изменений, происходящих при деформирующем протягивании, — трение деформирующих элементов об обрабатываемую поверхность. Значит, чем больше число циклов деформаций, которым подвергается обрабатываемая поверхность, и чем хуже смазка, тем больше силы трения и тем больше они вытягивают зерна поверхностного слоя в сторону своего действия. Другими словами, в процессе пластической деформации, происходящей при протягивании отверстия деформирующими протяжками, поверхностные слои металла неизбежно претерпевают структурные изменения, в результате образуются структуры. Кроме того, в некоторых случаях текстурирование со-

провождается дроблением зерен. Здесь причина иная — деформация растяжения (утонения) стенки заготовки, обусловливаемая величиной натяга деформирующего протягивания. То есть на структурные изменения и степень упрочнения материала поверхности влияют не только число циклов обработки и свойства смазки, но и многие другие факторы. Прежде всего, натяг на деформирующий элемент, о чем уже говорилось выше, а также исходная твердость обрабатываемого материала и толщина стенки заготовки.

Исследования распределения микротвердости по глубине упрочненного поверхностного слоя в сечениях втулок, выполненных из стали 45 и обработанных с натягами 0,1; 0,2; 0,4 и 0,8 мм в двух условиях смазки, показывают, что при деформирующем протягивании упрочнение приповерхностного слоя во всех случаях подчиняется одной и той же закономерности: до глубины 0,01—0,03 мм твердость максимальна, а затем, по мере удаления от поверхности, она постепенно уменьшается, приближаясь к постоянной. Разница лишь в том, что чем больше натяг, тем больше микротвердость поверхности, глубина упрочненного слоя и степень его упрочнения. Причем глубина распространения упрочнения приблизительно соответствует толщине слоя текстуры, образованной в результате дополнительных сдвигов металла в направлении движения инструмента.

И второе. При обработке с металлоплакирующей смазкой степень упрочнения и глубина упрочненного слоя зависят от экранирующих свойств образующейся при обработке пленки, которые, в свою очередь, зависят от множества факторов, в том числе от основных технологических параметров — числа n (циклов обработки)

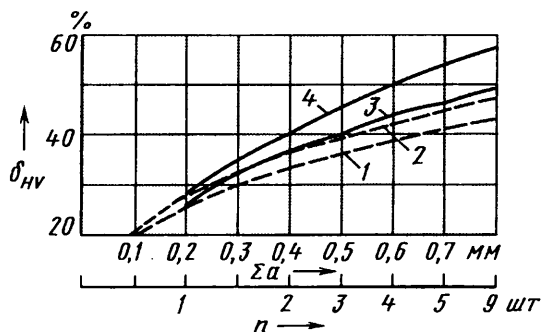


Рис. 3. Зависимость степени упрочнения поверхностного слоя стальных (сталь 45) втулок от суммарного натяга и числа циклов обработки:

1 — одноцикловая обработка с металлоплакирующей смазкой; 2 — то же с сульфифрезолом; 3 — многоцикловая обработка с металлоплакирующей смазкой; 4 — то же с сульфифрезолом

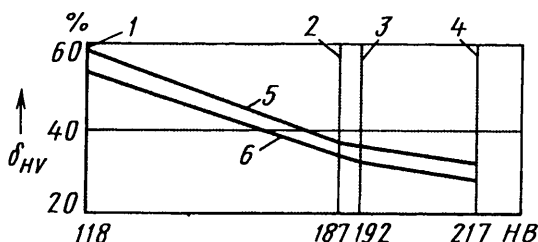


Рис. 4. Зависимость степени упрочнения поверхностного слоя втулок от их материала и типа смазки:

1 — сталь 20; 2 — сталь 45; 3 — сталь 12ХН3А; 4 — сталь 40Х; 5 — обработка с сульфифрезолом; 6 — обработка с металлоплакирующей смазкой

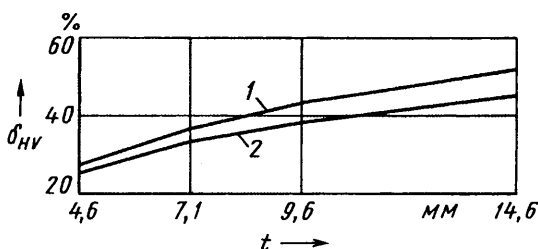


Рис. 5. Зависимость степени упрочнения поверхностного слоя стальной (сталь 45) втулки от ее толщины (обработка с натягом 0,4 мм):

1 — обработка с сульфифрезолом; 2 — обработка с металлоплакирующей смазкой

и суммарного ($\Sigma\alpha$) натяга. Так, из рис. 3 (кривая 1) видно, что интенсивности степени упрочнения наружного слоя по своим абсолютным величинам при обеих смазках близки. Однако с увеличением натяга возрастает разница между ними. Если при натяге 0,2 мм она возрастает до 3—5 %, то при 0,8 мм — уже до 8—10 %. Это объясняется просто: с увеличением натяга увеличиваются все факторы, влияющие на интенсификацию процесса избирательного переноса и формирования более стабильной, с более высокими экранирующими способностями металлоплакирующей пленки, которая воспринимает большие сдвиговые напряжения и деформации. При этом увеличение микротвердости слоя металла, расположенного у самой поверхности, указывает на то, что течение металла в осевом направлении осуществляется и под слоем смазки, но

ввиду отсутствия адгезионного взаимодействия его с поверхностью инструмента величина сдвиговой деформации и глубина ее распространения незначительны.

Обобщенные результаты исследований доказывают: степень упрочнения металла в диапазоне натягов 0,1—0,8 мм при обработке с сульфифрезолом практически прямо пропорциональна натягу деформирующего протягивания, а при обработке с металлоплакирующей смазкой степень упрочнения повышается менее интенсивно (угол наклона кривой 2 к оси абсцисс больше).

Эти выводы относятся и к зависимости глубины упрочненного слоя металла от натяга.

На рис. 4 показана зависимость степени упрочнения от вида смазки и материала втулок. Из него видно: чем пластичнее материал, тем отчетливее изменение его структуры и выше степень упрочнения. К примеру, максимальная степень упрочнения у стали 20 в среднем на 150—200 МПа (15—20 кгс/мм²) выше, чем у стали 45. Что касается легирующих элементов, то они дают тот же результат, что и углерод.

При обработке с металлоплакирующей смазкой характер изменения степени упрочнения аналогичен (кривая 2), но величины — меньше.

То же самое можно сказать и о глубине упрочнения.

Зависимость степени упрочнения поверхностного слоя от толщины стенок заготовки показана на рис. 5. Из него видно: чем толще стенка, тем выше степень вытянутости зерен и глубина упрочненного слоя. Например, при ее изменении с 4,6 до 7,1 мм и натяге 0,4 мм структурных изменений в материале практически нет, при толщине 9,6 мм они едва проявляются, а при 14,6 мм уже есть микроструктура с небольшими наклоном зерен и их измельчением. При увеличении натяга толщина слоя с повышенной микротвердостью поверхностного слоя увеличивается и тем в большей степени, чем больше толщина стенки.

Влияние толщины стенки на структурные изменения и упрочнение связано с изменением силовых характеристик процесса протягивания: при одном и том же натяге на деформирующий элемент сила протягивания с увеличением толщины стенки увеличивается. Следовательно, увеличиваются и удельные нагрузки в зоне контакта инструмента и детали. Повышение контактного давления приводит к возрастанию пластической деформации и более интенсивному повышению степени упрочнения и глубины упрочненного слоя. Эти выводы характерны для деформирующего протягивания в обоих условиях смазки, только при металлоплакирующей данные процессы идут менее интенсивно.

Таким образом, при обработке деформирующими протяжками поверхностный слой металла претерпевает структурные изменения, благодаря которым упрочняется; его твердость, по сравнению с твердостью сердцевины, растет. Наиболее существенное влияние на структурные изменения и упрочнение оказывают натяг на деформирующий элемент, исходная твердость обрабатываемого материала, толщина стенки заготовки детали. На глубину упрочнения больше всего влияет натяг пластического деформирования (зависимость — параболическая: интенсивный подъем кривой у рассматриваемых втулок начинается с натяга 0,4 мм). Влияет и смазка. Например, металлоплакирующая смазка благодаря своим экранирующим свойствам снижает поверхностные сдвиговые деформации, а значит, и глубину упрочненного слоя.

НОВОЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НИЦИАМТА

Канд. техн. наук Ю. В. ГАЛЕВКО, Т. В. ИВАНОВА, В. П. ТЮРИН

НИЦИАМТ

В течение 1995—1999 гг. вступили в действие новые серии поправок к Правилам № 9, 41, 51 и 63 ЕЭК ООН, которые ужесточают требования к уровням шума АТС и изменяют методики соответствующих испытаний. В основном эти требования касаются контроля режимов движения по измерительному участку. В частности, теперь необходимо контролировать частоту и "перекрутку" номинальной частоты вращения коленчатого вала двигателя при выходе АТС с измерительного участка; с точностью до ± 1 км/ч контролировать скорость автомобиля либо с точностью $\pm 2\%$ (или 50 мин^{-1}) — частоту вращения коленчатого вала двигателя на входе АТС на измерительный участок; точно фиксировать момент включения полной подачи топлива, а также частичные режимы открытия дроссельной заслонки (рычага подачи топлива); достаточно точно определять уровни звука в каждый момент движения АТС по мерному участку.

Это уже сейчас. А в перспективе нужно будет непрерывно определять мгновенную скорость движения АТС на измерительном участке и ускорение в режиме разгона.

Новые требования к режимам и методикам влекут за собой новые требования к измерительной аппаратуре, применяемой при оценке АТС по показателям внешнего шума в движении. Потому что обеспечить их, как было ранее, отдельными приборами, не связанными в единую систему, уже невозможно. В связи с чем НИЦИАМТ в 2000 г. вынужден был закупить "Систему проездных испытаний", выпускаемую фирмой "Ларсен-Девис".

Как видно из схемы испытаний, выполняемых с помощью этой системы (см. рисунок), "на борту" испытываемого транспортного средства 7 находятся тахометр 1 (мод. T100), регистрирующий частоту вращения коленчатого вала двигателя и/или скорость АТС, и соединенный с ним модем/передатчик. Поступающие в передатчик данные транслируются на находящийся рядом с трассой радиомодем/приемник. (Для упрощения приемник и передатчик изображены на схеме в виде квадрата 6.)

Тахометр крепится на приборной доске в кабине, на его дисплей выводятся текущие значения частоты вращения коленчатого вала двигателя и скорости АТС. В нем предусмотрен дополнительный аналоговый вход для измерения медленно меняющихся параметров (сигналов постоянного тока), например, сигнала с датчика, регистрирующего положение рычага акселератора.

Из приемника данные в цифровой форме передаются в анализатор 5, который размещается вблизи пары (11 и 12) микрофонов, расположенных по обеим сторонам трассы.

Скорость транспортного средства измеряется радаром, по эффекту Доплера. Сигнал на его выходе представляет собой последовательность импульсов с частотой, пропорциональной скорости.

Фотоэлектрические детекторы "Старт" и "Стоп" (10 и 16) и отражатели 9 расположены в начале и в конце участка испытаний и служат для запуска/останова анализатора в момент пересечения транспортным средством границ участка. Для этого

логические выходы фотодетекторов соединяются с портами анализатора.

Анализатор по одному или двум каналам через равные промежутки времени записывает в свою память последовательности спектров n или V (до 300 спектров/с) либо автоматически, либо через задаваемые пользователем интервалы частоты или скорости. Кроме того, он интегрирует в реальном времени скорость транспортного средства и определяет величину перемещения последнего на испытательном участке. Значения частот вращения коленчатого вала двигателя, скорости и положения транспортного средства запоминаются вместе с каждым спектром.

Для управления анализатором и обработки результатов измерений используется программное обеспечение, установленное на персональном компьютере 19, соединенном с анализатором.

В связи с тем, что в Правила ЕЭК ООН введены требования к измерению параметров окружающей среды (скорость ветра, барометрическое давление, температура окружающего воздуха, температура поверхности испытательной площадки, влажность), система дооснащена прибором "Тесто 400" (18), позволяющим контролировать все вышеперечисленные характеристики и тоже связанным с персональным компьютером.

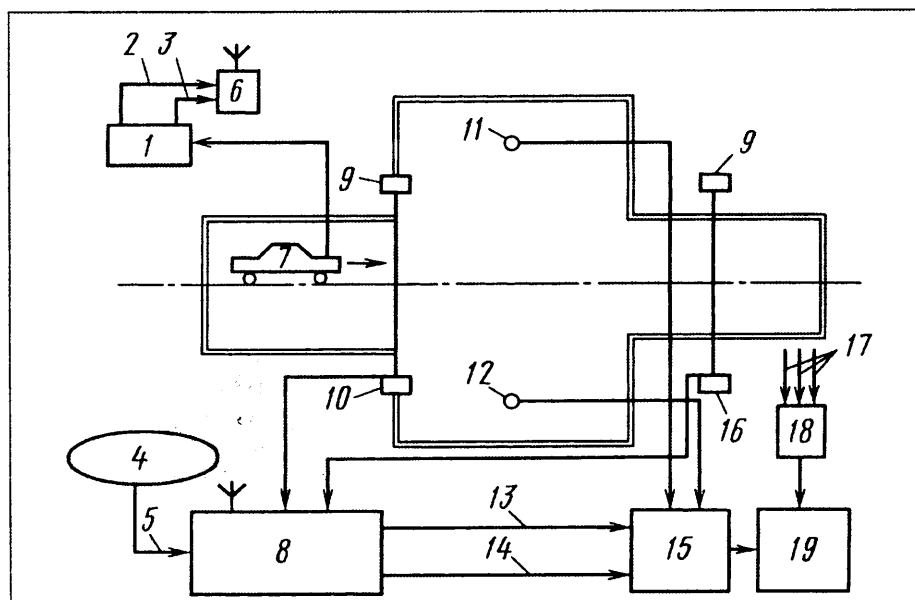
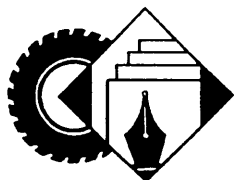


Схема системы измерения внешнего шума АТС:

1 — тахометр T100; 2 — сигнал положения акселератора; 3 — сигнал частоты вращения коленчатого вала двигателя; 4 — радар; 5 — сигнал скорости движения АТС; 6 — приемопередатчик; 7 — АТС; 8 — блок приема, управления и питания; 9 — отражатели; 10 — фотодетектор "Старт"; 11 и 12 — микрофоны № 1 и № 2; 13 — сигнал "Стоп/старт"; 14 — сигналы частоты вращения коленчатого вала и скорости движения АТС; 15 — анализатор; 16 — фотодетектор "Стоп"; 17 — сигналы наружных температуры, влажности воздуха, скорости ветра; 18 — измеритель этих сигналов; 19 — компьютер



УДК 629.1.014

Автомобиль ГАЗ-3111.

ДОВОДКА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ДО НОРМ ПРАВИЛ № 12 (03) ЕЭК ООН

В. К. АФАНАСОВ

ГАЗ

Чтобы выполнить требования Правил № 12 (03) ЕЭК ООН в отношении рулевого управления нового автомобиля ГАЗ-3111, специалисты ГАЗа провели специальные исследования, в ходе которых было установлено, что наиболее простое и надежное механическое устройство снижения последствий удара водителя о систему рулевого управления при ДТП — травмобезопасное рулевое колесо. Данное решение и было принято в качестве основного. При этом к конструкции рулевого колеса

предъявлялись три главных требования. Во-первых, чтобы обеспечить надежную защиту головы водителя, каркас колеса должен быть "мягким", т. е. достаточно податливым. Во-вторых, само колесо — быть достаточно энергоемким, т. е. способным поглощать максимальную часть кинетической энергии туловища водителя, но в то же время сила воздействия на него не должна превышать определенной величины. В-третьих, колесо должно быть достаточно прочным и жестким, т. е. способным воспринимать, не деформируясь, эксплуатационные нагрузки.

В соответствии с названными требованиями первый вариант рулевого колеса был выполнен с деформируемым каркасом, состоящим из пластинчатых спиц, обода квадратного сечения и встроенного в центральную часть демпфер-сильфона, способных, как предполагалось, полностью рассеять энергию удара туловища о руль.

Кроме того, прикилочные расчеты показывали, что демпфер-сильфон, деформируемый осевой статической нагрузкой 2,5–3 кН (255–305 кгс), должен ограничить замедление головы водителя при ударе его в центр колеса с перегрузкой до 80 g. По данной схеме были выполнены три варианта колеса — с толщиной спиц 3, 3,5 и 4 мм. Испытания проводились в НИЦИАМТе.

Результаты испытаний колеса с толщиной спиц 4 мм приведены на рис. 1. Как из него видно, максимально жесткое и прочное рулевое колесо при ударе головой нормам безопасности удовлетворяет. Данные

свидетельствовали о другом: при ударе туловищем манекена энергоемкость колеса недостаточна — сила воздействия на манекен массой 36 кг составляет (кривая 1 на рис. 2) 12,5–13 кН (1270–1325 кгс) вместо допустимых 11,11 кН (1132,5 кгс).

Ресурсы повышения энергоемкости рулевого колеса при наложении на него компоновочных ограничений по высоте были исчерпаны. Поэтому решать задачу увеличения податливости системы рулевого управления пришлось за счет внесения конструктивных изменений в детали рулевой колонки, не меняя систему рулевого управления, которая состоит из реечного рулевого механизма 1 со встроенным гидроусилителем, регулируемой по длине и углу наклона рулевой колонки, телескопического двухшарнирного карданного вала, соединяющего вал рулевой колонки с входным валом рулевого механизма, и, как было сказано выше, травмобезопасного рулевого колеса.

Процессы, происходящие во время удара манекена о систему рулевого управления с первым вариантом

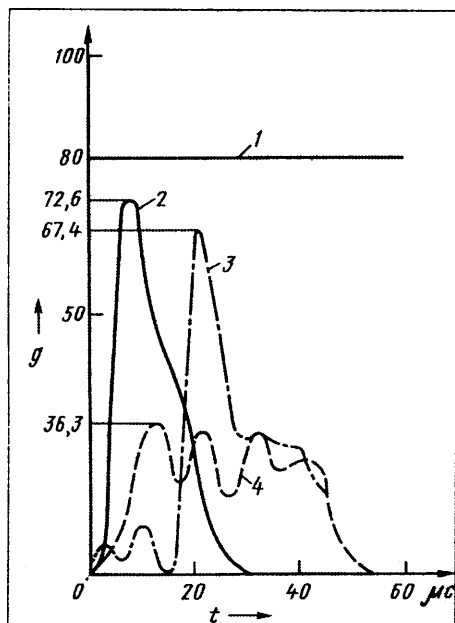


Рис. 1. Изменение перегрузок (замедлений), действующих на голову манекена, по времени:

1 — норма Правил № 12 (03) ЕЭК ООН; 2 — при ударе в центр рулевого колеса; 3 — при ударе в точку соединения спицы колеса с его ободом; 4 — при ударе в основание спицы

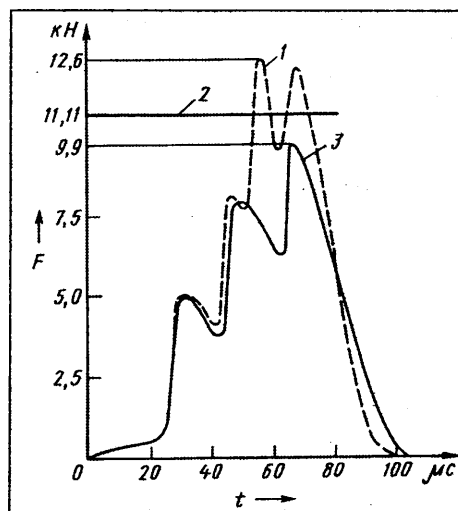


Рис. 2. Изменение сил, действующих на туловище манекена, по времени:

1 — в случае недоработанной рулевой колонки; 2 — норма Правил № 12 (03) ЕЭК ООН; 3 — в случае доработанной рулевой колонки

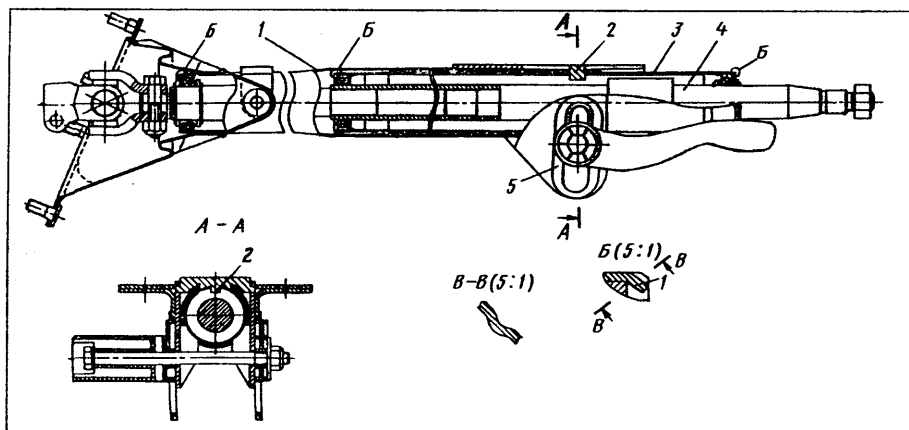


Рис. 3. Рулевая колонка:

1 — переходный конус нижней наружной трубы; 2 — направляющий выступ-фиксатор; 3 — верхняя внутренняя труба; 4 — верхняя часть вала; 5 — кронштейн

конструкции рулевой колонки, с которым проходили рассмотренные выше испытания рулевого колеса, можно представить в следующем виде.

При ударе манекена о руль верхняя внутренняя труба начинает перемещаться внутри наружной относительно кронштейна крепления рулевой колонки с механизмом фиксации, расположенного на панели приборов (рис. 3). Усилие, действующее на манекен, сначала небольшое. Но, когда верхний торец паза верхней трубы упрется в направляющий выступ фиксатора, нижняя часть обода рулевого колеса сминается (см. рис. 2, первый пик кривой 1). Затем — разворот обода в плоскость туловища с деформацией спиц и демпферасильфона (второй пик). При даль-

нейшем воздействии манекена на элементы рулевого управления деформированное рулевое колесо уже не может демпфировать удар. Усилия, действующие в системе "манекен—рулевая колонка", возрастают. Внутренняя верхняя труба обламывает выступ фиксатора (третий пик) и продолжает входить внутрь наружной трубы, пока ее не заклинит в переходном конусе ступенчатой нижней наружной трубы (четвертый пик). При этом последние два пика превышают 30 г и колеблются, в зависимости от расположения спиц относительно манекена во время удара, в пределах 33—37 г.

В связи с этим, во-первых, на переходном конусе нижней наружной трубы ввели два диаметрально про-

тивоположных пазы, что позволило уменьшить усилие входа верхней трубы в конус; во-вторых, изменили геометрические параметры фиксатора, что уменьшило усилия среза его направляющего выступа. Итог доработок показывает кривая 2 на рис. 2. Из него видно, что изменение конструкции рулевой колонки устранило пик, обусловленный заклиниванием внутренней трубы внутри переходного конуса, а величины усилий, соответствующие оставшимся пикам, стали ниже предельно допустимых 11,11 кН (1132,5 кгс).

В процессе полигонных испытаний была выявлена необходимость и еще одной доработки — конструкции кронштейна крепления рулевой колонки на щите передка. Дело в том, что первым вариантом этого кронштейна был кронштейн с окнами. Его жесткость оказалась недостаточной, что приводило к увеличению угла между осью рулевой колонки и горизонтальной плоскостью и, следовательно, к уменьшению составляющей силы, действующей вдоль оси рулевой колонки. А это, в свою очередь, ухудшало процесс демпфирования, значительно увеличивало величины перегрузок.

Что касается выполнения требований по ограничению перемещений рулевой колонки назад и вверх, то, как показали испытания на столкновения с барьером, величины этих перемещений, благодаря наличию в конструкции телескопического карданного вала, не превышают 30 мм, что вполне приемлемо.

Вниманию авторов журнала "АП"!

Направляя свои материалы в редакцию, не забывайте прикладывать к рукописи листок "Сведения об авторах", в котором должны быть указаны:

- ✍ Фамилия, имя, отчество (полностью)
- ✍ Ученое звание
- ✍ Место работы
- ✍ Номера телефонов, факса
- ✍ Домашний почтовый адрес
- ✍ Дата рождения (день, месяц, год)
- ✍ Серия, номер, место и дата выдачи паспорта.

А также идентификационный номер налогоплательщика (ИНН), который следует получить в государственной налоговой инспекции по месту жительства.

САМООБУЧАЮЩАЯСЯ АБС

Канд. техн. наук А. М. АХМЕТШИН

МГИУ

Главное при создании АБС, как и любой другой управляемой системы, — найти оптимальный, т. е. наиболее эффективный закон управления. Таких законов, в принципе, может быть много. Но, думается, наиболее целесообразный — обеспечивающий самообучение АБС.

Функциональная математическая модель объекта "колесо—дорога" (рис. 1) представляет собой следующую систему уравнений:

$$I_{\Sigma}(t; v) \frac{d\omega}{dt} = G_K(t; v) \varphi_K r_K - K_T p;$$

$$\frac{G_K(t; v)}{g} \cdot \frac{d\dot{x}}{dt} = -G_K(t; v) \varphi_K;$$

$$\varphi_K = \varphi[S; \delta; \varphi_{K \max}(t; v)];$$

$$S = \frac{\dot{x} - \omega r_K}{\dot{x}};$$

$$\delta = \delta[P_y(t; v); K_{\delta}].$$

В ней $I_{\Sigma}(t; v)$, $G_K(t; v)$, $\varphi_{K \max}(t; v)$, $P_y(t; v)$ — функции времени, зависящие от случайной величины v , для которой плотность вероятности неизвестна; p — входное воздействие (давление в тормозном приводе); S — отклик, или параметр выхода (относительное скольжение колеса); δ — боковой увод колеса; K_{δ} — коэффициент сопротивления боковому уводу.

Данная система должна решаться с учетом цели управления, т. е. при условии, что I и $\Delta Q_{\text{ресс}}$ (энергетические затраты) должны стремиться к минимуму, т. е. быть наименьшими из достижимых.

Анализ показывает: если стохастически меняющиеся параметры I_{Σ} , G_K , $\varphi_{K \max}$ и P_y "заморозить", то сис-

тема позволяет получить входное воздействие (p), при котором $I = 0$:

$$p_{\text{опт}} = \frac{1}{K_T} G_K \varphi_{K \text{ опт}} r_K \left[1 + \frac{I_{\Sigma} g}{G_K r_K^2} (1 - S_{\text{опт}}) \right].$$

Как видим, во-первых, одному и тому же значению $p_{\text{опт}}$ могут соответствовать разные сочетания I_{Σ} , G_K , $\varphi_{K \text{ опт}}$, $S_{\text{опт}}$.

Во-вторых, правая часть уравнения неустойчива по Ляпунову. Поэтому приходится строить квазиоптимальное управление, поддерживая значения $p = p_{\text{опт}} \pm \varepsilon p$, т. е. организовав управляемые автоколебания около $p_{\text{опт}}$.

Таковы общие соображения.

Однако для практики конструирования не менее важны и некоторые частные вопросы: как определить значения $p_{\text{опт}}$ для различных условий работы колеса? Как организовать управляемые автоколебания около $p_{\text{опт}}$?

Известный подход к их решению — управление в классе адаптивных систем, стратегия которого представляет собой многошаговую процедуру последовательного решения задач идентификации и собственно управления. Но более эффективно они решаются, если многошаговый поиск будет сопровождаться самообучением АБС. Как именно — рассмотрим на примере рис. 2.

Процесс обучения основывается на двух идеях: первая — алгоритмизация распознавания динамических образов; вторая — изменение состояния системы на основе показа результатов распознавания образов, (В нашем случае динамические образы — это сочетания I_{Σ} , G_K , $\varphi_{K \text{ опт}}$, $S_{\text{опт}}$.)

Стратегию обучения "ученика" составляет рекуррентная процедура вида:

$$p^{K+1} = p^K + \delta^K \mu \nabla_p f(B^K; p^K)$$

(здесь p — давление сжатого воздуха в пневматическом приводе; $\delta^K = 1$, если $0 < S \leq S_{\text{опт}}$, и $\delta^K = -1$, если $S_{\text{опт}} < S \leq 1$; $0 \leq \mu \leq 1$ — коэффициент "поощрения" и "наказания"; $\nabla_p f(B^K; p^K)$ — градиент функции состояния системы). Причем характерной особенностью данной стратегии является то, что вектор B состояния колеса и давление p в приводе меняются одновременно и согласованно. Это повышает эффективность торможения и снижает расход сжатого воздуха на управление.

Градиент функции состояния рассчитывается по формуле:

$$\nabla_p f(B^K; p^K) = \left(\frac{dB}{dp} \right)^K \left(\frac{dp_{\text{опт}}}{dt} \right)^K.$$

Первый ее сомножитель $\left(\frac{dB}{dp} \right)$ характеризует возможные движения объекта управления при дозированном изменении давления в приводе, т. е. динамические образы колеса. Причем возможное движение колеса от момента выхода в множество $S(t) > S_{\text{опт}}$ до момента возврата в множество $S(t) \leq S_{\text{опт}}$ в виде конкретного динамического образа определяется вполне конкретным значением времени $t_{Д_i}$. Иными словами,

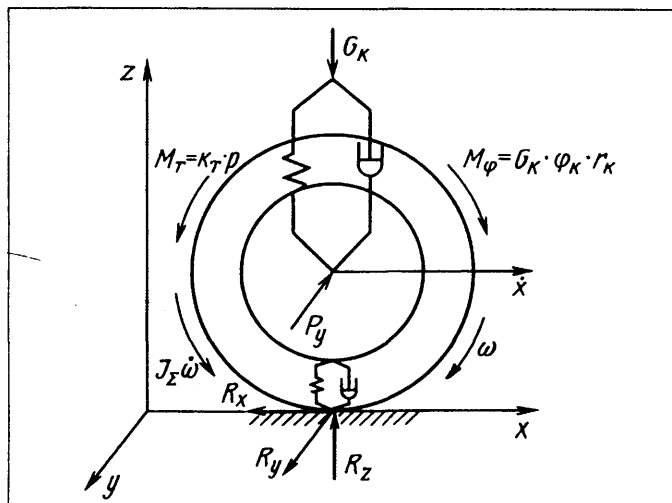


Рис. 1. Схема модели колеса с учетом воздействия боковой силы

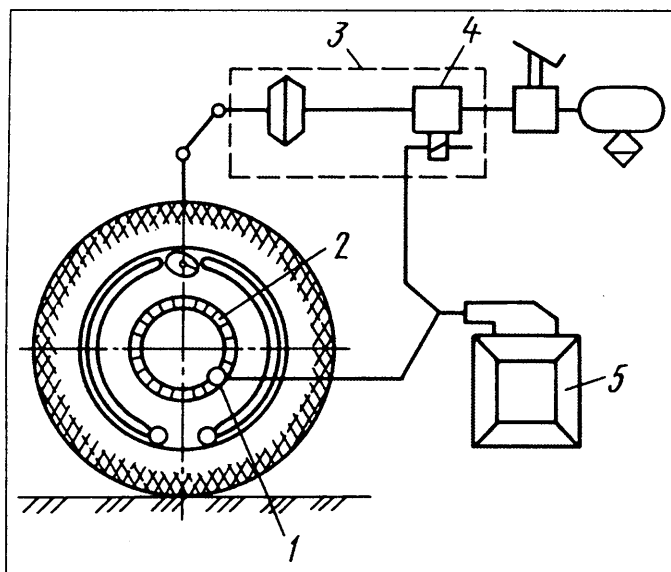


Рис. 2. Функциональная схема контура управления одним колесом:

1 — датчик угловой скорости колеса; 2 — ротор датчика; 3 — "ученик"; 4 — модулятор давления воздуха в тормозных камерах; 5 — электронный блок управления ("учитель" — устройство распознавания динамических образов объекта, поощрения и наказания "ученика")

конкретному динамическому образу D_i соответствует конкретное значение времени t_{D_i} . (Это вытекает из фундаментального понятия "состояние", где пространство состояний и оператор времени взаимосвязаны.)

Данная формула позволяет связать функционально t_{D_i} с величиной $\frac{dp_{\text{опт}}}{dt}$, т. е. обеспечивает возможность ставить в соответствие каждому динамическому образу D_i значение $p_{\text{опт}}$, которое является оптимальным решением системы для данного сочетания переменных параметров. В том числе при стохастическом их изменении, т. е.

$$\nabla_p f(B^k; p^k) = t_{D_i} \left(\frac{dp_{\text{опт}}}{dt} \right)^k.$$

Принципиальная схема контура АБС колеса, реализующего самообучающуюся стратегию управления, приведена на рис. 3, а рис. 4 иллюстрирует работу этого контура.

На основе таких контуров и создана АБС, устанавливаемая на грузовых автомобилях ЗИЛ. В ней все возможные состояния стохастически меняющихся параметров $[I_z(t; v), G_k(t; v), \varphi_{x \max}(t; v), p_y(t; v)]$ разделены на пять ($D_1 - D_5$) динамических образов, которые для конкретности привязаны к определенным видам дорожного покрытия (диапазоном $\varphi_{x \max}$):

$$D_1 \Rightarrow \varphi_{x \max} \geq 0,7; D_2 \Rightarrow 0,6 \leq \varphi_{x \max} < 0,7;$$

$$D_3 \Rightarrow 0,5 \leq \varphi_{x \max} < 0,6; D_4 \Rightarrow 0,3 \leq \varphi_{x \max} < 0,5;$$

$$D_5 \Rightarrow 0,1 \leq \varphi_{x \max} < 0,3.$$

Динамические образы распознаются в результате взаимодействия электронного блока ("учителя") и объекта управления. "Учитель" задает вопросы (пороговые

значения сигналов угловой скорости и производной от угловой скорости); объект, отвечая на них, показывает, каков его динамический образ. По этим показаниям "учитель" формирует $\delta^k = +1$ или $\delta^k = -1$, а также значения времени t_{D_i} и передает их "ученику" для обучения в указанном выше смысле. Причем для каждого динамического образа предусмотрен свой алгоритм формирования t_{D_i} :

$$t_{D_1} \leq \tau_{\text{всп}}; t_{D_2} = \tau_{\text{всп}} + \tau_{\text{осн}};$$

$$t_{D_3} = \tau_{\text{всп}} + \tau_{\text{осн}} + \tau_{\text{доп}} - \Delta t_{D_3};$$

$$t_{D_4} = \tau_{\text{всп}} + \tau_{\text{осн}} + \tau_{\text{доп}};$$

$$t_{D_5} = \tau_{\text{всп}} + \tau_{\text{осн}} + \tau_{\text{доп}} + \Delta t_{D_5}.$$

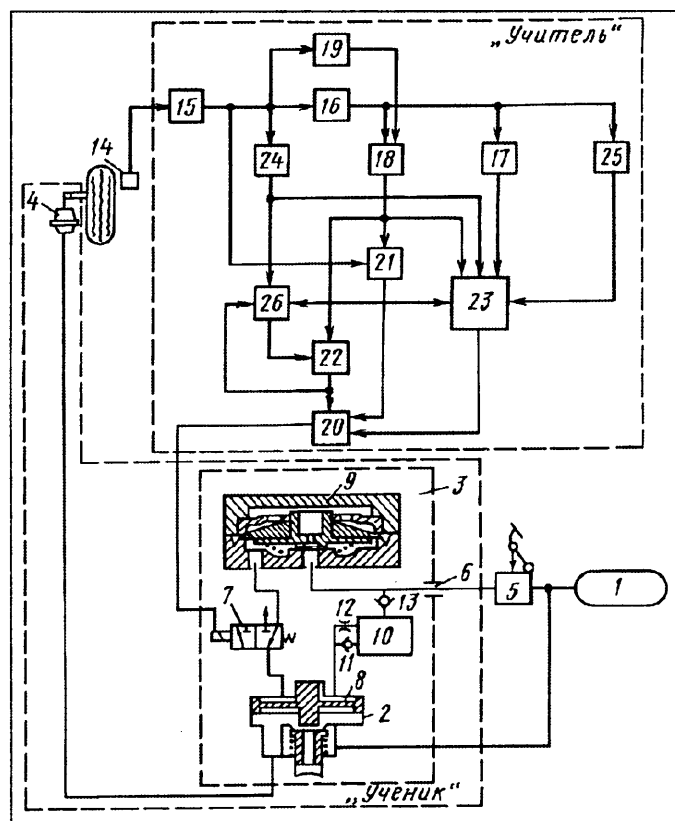


Рис. 3. Схема самообучающегося контура АБС:

1 — источник сжатого воздуха; 2 — ускорительный клапан; 3 — модулятор давления; 4 — тормозная камера; 5 — тормозной кран; 6 — пневматический вход модулятора; 7 — электромагнитный клапан; 8 — управляющая полость; 9 — клапан ограничения темпа повышения давления; 10 — емкость пневмопамяти; 11 и 13 — обратные клапаны; 12 — дроссельное отверстие; 14 — датчик угловой скорости колеса; 15 — преобразователь "частота—напряжение"; 16 — дифференциатор; 17 — компаратор ускорения; 18 — компаратор замедления; 19 — блок коррекции уставки компаратора замедления; 20 — коммутирующий элемент; 21 — блок формирования основного управляющего сигнала на расторможивание; 22 — блок формирования вспомогательного управляющего сигнала; 23 — блок формирования дополнительного управляющего сигнала; 24 — блок распознавания низких коэффициентов сцепления; 25 — блок распознавания высоких коэффициентов сцепления; 26 — блок коррекции вспомогательного управляющего сигнала

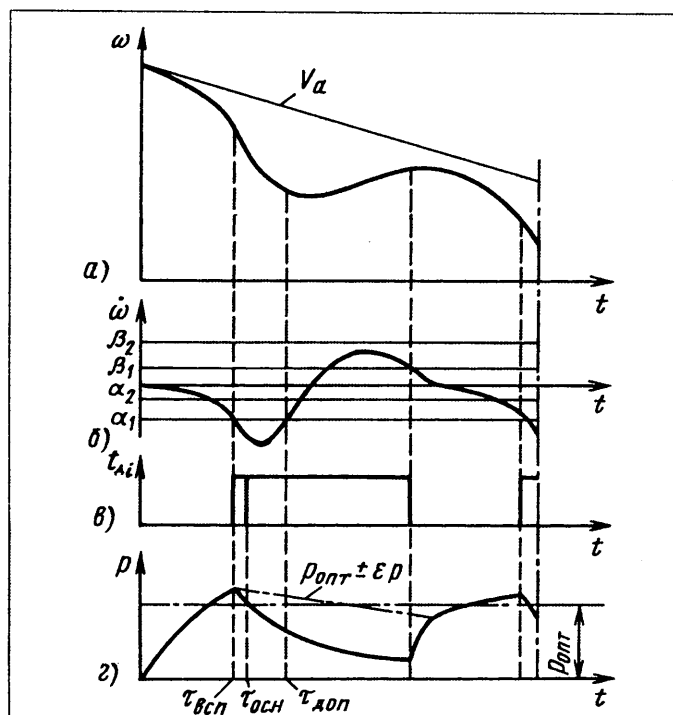


Рис. 4. Работа контура управления:

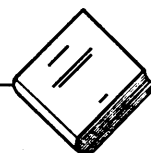
а и б — изменение параметров объекта управления; в — распознавание динамического образа электронным блоком ("учителем"); г — обучение пневматического привода ("ученика")

(Здесь $\tau_{всп}$, $\tau_{осн}$, $\tau_{доп}$ — это время работы соответственно блоков формирования вспомогательного, основного и дополнительного сигналов. Значения $\Delta\tau_{p3}$ и $\Delta\tau_{d5}$ определяются блоками 25 и 26 (см. рис. 3) соответственно. Причем воздействием сигнала блока 26 на величину $\tau_{всп}$ реализуется поощрение или наказание "ученика").

Данная система, как показали результаты испытаний, способна обеспечить необходимые эффективность торможения и расход воздуха, несмотря на скромные вычислительные возможности и быстродействие ее элементов, созданных на базе серийных узлов и выпускаемых по давно освоенным (пусть и не самым современным) технологиям. Например, модулятор давления разработан на основе обычного ускорительного клапана и серийно выпускается на Рославльском заводе тормозной аппаратуры. Электронный блок и колесные датчики изготавливает калужская "Автоэлектроника" на отечественной элементной базе и универсальном оборудовании.

Примечательно, что элементы данной системы не только дешевы, но универсальны и многофункциональны: их можно использовать как на автомобилях ЗИЛ, так и на других автомобилях с пневматической тормозной системой, прицепах и полуприцепах; с их помощью можно реализовать в системе и противобуксовочную функцию.

Вышли из печати



Гируцкий О. И., Есеновский-Лашков Ю. К., Поляк Д. Г. **Электронные системы управления агрегатами автомобиля.** — М.: Транспорт, 2000. — 214 с.: илл.

Электронные приборы и системы все более властно вторгаются в конструкцию автомобиля и придают ему новые, немыслимые еще пару десятков лет тому назад свойства и качества. Например, системы впрыскивания топлива и зажигания практически сняли проблему надежности пуска холодного ДВС, способны обеспечивать оптимальный процесс сгорания на каждом рабочем такте, сводя к минимуму экологически вредные выбросы в атмосферу; антиблокировочные системы тормозов делают безопасным торможение при любом состоянии дорожного покрытия; системы управления трансмиссией освобождают водителя от затрат энергии при переключении передач и т. д. Вместе с тем электронные системы управления — сравнительно новые, поэтому значительная часть тех, кто сталкивается с ними в своей повседневной практике, встречаются с

определенными трудностями. Отсюда неизбежная двойственность в восприятии таких устройств и систем. С одной стороны, автоматика, пока она исправна, рассматривается как безусловно полезная. С другой же, любая неполадка в ней воспринимается, особенно эксплуатационниками, как своего рода дорожная трагедия. Более того, случись, скажем, что-либо ненормальное в работе того же двигателя, абсолютное большинство водителей сделают вывод: виновата электроника.

Выход из создавшегося противоречия один: нужно повышать уровень знаний, добиваться того, чтобы каждый специалист разбирался в оснащенной электроникой автомобильной технике не хуже, чем в технике без электроники. Причем главную роль в этом должно, по вполне понятным причинам, играть самообразование. И здесь, на наш взгляд, немалое значение будет иметь рецензируемая книга. И вот почему.

Во-первых, ее авторы — специалисты высочайшего уровня, прекрасно знающие (и сами участвовавшие в

разработке) теорию автоматизированного управления автомобильными системами, основанного на электронных устройствах. Во-вторых, у них имеется большой и довольно удачный опыт реализации положений теории "в металле". В-третьих, все они занимаются педагогической деятельностью, т. е. владеют теорией и практикой обучения, что позволило им в сравнительно небольшой по объему книге дать такую информацию, которая удовлетворит и инженерно-технических работников отрасли, и сотрудников научно-исследовательских организаций, и преподавателей, и студентов вузов, и специалистов рабочих профессий.

Книга состоит из шести глав, которые, с логической точки зрения, образуют две части — общую и специальную, конкретизирующую общие положения.

Так, общая часть включает две главы — "Общие принципы работы электронных систем" и "Типовые функциональные узлы электронных систем". В первой из них рассматриваются условия работы электронной аппаратуры, ее командные и исполнительные устройства и процессы функционирования электронных систем, во второй — устройства, с помощью которых обеспечиваются эти процессы (стабилизаторы напряжения, частотно-аналоговые преобразователи, преобразователи типа "частота—цифровой код" на основе программируемых устройств, регуляторы силы тока, устройства защиты электроники от аварийных режимов). Главы построены таким образом и изложены в такой терминологии, что снимают "завесу таинственности" с электроники: для освоения содержащейся в них информации достаточно тех знаний, которые получены из курса физики в средней школе. Причем эта информация подается с учетом облегчения восприятия материала четырех последующих глав (специальная часть). Другими словами, так, чтобы в каждой конкретной системе (глава третья — "Системы автоматического управления сцеплением", четвертая — "Электронные системы управления гидромеханическими передачами", пятая — "Системы управления механическими трансмиссиями" и шестая — "Антиблокировочные тормозные системы") читатель сразу находил то, что им уже изучено в предыдущих главах, и, следовательно, мог сосредоточить свое внимание на особенностях устройства и работы интересующих его систем.

Что касается конкретного содержания всех глав, то здесь тоже найдены очень удачные методические приемы. Во-первых, весь материал базируется, как правило, на отечественных разработках, в которых непосредственно участвовали авторы и за которые им в 1998 г. была присуждена Государственная премия Российской Федерации. Во-вторых, материалы излагают-

ся кратко и доходчиво, с упором на физическую сторону процессов, т. е. путем следования принципу "словам тесно, мыслям просторно".

Чтобы убедиться в сказанном, достаточно обратиться, например, к главе четвертой, посвященной автоматическим сцеплениям.

Начинается глава с рассмотрения системы "водитель—автомобиль с неавтоматическим сцеплением", т. е. системы, хорошо известной даже автомобилисту-новичку. По прочтении данной части текста читатель неизбежно приходит к выводу: "автоматическая система должна копировать действия опытного водителя". Затем авторы рассматривают наиболее типичные системы управления, используемые на автомобилях зарубежного производства. И выясняется (причем в этом убеждается сам читатель), что большинство зарубежных автоматов задачу решают лишь частично, а переход к созданному в НАМИ ЭПС воспринимается как логическое продолжение движения от теории к практике. Поэтому дальнейшее описание законов функционирования ЭПС, его конструкции и особенностей эксплуатации воспринимается легко и естественно.

В завершающем параграфе главы приводятся данные о микропроцессорных системах управления сцеплением, которые в последние годы разрабатывают некоторые зарубежные фирмы. Это, прежде всего, информация о функциональных возможностях таких систем, позволяющая читателю самостоятельно судить о перспективах развития автоматических сцеплений.

Принцип построения последних трех глав книги тот же.

Если оценивать в целом, то рецензируемая книга — удачное и своевременное дополнение к тому небольшому набору публикаций по данной проблеме, который известен к настоящему времени. Учитывая быстрое развитие и широкое применение электроники на автомобилях различных классов и типов, было бы целесообразным уже сейчас предусмотреть переиздание книги как минимум в качестве учебного пособия для студентов автомобильных вузов, дополнив главами, посвященными электронным системам управления двигателем, подвеской, рулевым приводом, а также предотвращению столкновений. И, естественно, информацией по новейшим электронным системам управления. Но уже то, что опубликовано, т. е. рассматриваемая книга, позволяет повысить профессиональный уровень специалистов, избежать ряда существенных ошибок при проектировании, испытаниях, изготовлении и эксплуатации различных систем управления.

*Канд. техн. наук Ю. А. Купеев,
д-р техн. наук В. Е. Юмт*



УДК 681.618.53

Станок HSC для высокоскоростного прецизионного фрезерования штампов

Штампы и пресс-формы — изделия, без которых невозможна работа машиностроительных производств. Особенно таких массовых, как автомобилестроение. Однако изготовление этих изделий — дело весьма и весьма трудоемкое. Ведь в случае обычной технологии приходится выполнять множество операций: изготавливать и подбирать электроды, эродировать профиль штампа, термически его обрабатывать, доводить и полировать вручную. Правда, в последние годы на мировом рынке появилось достаточно много фрезерных станков для высокоскоростной обработки штампов и пресс-форм. Но, к сожалению, эти станки способны обрабатывать лишь графит, медь или алюминий, а не закаленную до 62 HRC и более сталь, что нужно, скажем, в случае штампов для деталей обшивки автомобилей. Задачу удалось решить немецкой фирме "Микромат". Она разработала станок мод. 8V HSC, предназначенный именно для высокоскоростной обработки закаленной стали, высокопрочного чугуна и титановых сплавов, и уже выпускает и поставляет его во многие страны, в том числе в Россию. Например, такие станки работают в ОАО "Казанское моторостроительное производственное объединение", ОАО "Ижмаш".

Станок 8V HSC (рис. 1) — это обрабатывающий центр. Его основу составляет модульная станина, которая обеспечивает как координатное шлифование, так и фрезерование. Ребра жесткости станины, возможность ее сдвигания и сочетания с направляющими фирмы "Шнеебергер" позволяют обрабатывать штампы при очень высоких ускорениях и частотах вращения силовых электромоторов шпинделей ($12-40$ тыс. мин⁻¹). Опыт свидетельствует, что при обра-

ботке твердосплавных материалов или закаленной стали на частоте 24 тыс. мин⁻¹ и мощности двигателя 24 кВт достигаемый уровень готовности штампов составляет 80 %.

Процесс изготовления штампов с помощью станка 8V HSC рассмотрим на двух примерах — "катод-лопатке" (рис. 2), предназначенной для лопаток турбины авиационного двигателя, и штампе скамьи сиденья водителя автомобиля (рис. 3).

Материал первого из штампов — закаленная сталь Cr X 20 Cr 13 (1/4021), ее твердость — 750 Н/мм²; материал второго — холоднообрабатываемая инструментальная сталь Cr Mn MoS 8.6, твердость — 1100 Н/мм². Технологический метод в обоих случаях — фрезерование с ЧПУ (свободная форма) в трехмерном режиме. Причем в первом случае это черновая обработка и строчное чистовое фрезерование слоев, во втором — точечная обработка, фрезерование высоких линий и поверхностей.

Технологические данные: в первом случае фреза — сферическая твердосплавная; система САПР "GIVcam" для оптимальной стратегии фрезерования в сочетании с мощным PC; заготовка устанавливается на стол с 30°-м уклоном детали; во втором случае фреза — сферическая пальцевая из закаленного металла, при черновой обработке контур изготавливается фрезерованием высоких линий с применением СОЖ, а при чистовой выполняется обвод контура с шагом 0,075 мм без применения СОЖ; во втором случае обработка ведется без применения СОЖ, при черновой обработке идет фрезерование высоких линий, а при чистовой контур обводится с маятниковым циклом.

Режимы и результаты обработки штампов приведены в таблице.

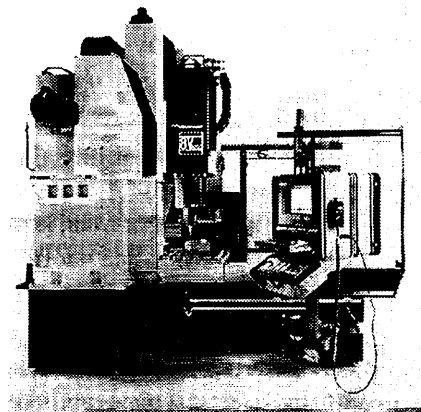


Рис. 1

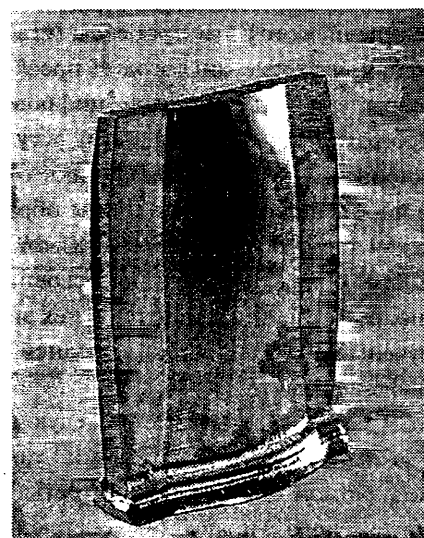


Рис. 2

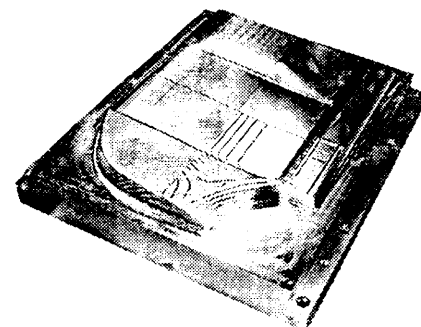


Рис. 3

пе "Эксидж", в отличие от родстера "Элайс", — это спортивный автомобиль, но приспособленный и для передвижения по дорогам общего пользования. Внешне привлекают внимание его чисто гоночное массивное заднее антикрыло и окрашенные в черный цвет литые диски. Автомобиль заднеприводный, оснащен 1,8-литровым двигателем "Ровер" мощностью 132 кВт (179 л. с.). Его разгон с места до 100 км/ч занимает 4,9 с. Кроме легкости, динамичности, многофункциональности "Эксидж" привлекателен для покупателя и более доступной, чем у предшественников, ценой.

Фирма "Даймлер-Крайслер" планирует на мощностях австрийской компании "Штайр" начать производство обновленного внедорожника "Мерседес-Бенц" G-класса, который впервые был показан на

Парижском автосалоне в сентябре 2000 г. В нем обновлены интерьер салона, панель приборов, решетка радиатора; с 2001 г. будут устанавливать бензиновые двигатели мощностью 158—218 кВт (215—296 л. с.), а также дизель мощностью 184 кВт (250 л. с.).

Японская полиция в 2000 г. провела обыски в офисах компании "Мицубиси Моторс", которая в течение трех десятилетий нарушала закон, принятый в 1969 г., скрывая от властей жалобы покупателей на дефекты в приобретенных автомобилях. Для изъятия соответствующей документации проведены рейды в четырех столичных офисах фирмы, включая ее штаб-квартиру, а также на заводе в префектуре Канагава. В результате для бесплатного устранения неисправностей было объявлено об отзыве со всего мира

свыше 800 тыс. автомобилей "Мицубиси", включая такие известные марки, как "Паджеро", "Лансер" и "Галант".

Около 32 % автомобилей, официально отзывааемых для устранения обнаруженных в них дефектов, по заключению Национального агентства безопасности дорожного движения США (NHTSA), не попадают в сервисные центры для бесплатного обслуживания. Причина: их владельцы фирмы не информируют об этих дефектах и о том, что дефекты подлежат бесплатному устранению. Чтобы исправить ситуацию, в стране начали создавать службу "АвтодефектАлерт", которая рассылает автовладельцам перечни отозванных NHTSA автомобилей. Обнаружив в таком перечне свой автомобиль, владелец может незамедлительно принять соответствующие меры.

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Дажин В. Г. — Заказ отечественного потребителя автомобильной техники . . .	1
ЛиаЗ. Реальные перспективы реального автобуса . . .	4
АСМ-факты . . .	7

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Карманов К. Н. — Российские троллейбусы. . .	8
Невдах М. А., Тихоновский В. С., Диденко А. А. — Роторно-поршневой нагнетатель-утилизатор . . .	10
Некрасов В. И. — Трехвальные соосные коробки передач. Схемы и эффективность . . .	12
Балабин И. В. — Расчет напряженного состояния диска автомобильного колеса . . .	18
Читатель предлагает	
Рыбаков А. А. — Возвращаясь к циклу Ленуара . . .	20
В НИИ, КБ и на заводах . . .	21

АВТОТЕХОБЛУЖИВАНИЕ

Грехов И. Н., Клецкин Б. Э., Волковичер Л. С., Волковичер Ю. Л., Камалутдинов И. Х. — Результаты восстановления гильз цилиндров двигателей КамАЗ центробежным литьем . . .	22
Булавиц И. А., Груздев А. Ю. — Взаимосвязь параметров преднатяга конических роликоподшипников . . .	22

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Антонов И. М., Яковлев В. Б., Антонов А. И. — Полимеры: литье с газодинамическим ударом . . .	25
Буйлов Е. А. — Свойства поверхностного слоя при деформирующем протягивании в среде металлоплакирующих смазок . . .	28
Галевко Ю. В., Иванова Т. В., Тюрин В. П. — Новое измерительное оборудование НИЦИАМТа . . .	31

ИНФОРМАЦИЯ

В Ассоциации автомобильных инженеров	
Афанасов В. К. — Автомобиль ГАЗ-3111. Доводка рулевого управления до норм Правил № 12 (03) ЕЭК ООН . . .	32
Ахметшин А. М. — Самообучающаяся АБС . . .	34
Вышли из печати	
Купеев Ю. А., Ютт В. Е. — Рецензия на статью Гируцкого О. И., Есеновского-Лашкова Ю. К., Поляка Д. Г. "Электронные системы управления агрегатами автомобиля" . . .	36
За рубежом	
Кротов Д. Г. — Станок HSC для высокоскоростного прецизионного фрезерования штампов . . .	38
Коротко о разном . . .	39

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. В. Бахмутов, Н. Н. Волосов, В. В. Герасимов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, М. А. Григорьев, Б. И. Гуров, Ю. К. Есеновский-Лашков, А. Л. Каруни, Р. В. Козырев (ответственный секретарь), Ю. А. Купеев, В. И. Пашков, С. И. Попова (ведущий редактор), А. М. Сереженкин, Н. Т. Сорокин, Г. А. Суворов, А. И. Титков, С. В. Ушаков, Н. Н. Яценко

Белорусский региональный редакционный совет:

М. С. Высоцкий (председатель), А. В. Вовк, Л. Г. Красневский (зам. председателя), П. Л. Мариев, А. П. Ракомсин, К. И. Ремишевский, И. С. Сазонов, В. Е. Чвялев

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство "Машиностроение"

Художественный редактор Т. Н. Погорелова
Корректор Л. Е. Сонюшкина

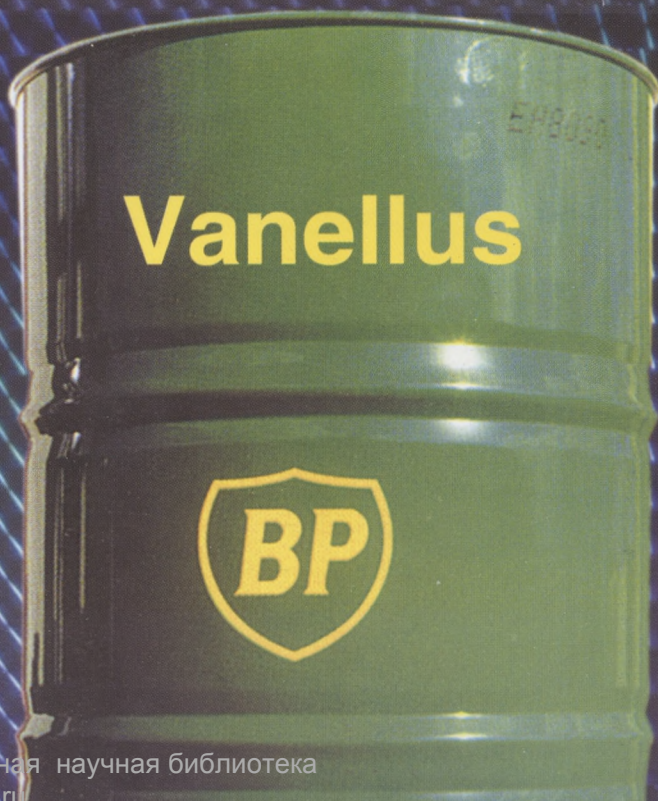
Сдано в набор 05.04.2001. Подписано в печать 24.05.2001.
Формат 60×88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 4,9. Усл. кр.-отт. 11,76. Уч.-изд. л. 6,56. Зак. 698.

Адрес редакции: 107076, Москва, Строминский пер., 4,
комн. 210 и 214
Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97
E-mail: Mash.Publ@g23.relcom.ru

Отпечатано в Подольской типографии
Чеховского полиграфического комбината Комитета РФ
по печати, 142100, г. Подольск, ул. Кирова, 25

DILS

Превосходные моторные, трансмиссионные и промышленные, минеральные, синтетические и полусинтетические масла и другие смазки для различных транспортных средств и промышленного оборудования производства компании "Бритиш Петролеум" – у ее авторизованного дистрибьютора в Москве ООО "Дильс"!



Телефон/факс (095) 954-94-99

Телефон 720-65-17

E-mail: Leopardd@mtu-net.ru

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru



Научно-исследовательский Центр
по испытаниям и доводке автотехники

ГУП НИЦИАМТ

ВЫПОЛНИТ для вас:

- ♦ исследования и оценку статической и динамической прочности автотранспортных средств, запасных частей и принадлежностей к ним;
- ♦ стендовые испытания полнокомплектных АТС, агрегатов, узлов и деталей на надежность (по критерию прочности), вибронгруженность и виброустойчивость;
- ♦ экспериментальные исследования и доводку агрегатов АТС;
- ♦ сертификационные испытания по Правилам ЕЭК ООН
№ 10 (радиопомехи),
№ 18 и 62 (противоугонные, в том числе охранные устройства соответственно для АТС и транспортных средств с мотоциклетным рулем),
№ 48 и 53 (установка устройств освещения и световой сигнализации соответственно для АТС и мотоциклов),
№ 55 (тягово-сцепные и седельно-сцепные устройства)
№ 66 (прочность верхней части конструкции при опрокидывании крупногабаритных пассажирских транспортных средств),
ГОСТ Р 50511-93 (колеса),
ГОСТ Р 50993 и РД 37.001.018 (вентиляция и отопление)

Наш адрес: Россия, 141800,
Московская обл., Дмитров-7,
НИЦИАМТ

Телефон (095) 587-29-16
Факс (095) 587-29-10

