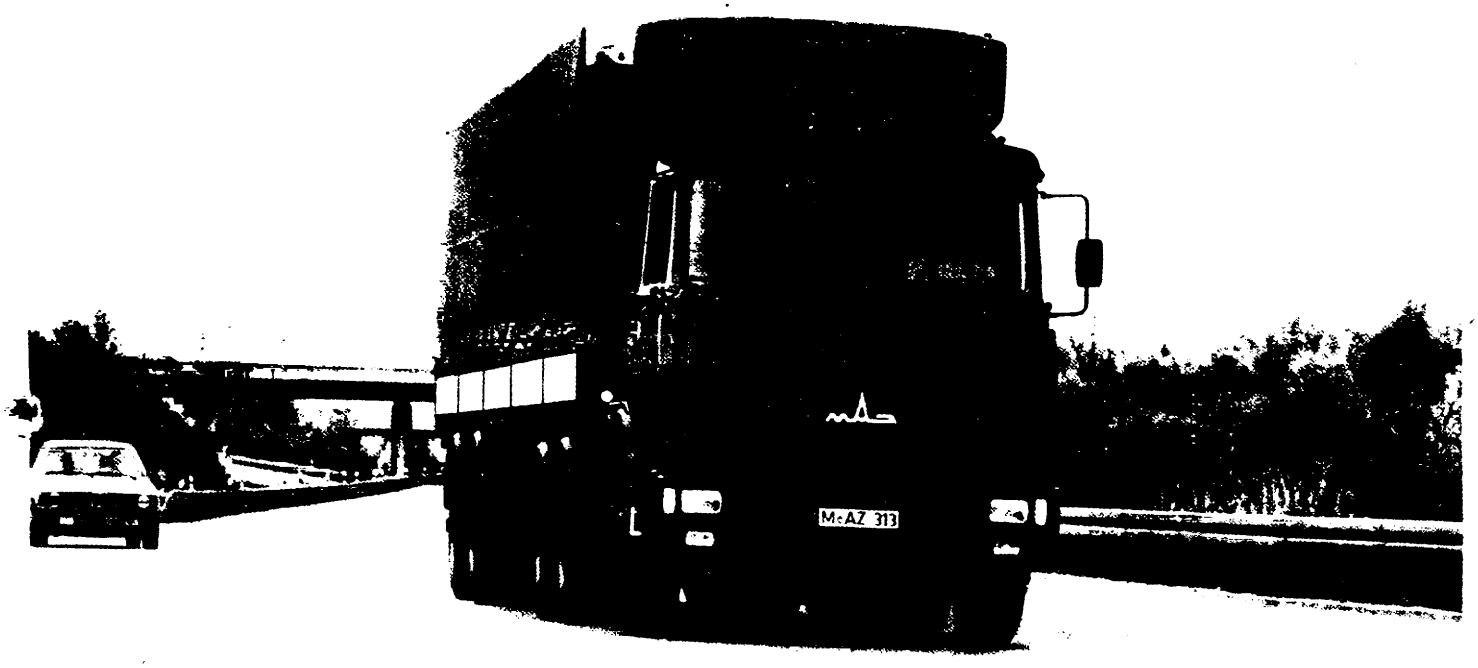
ISSN 0005-2337

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 10 • 1994

МАЗ-64226



БЕЛАВТО МАЗ

50 лет

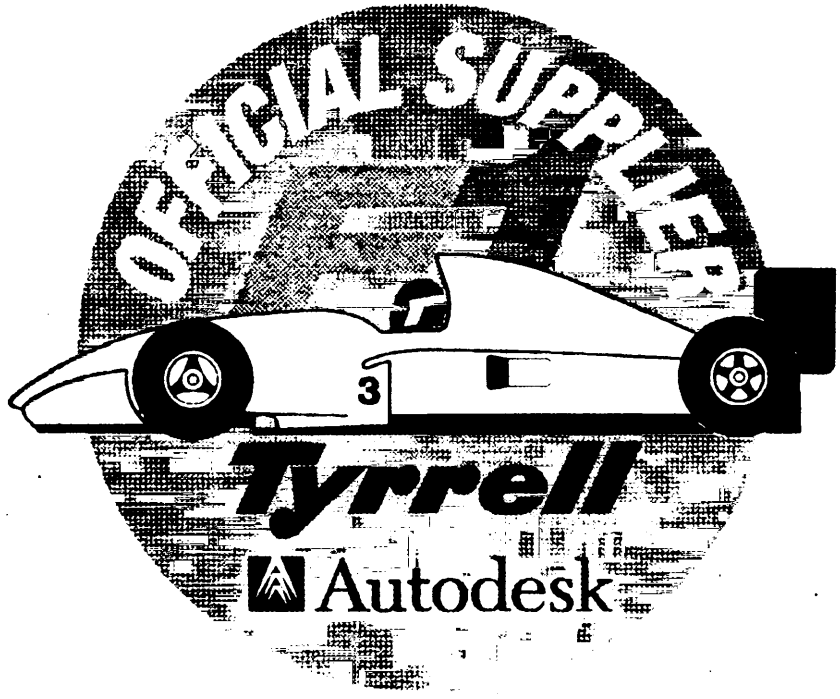
1994г.№10

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Autodesk®

Любая Ваша идея

становится реальностью!



На выставке Comtek'94 демонстрировалась гоночная машина класса "Формула-1", которая была полностью спроектирована и изготовлена с помощью программных средств компании Autodesk: **AutoCAD R12**, **AutoCAD Designer**, **AutoSurf**, **AutoVision**, **ManufacturingExpert**.

Телефон (095)261-63-63
Факс (095)267-99-27

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

Москва •Машиностроение•

УЧРЕДИТЕЛИ:
АО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ",
КОМИТЕТ ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
АО "ГАЗ"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 10 •октябрь• 1994

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113.33.658

О наболевшем и необходимом

Е.А. БАШИНДЖАГЯН

Основная проблема, без решения которой не может быть ни стабилизации экономики, ни всего остального, это увеличение производства нужных обществу товаров. С ней в нашем автомотостроении сейчас переплелась и другая: сохранить (точнее, спасти от разрушения) производственный аппарат как самой отрасли, так и имеющийся у поставщиков комплектующих и материалов, в том числе подшипников. Другими словами, проблема сохранения пока еще не распавшихся, но уже ослабленных коллективов, научной и инженерной инфраструктуры, без которых восстановление (а в последующем — и развитие) отрасли, как бы ее ни стали называть в будущем, растянется на многие годы. Годы, которых экономическая экспансия извне нам не даст.

Все это истины, не требующие доказательств и понятные каждому, кто мало-мальски знаком с автомобилестроением. Как понятно и то, что, к сожалению, в ближайшие годы восстановление, а затем и рост объемов производства будут идти не за счет инновационных усилий и других радикальных, но капиталоемких мер, необходимость которых бесспорна, а главным образом за счет возможностей самой отрасли. Появляются и надежды на то, что правительство все-таки сделает шаги, направленные не на окончательное удушение, а на возрождение и развитие промышленности, прежде всего ее основы — машиностроения. В пользу этого говорит многое: и общественный настрой; и отрезвление ведущих экономистов, постепенно становящихся на позиции здравомыслия, да и хотя бы то, что "дальше ехать некуда". Если же этого не будет, машиностроение, в том числе такая его высокотехничная отрасль, обладающая, несмотря ни на что, все еще достаточно мощным потенциалом, зачахнет вместе со всеми своими многоотраслевыми кооперантами. Какими при таком "раскладе" будут последствия для экономики страны — очевидно.

Сказанное, повторяю, не содержит ничего нового. И можно не сомневаться, что основная часть предприятий уже проанализировала свои возможности и пути восстановления прежних объемов выпуска продукции, сохранения рабочих мест в новых, исключительно неблагоприятных условиях нынешнего агрессивного "грюндерства". Причем сделала это квалифицированно. Гарантия тому — опыт и знания руководства, накопленные десятилетиями работы в сложнейших условиях, без поблажек и льгот по финансированию, материально-техническому обеспечению, уровню вознаграждения и т.п.

Ведь нельзя не признать, что заводы еще функционируют именно благодаря директорскому корпусу, действующему вопреки мрачным прогнозам корифеев-экономистов, которые третий год грозят массовой безработицей и, вероятно, не отдают себе отчета в социальных последствиях этой опасной для обнищавшего общества пропагандистской кампании.

Однако нельзя не видеть и того, что уже начались изменения в составе руководства автозаводов, далекие от позитивных и снижающие уровень его компетентности. Как и того, что в директорский корпус все больше проникает меркантильность, всячески поощряемая органами массовой информации и власть предержащими в центре. Правда, директорский корпус, если брать его в целом, пока еще вполне в состоянии поднять нагрузки, в числе которых важнейшая: восстановить трудовые навыки, утерянные коллективами за годы шатаний, взгляд на "время" как на важнейший производственно-технологический фактор.

Тем не менее даже самым опытным руководителям придется (и нужно) пересмотреть многие из привычных своих представлений. В частности, отказаться от такого: высокая серийность есть сугубо положительный организационно-производственный фактор, ибо она позволяет оснащать производство автоматизированным узкоспециализированным оборудованием, обеспечивать высокие унификацию изделий и их конструктивную долговечность. Теперь нужен другой взгляд: такое оборудование технологически консервативно, не дает возможности учитывать динамику развития конкурентов, что в условиях рынка смер-

© ISSN 0005-2337. Издательство "Машиностроение", "Автомобильная промышленность", 1994 г.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

тельно опасно. Хотя, конечно, могут иметь место исключения, вызванные конкретными условиями (например, система "АВВА-ВАЗ"). Но большинству предприятий именно самим предстоит выработать идеи и методы, изыскать ресурсы для восстановления и увеличения объемов производства, создания предпосылок освоения требуемых рынком изделий.

Направлениями приложения усилий могут быть следующие.

Во-первых, частичная модернизация изделий. Она, в принципе, требует сравнительно небольших глубины изменений и затрат. Однако характер изменений должен быть достаточным, чтобы обеспечить устойчивый сбыт изделия, и в целом экономически целесообразным.

В этом случае у производителя и поставщиков сохраняется большая часть основных фондов, сокращаются сроки и объемы подготовки производства, остается клиентура, привыкшая к изделию, и т.п. Но модернизация требует высокой квалификации в первую очередь дизайнеров, ибо, если ограничиться только улучшением технических характеристик при малоощутимых изменениях дизайна и декора, то в итоге можно получить новое обозначение машины и "вздернутую" цену на нее, но тем самым потенциальных клиентов превратить в центры антирекламы. (Кстати, сигналом к переходу на модернизированное изделие могут служить только выявившиеся дефекты и статистика рынка, что общеизвестно.)

Во-вторых, коренная модернизация изделий (по существу, их обновление). Здесь используются технологические возможности производителя и поставщиков-кооперантов, но, как правило, требуется значительное дооснащение производства. При этом изготовление новых узлов (чаще всего в меньшей серийности) целесообразно организовывать при помощи уже имеющегося агрегатного или специального оборудования, обрабатывающих центров и т.п. Но, естественно, с использованием новой оснастки.

Прием этот достаточно широко известен. Самые интересные результаты были в свое время получены на ВАЗе. Там при создании автомобиля ВАЗ-2121 "Нива" в ее конструкцию вошло свыше 90 % из числа наиболее фондоемких механических элементов серийных автомобилей. И при новом кузове, тоже унифицированном по ряду дорогостоящих элементов интерьера с серийными моделями. В результате при относительно небольшой модернизации производства ВАЗ начал выпускать, по сути, машину, не имевшую в ту пору аналогов в мировой практике. Поэтому на западных рынках она шла вне конкуренции, пользовалась большим и все возрастающим спросом: требования дилеров увеличить поставки шли непрерывно. Ее экспорт ограничивался боязнью тогдашнего монополиста — "Автоэкспорта" поднять плановую его "базу" на последующие годы из-за того, что вдруг появятся конкуренты или по какой-либо другой причине сбыт сократится, а с ним — и премии. Однако конкуренты "Ниве" появились только через два-три года. Так что в коммерческом смысле ее можно назвать автомобилем упущенных возможностей.

Теперь подобной "роскоши" допускать нельзя. От виновных в нераспорядительности надо освобождаться, как от охранников, забывающих шнуровать свои башмаки.

Серьезным резервом восстановления и увеличения объемов выпускаемой продукции на ряде заводов, в-третьих, являются так называемые спецпроизводства, достаточно мощные по оснащенности, площадям и численности работников. Но при использовании такого уникального интеллектуально-производственного потенциала нужно, чтобы новое изделие имело определенную идеологическую и технологическую преемственность с ранее выпускаемым. Значит, нужны и меры по совершенствованию последнего в соответствии с новыми тактико-техническими требованиями, а также специально организованная система "проталкивания" нового объекта производства на внешние рынки. Создание такого рода "специзделий", которые при определенном объеме переделок могут стать машинами и гражданского назначения как для внешнего, так и внутреннего рынков, для отдельных предприятий будет самым правильным выходом из положения. Почему — понятно: конкурентоспособность нашей колесной спецтехники и отдельных разработок (некоторые, возможно, требуют завершения) сомнений не вызывает. (Это, кстати, позволит отказаться от рекомендаций программы конверсии, составленной правительством Н.И. Рыжкова, которая, безусловно, нанесла и нанесет большой ущерб научно-техническим возможностям отрасли в конце 1990-х годов.)

Конечно, свобода выбора объекта и в спецпроизводстве должна быть полной, поскольку прежний принцип (закрепление видов техники за отраслями) в условиях рынка противопоказан.

Вместе с тем нельзя исключать и перепрофилирование многих спецпроизводств отрасли одновременно с цехами инженерной подготовки и обеспечения. Оно может исключить или хотя бы свести к минимуму импорт многих видов дорожно-строительной техники, некрупного квалифицированного нефтяного оборудования, специальных машин и шасси, комплекса аэродромного обслуживания и т.п., т.е. окажется выгодным для всего народного хозяйства страны. И не придется, как это рекомендуют многие горячие головы, открывать все наши двери настежь, чтобы ввозить из-за рубежа даже то, что в избытке и не хуже может быть сделано дома. (Те, кто дает такие рекомендации, забывают, что Западная Европа пришла к объединению после десятилетий выравнивания и притирки национальных экономик, в том числе через свободу перемещения трудовых ресурсов и капиталов.)

Серьезной возможностью оживления производственно-коммерческой деятельности для производителей автомототехники могут быть, в-четвертых, кооперационные связи с родственными зарубежными фирмами или их кооперантами, осуществляемые на коммерческих началах. При этом речь должна идти в первую очередь о повышении своего экспортного потенциала, т.е. главной задаче нашего машиностроения. Причем здесь не только не исключается, а наоборот, даже нужно взаимодействие и в форме совместных предприятий. Хотя, как показал опыт, расчет на иностранные инвестиции, которые "хлынут" к нам, обеспечивая изобилие качественных товаров, оказался явно несостоятельным (вместо ожидавшегося, противоестественного для Запада, но исторически характерного для нас чисто русского альтруизма мы натолкнулись на прагматизм, армированный вполне рыночными понятиями: "выгода", "риск").

Целесообразен и лизинг, однако нельзя забывать, что он — удовольствие недешевое. Особенно, если

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

речь идет не о дооснащении отдельных операций, а о создании комплектных мощностей, что требует, как известно, особо высокой организационной четкости.

Вероятно, получат обычное развитие мелкие отечественные производственные подразделения, отпочковавшиеся от основного предприятия в самостоятельные (производство мелких серий, некоторых комплектующих, товаров народного потребления и т.д.). Причем обязательным условием их самостоятельности и долговечного успеха может быть только соблюдение этических норм (проще говоря, работа на чистоплотных началах).

Естественно, организация выпуска новой техники требует нового оснащения, материалов, подготовленных кадров и многого другого. Все вроде понимают это, но и здесь зачастую срабатывает стереотип (выработавшийся не за 70, как принято утверждать, а за последние 10—15 лет): новое изделие обязательно ассоциируется с новыми же заводскими корпусами; высоким уровнем автоматизации, обеспечиваемой за счет оборудования, приобретаемого по импорту; "валютными" материалами (при наличии своих: вспомним те же бамперы из поликарбоната) и т.п. Однако при таком подходе потребность в валюте и в рублях становится астрономической. Удовлетворить ее в нынешних условиях, естественно, невозможно и — все стоит. Тем более, что всегда находятся "экономисты", которые, как и те, кто "запустил" в середине 1980-х в средства информации мысль о невозможности прогресса в машиностроении из-за устаревшего оборудования, утверждают то же самое.

Вот уж, действительно, не зря говорится, что лучшие сорта лжи изготовляются из полуправды. Хотя правда всем "маститым" известна: оборудование стареет всегда и везде, например, в США старение парка оборудования приостановили (не остановили, а приостановили!) только в конце 1970-х годов. И там не спешили с внедрением новейшего оборудования, комплексных технологических линий, особенно дорогостоящих гибких. Мы же все это закупали в 1980—1990-е годы чуть ли не в массовом порядке. А преимущества, скажем, тех же ГПЛ остались лишь в отчетах и реляциях. Тысячи изготовленных и приобретенных за валюту обрабатывающих центров, целые комплексные производства, по сути, заводы, так и не заработали. И как-то странно слышать, что мы, располагая всем этим богатством, не имеем перспективы в реиндустриализации отрасли без масштабной финансовой помощи Запада.

С такой точкой зрения согласиться нельзя. Наши автозаводы располагают вполне дееспособным парком оборудования, в том числе вполне современного и еще не устаревшего, эффективно действующей системой его обслуживания и ремонта, мощными службами подготовки и обеспечения производства, наконец, значительным парком демонтированного специального и агрегатного оборудования и собственными станкостроительными цехами. Кроме того, практически все предприятия имеют опыт технологической модернизации. То есть у них есть все, чтобы полагаться в основном на самое надежное — собственные силы. Поэтому попытки "залповых" заказов оборудования за рубежом с помощью средств госбюджета — это не что иное, как все та же безответственность, порождаемая безнаказанностью. Хотя вот тут бы и надо вспомнить о зарубежном опыте, на который сейчас так модно ссылаться: головокружительные цены и риск часто вынуждают крупнейшие фирмы поступаться престижными соображениями и приобретать "старые" проверенные модели оборудования. Именно проверенные. Ведь когда "идешь по следам" рекламных объявлений некоторых зарубежных фирм, появляющихся в наших газетах ("со склада фирмы продается оборудование, бывшее в употреблении"), выявляется: фирма "с именем" нередко располагается в полусарае и торгует оборудованием старым, но безотказно функционирующим.

Пора бы вспомнить в этом смысле и о понятии "внутренние производственные резервы", о том, что использование резервов, связанных с использованием оборудования, есть важнейшее направление приложения усилий предприятий в нынешних условиях.

Небезынтересна, в-пятых, практика составления зарубежными фирмами, в том числе крупными, программ развития на год, три, пять, реже — до десяти лет. Причем в планирование они вовлекают весь персонал (без конкретизации технических характеристик перспективных объектов, разумеется). Рассматривается это как активная форма воспитания чувства сопричастности к делам фирмы. Такие программы должны быть обеспечены всем необходимым и не походить на наши печальной памяти КПНТП, МНТК, программы "Москва-90", "Ленинград-95", мифические технополисы и прочие проявления симуляции активности, закономерно завершившейся провалом всего и вся.

В официальном докладе Совета по конкурентоспособности США утверждается, что руководство частных фирм, прекрасно ориентируясь в финансовых вопросах, достаточно некомпетентно в технологических. Поэтому Совет официально рекомендует всем частным фирмам создавать службы технической экспертизы. Наши руководители, наоборот, компетентны в вопросах технологических. Но отсутствие конкуренции, нынешняя свобода в решениях, в какой-то мере система приватизации породили кое у кого чувство излишней самоуверенности именно в финансовых делах, чреватое осложнениями. Освоить неосвоенное в этой области — еще одно направление приложения усилий.

За рубежом значительную роль играют также консультационные фирмы. Ведь необходимые заводам конкретные разработки-рекомендации в состоянии дать только профессионалы с опытом и знаниями. Поэтому в 1950-е годы в США на таких фирмах только промышленного направления работали около 4 тыс. инженеров и научных сотрудников. Причем 65 % затрат на их содержание финансировалось федеральным правительством. У нас же эта форма услуг практически отсутствует. Ее организация — шестое из перечисленных направлений.

Рассмотренные выше меры, разумеется, не исчерпывают всех возможных. Более того, автор не претендует на их новизну. Но они, безусловно, входят в число тех, которые позволят поднять объемы производства, загрузить персонал, создать определенные предпосылки для последующего роста. Однако требуемых темпов автомобилизации страны они не обеспечат. Для этого нужны инновационные, притом масштабные меры. Они неизбежны, если мы хотим занять достойное место в ряду развитых стран. На этом этапе развития потребуется освоить технику новых поколений в капиталоемком массовом и серийном производстве, характерном для автомобилестроения.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Причем тогда, когда оно лишено или располагает ограниченными инновационными возможностями. И вот тут-то без масштабной помощи извне эту задачу действительно решить будет сложно. Но главное — без активной государственной политики. Чтобы пребывающим у кормила власти убедиться в этом, им достаточно хотя бы ознакомиться с докладом КМТ (Комплексные многопрофильные технологии) о состоянии научно-технического потенциала США. (Там, кстати, содержатся рекомендации из нашего прошлого.) Подчеркивается необходимость именно активной государственной политики, необходимость государственного вмешательства в проблемы экономики, требующие оперативной реакции. В этом смысле автомобильный альянс АВВА, создаваемый ВАЗом на внебюджетной основе, вероятно, должен рассматриваться правительством не только как вынужденная мера ("спасение утопающего..."), но еще и как крупное социально-экономическое начинание уникального промышленного организма, изделия которого экспортабельны и обеспечивали казне, начиная с 1973 г., доход, сопоставимый со всей его сметной стоимостью. Но масштабы этого начинания выходят за рамки возможностей даже ВАЗа, и без поддержки государства в данном случае не обойтись.

Задачи, стоящие перед автомобилестроителями, сложны, требуют усилий под стать военным. И здесь уместно вспомнить Рузвельта, советовавшего своему окружению: "Если вам везет — продолжайте, если не везет — тоже продолжайте". Другого пути, кроме как работать сначала над сохранением, а потом и над развитием отрасли, у нас нет.

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.113/629.1-43

АВТОМОБИЛИ И АВТОПОЕЗДА МАЗ СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

М.С. ВЫСОЦКИЙ
ПО "БелавтоМАЗ"

Минский автомобильный завод — головное предприятие производственного объединения "БелавтоМАЗ" недавно отметил свое пятидесятилетие. Ровесник предприятия — его конструкторско-экспериментальная служба, творческая деятельность которой началась с усовершенствования разработанных на Ярославском автозаводе автомобилей. Этими автомобилями стали грузовой МАЗ-200 (рис. 1), самосвал МАЗ-205 и седельный тягач МАЗ-200В.

Первые автомобили оказались удачными. Особенно добрую славу в эксплуатации снискали самосвалы МАЗ-205, которые сыграли огромную роль при восстановлении народного хозяйства после войны, на строительстве мощных гидроэлектростанций, каналов, железнодорожных и автомобильных магистралей.

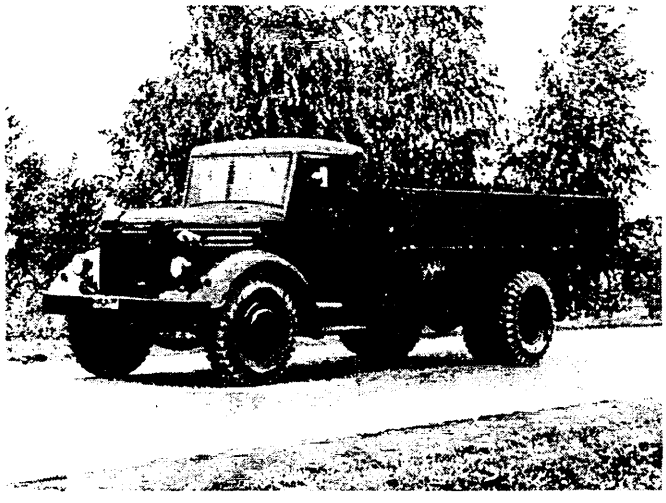


Рис.1

Значительным событием в жизни конструкторов и всего коллектива завода была постановка на производство в 1954 г., причем впервые в стране, специального полноприводного лесовозного автомобиля МАЗ-501, а затем на его базе — армейского автомобиля МАЗ-502.

В 1950-е же годы на заводе были разработаны автомобили-самосвалы грузоподъемностью 25 и 40 т и одноосные тягачи, производство которых затем было организовано на Белорусском (г. Жодино) и Могилевском автозаводах.

Опыт эксплуатации МАЗов позволил затем создать качественно новый автомобиль, а точнее, целое семейство автомобилей МАЗ-500 (рис. 2). 31 декабря 1965 г. с главного конвейера сошел последний самосвал МАЗ-205, ставший потом на пьедестал перед центральной проходной как памятник первым белорусским автомобилям.

Автомобили семейства МАЗ-500 впервые в практике проектирования большегрузных автомобилей были выполнены по прогрессивной схеме "опрокидывающаяся кабина над двигателем", положившей начало новому направлению в отечественном автомобилестроении. Они имели более высокие, чем их предшественники, грузоподъемность, скоростные свойства, а следовательно, производительность транспортной работы, более современный внешний вид, большую надежность.

За разработку конструкции и освоение производства этого семейства автомобилей группа автозаводцев была удостоена звания лауреатов Государственной премии СССР. Тем не менее за годы VIII пятилетки семейство МАЗ-500 подверглось существенной модернизации, и в 1970 г. завод начал серийный выпуск автомобилей, по существу, нового семейства МАЗ-500А, обладающих улучшенными эксплуатационными свойствами и повышенной грузоподъемностью. Так, если автомобили МАЗ-200 проходили без капитального ремонта 100 тыс. км, то у автомобилей МАЗ-500А в 1975 г. этот пробег составил 250 тыс. км, а трудоемкость ТО-1 и ТО-2 снижена соответственно на 19 и 30 %.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

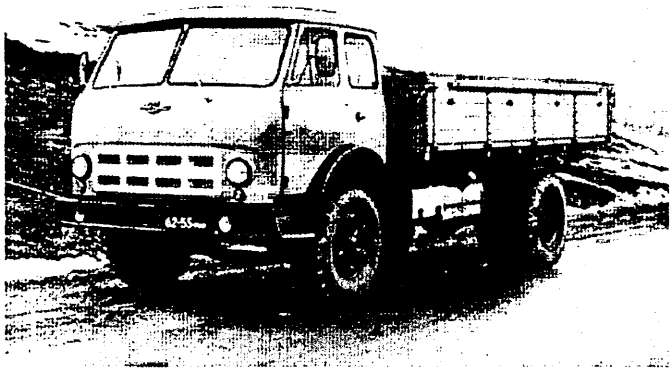


Рис. 2

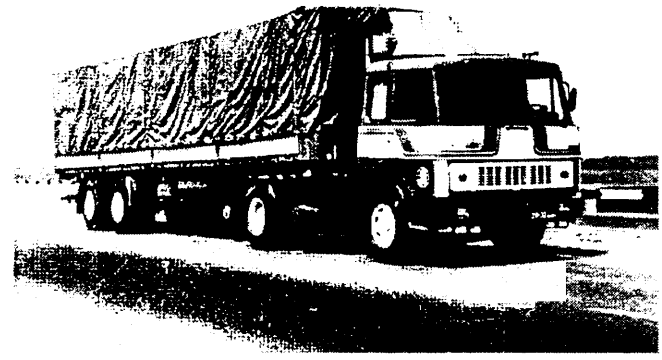


Рис. 4

Одновременно конструкторы МАЗа решали и задачу создания новых транспортных средств — магистральных большегрузных автопоездов. И решали успешно. Например, в 1971 г. был начат серийный выпуск автопоезда в составе седельного тягача МАЗ-504В и полуприцепа МАЗ-5205А грузоподъемностью 19,1 т (рис. 3).

1975—1980 гг. — освоение выпуска модернизированных автомобилей и автопоездов семейства МАЗ-5335, обладавших увеличенным до 320 тыс. км пробега ресурсом, повышенной комфортабельностью. Достаточно сказать, что уже с самого начала серийного производства все модели семейства (а в него кроме бортовых входили автомобили-самосвалы, широко используемые в строительстве; лесовозные тягачи, получившие заслуженное признание лесозаготовителей; седельные тягачи для автопоездов грузоподъемностью от 14 до 20 т; автомобили-шасси для комплектации под крановые, буровые установки, цистерны и другую технику) были отмечены Государственным знаком качества.

Но требования потребителя росли, и дальнейшая модернизация автомобилей семейства МАЗ-5335, как показал анализ, не могла полностью их удовлетворить. Это заставило приступить к разработке нового семейства автомобилей — МАЗ-6422, в которых конструкторы намеревались воплотить свой 30-летний опыт создания и производства автомобилей, а также все современные отечественные и зарубежные научные и технические достижения. Другими словами, руководствоваться в своей работе принципом, который в последующем был назван "системным подходом". Его проявлением, в частности, стала разработка (1978 г.) первого типажа перспективных автомобилей и автопоездов Минского автозавода. В этот типаж впервые вошли трехосные седельные и бортовые тягачи с колесной формулой 6×4, позволяющие повысить полную массу автопоездов до 52 т; преобладающими стали магистральные автопоезда большой грузоподъемности, в том числе контейнеровозы грузоподъемностью от 20 до 33 т, предназначенные для международных и междугородных перевозок. И это не случайно: расчеты и практика эксплуатации доказали, что большегрузные автопоезда при использовании на расстоянии до 500 км, а иногда и больше, более эффективны, чем железнодорожный транспорт, поскольку скорость доставки груза, благодаря отсутствию промежуточных перевалок в пути, у них выше, экономится тарная упаковка, отпадает необходимость в промежуточных складах и затратах на сортировочные и складские операции.

Первым автомобилем нового семейства стал трехосный седельный тягач МАЗ-6422, затем — двухосный седельный тягач МАЗ-5432 (рис. 4). Специально для них автозавод начал выпускать бортовые полуприцепы МАЗ-9398 грузоподъемностью 25 т и МАЗ-9397 грузоподъемностью 20 т. Одновременно началось производство и трехосного полуприцепа-контейнеровоза МАЗ-9389 грузоподъемностью 32,7 т.

Как видим, главным направлением работы по новым автомобилям было увеличение их производительности. Достигалось это прежде всего за счет увеличения полных масс автопоездов до 38 т (вместо 32,5 т у автопоездов семейства МАЗ-5335), что, в

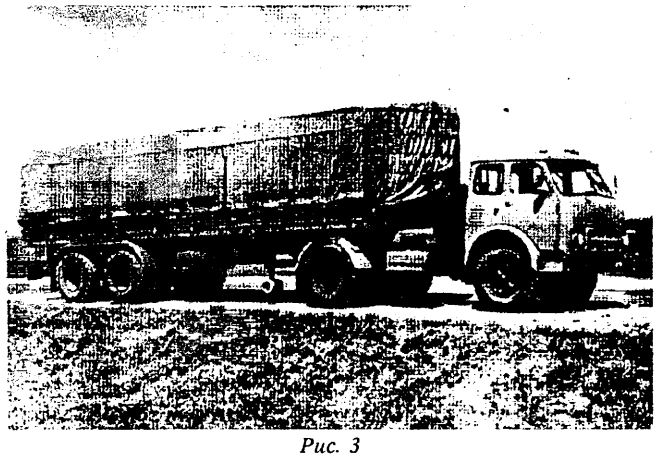


Рис. 3

Рис. 5

2-771

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 6

свою очередь, потребовало увеличения мощности двигателей (на двухосных тягачах она возросла со 177 кВт, или 240 л.с., до 206 кВт, или 280 л.с., на трехосных — до 235 кВт, или 320 л.с.). В итоге производительность нового автопоезда МАЗ-5432+9397 увеличилась, по сравнению с МАЗ-504В+5205А, на 28 %, а средняя скорость движения — на 10 %. По этим и таким технико-эксплуатационным показателям, как снаряженная масса, материалоемкость, безопасность, эргономика, автомобили нового семейства уже в период освоения находились на уровне зарубежных аналогов. Отставали они лишь по топливной экономичности, экологическим показателям, надежности и ресурсу.

Принципиальная конструктивная особенность автомобилей нового семейства — измененная компоновка автомобилей. Сдвинутый вперед силовой агрегат и увеличенный передний свес позволили массу, приходящуюся на переднюю ось, увеличить до 6,5 т, сократить до минимума базу, что в сочетании с уширенной колеей передних колес дало возможность обеспечить минимальный радиус поворота.

На автомобилях семейства устанавливаются кабины двух типов: "большая", которая применяется на автомобилях, используемых на междугородных и международных перевозках (она имеет два подрессоренных сиденья и два спальных места, расположенных в два яруса); "малая", укороченная по длине, без спальных мест, которая применяется на самосвалах, лесовозах, шасси и некоторых других модификациях. Установка этих кабин такова, что позволяет опрокидывать их с помощью гидроподъемника на угол до 70°, а следовательно, выполнять демонтаж двигателя и его систем без демонтажа кабин. Контроль же уровня масла в двигателе, заливка масла и воды в радиатор системы охлаждения подъема кабины не требуют.

В процессе производства автомобилей и автопоездов, отлаживания технологических процессов, накопления и изучения опыта эксплуатации в различных условиях, в том числе при сравнении с зарубежными аналогами, выявилась необходимость дальнейшего повышения их технического уровня, в частности, увеличения мощности двигателей, надежности, снижения эксплуатационных затрат, улучшения условий работы водителя. Поэтому Минский завод последовательно проводил их модернизацию. Например, в 1988 г. был освоен серийный выпуск двухосного седельного тягача МАЗ-54323 с двигателем ЯМЗ-238Б мощностью 220 кВт (300 л.с.) и трехосного тягача МАЗ-64229 (рис. 5) с двигателем ЯМЗ-238Д мощностью 243 кВт (330 л.с.). Это позволило увеличить полную массу автопоездов соответственно до 38 и 42 т, а максимальную скорость обоих — до 105 км/ч.

В начале 1980-х годов в бывшем СССР, как известно, быстрыми темпами стали развиваться международные перевозки. Недостаточный объем выпуска, отсутствие требуемых для таких перевозок моделей в типаже АТС Минского автозавода, не устраненный по отдельным технико-эксплуатационным показателям АТС МАЗ разрыв с лучшими зарубежными аналогами, отсутствие за рубежом станций сервисно-технического обслуживания наших автомобилей заставили страну закупать автопоезда фирм "Мерседес-Бенц" и "Вольво". В связи с этим в 1985 г. Минский автозавод расширил типаж своих АТС и приступил к созданию новых базовых моделей седельных тягачей 4×2 и 6×4, предназначенных именно для междугородных и международных перевозок, а также экспорта в составе автопоездов повышенной грузоподъемности и производительности (полной массой 38—42 т и 42—50 т соответственно), причем по основным технико-эксплуатационным показателям не уступающих лучшим зарубежным аналогам.

Результатом стало освоение производства с 1990 г. новых седельных тягачей: трехосного МАЗ-64221 (рис. 6) и двухосного МАЗ-54321 (рис. 7) с двигателями ЯМЗ-8421 мощностью 265—309 кВт (306—420 л.с.), удельный расход топлива которых не превышает 201 г/(кВт·ч), или 148 г/(л.с.·ч). Хорошим потребительским качествам автопоездов способствуют девятиступенчатая коробка передач ЯМЗ-202, уменьшенное до 4,84 передаточное число ведущего моста, объемный обтекатель на кабине, нижний обтекатель под бампером, шины типа И-111АМ с уменьшенным сопротивлением качению или бескамерные размера 315/80Р22,5; повышению технического уровня — модернизация и создание ряда новых узлов, агрегатов и систем, внедрение прогрессивных технологических процессов, применение (при необходимости) отдельных импортных комплектующих западно-европейских фирм (аппараты тормозной системы, АБС, сиденья водителя на пневматической подвеске, пневмобаллоны подвески, шины).

Рис 7

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Показатели АТС	Седельные тягачи и полуприцепы							
	МАЗ-64229+ +93866	МАЗ-64221+ +93892	МАЗ-64226+ +93866	МАЗ-54323+ +97581	МАЗ-54321+ +97581	МАЗ-54326+ +9758	МАЗ-54327+ +9758	МАЗ-54329+ +93802
Колесная формула автомобиля	6×4	6×4	6×4	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2
Тип кабины	Большая							
Грузоподъемность, т:								
автомобиля, или нагрузка на седло	14,7	14,7	14,7	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
автопоезда	25,3	33	27,3	22,8	24,5	24,5	22,8/24,8	15
Масса автомобиля, т:								
в снаряженном состоянии	9,05	9,25	9,15	7,05	7,6	7,05	7,05	7,05
полная автомобиля	24,0	24,5	24	16	16,5	16	16	16
полная автопоезда	42	48	44	38	40	40	38/40	26
Максимальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	243 (330)	265/309 (360/420)	272/309 (370/420)	229 (300)	265 (360)	272 (370)	243/265 (330/360)	177 (240)
Максимальная скорость, км/ч	105	110	118	100	110	118	105/110	87
Объем платформы, $м^3$	68	—	68	80	80	82	82	55
Периодичность обслуживания, тыс. км:								
ТО-1	8	10	15	8	10	15	10	8
ТО-2	24	30	30	24	30	30	30	24

Показатели АТС	Грузовые автомобили и прицепы						Самосвалы		
	МАЗ-53371	МАЗ-53366	МАЗ-53362, 53363+ +83781	МАЗ-53361+ +83781	МАЗ-6303+ +83781	МАЗ-63031 83781	МАЗ-5551	МАЗ-55513	МАЗ-55514
Колесная формула автомобиля	4×2	4×2	4×2	4×2	6×4	6×4	4×2	4×4	4×2
Тип кабины	Большая						Малая		Большая
Грузоподъемность, т:									
автомобиля, или нагрузка на седло	8,7	8	9,2	8,5	14,7	14	8,5/10	8,5	8
автопоезда	16,7	16	23,5	22,8	24,4	26	—	—	—
Масса автомобиля, т:									
в снаряженном состоянии	7,15	7,5	8,7	9,3	11,8	12,2	7,47	9	8,5
полная масса автомобиля	16	16,5	18	18	26,5	26,5	16,1	17,5	16,5
полная масса автопоезда	28	28,5	38	40	42	44	—	—	—
Максимальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	132 (180)	177 (240)	221/243 (300/330)	265 (360)	243 (330)	265/309 (360/420)	132 (180)	177 (240)	177 (240)
Максимальная скорость, км/ч	87	87	105	110	105	110	83	70	87
Объем платформы, $м^3$	—	—	78	78	88	88	5,5	5,5	5,5
Периодичность обслуживания, тыс. км:									
ТО-1	8	8	8	10	8	10	5	5	5
ТО-2	24	24	24	30	24	30	20	20	20

Показатели АТС	Самосвалы			Лесовозы		Шасси				Полноприводные	
	МАЗ-55516	МАЗ-54331+ +9571	МАЗ-64228+ +9506	МАЗ-64228+ +99864	МАЗ-5434+ +9362	МАЗ-5337	МАЗ-53372— —53373	МАЗ-63034	МАЗ-63035	МАЗ-6317	МАЗ-6425
Колесная формула автомобиля	6×4	4×2	6×4	6×4	4×4	4×2	4×2	6×4	6×4	6×6	6×6
Тип кабины	Большая	Малая	Большая			Малая				Большая	
Грузоподъемность, т:											
автомобиля или нагрузка на седло	16,5	8,5	14,5	14,3	6,8	9,7	9,55	15	14,5	10	11,5
автопоезда	—	15	26,5	28	20,8	—	—	—	—	—	—
Масса автомобиля, т:											
в снаряженном состоянии	11,85	6,5	9,55	9,55	9,05	6,15	6,3	9,5	9,3	13,9	11,9
полная масса автомобиля	28,5	15,2	24,5	24	16	16	16	24,5	24	24,05	23,55
полная масса автопоезда	—	25,2	44	48	34	26	—	—	—	54	50

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Показатели АТС	Самосвалы			Лесовозы		Шасси				Полноприводные	
	МАЗ-55516	МАЗ-54331+ +9571	МАЗ-64228+ +9506	МАЗ-64228+ +99864	МАЗ-5434+ +9362	МАЗ-5337	МАЗ-53372— —53373	МАЗ-63034	МАЗ-63035	МАЗ-6317	МАЗ-6425
Максимальная мощность двигателя, кВт (л.с.)	221 (300)	132 (180)	265 (360)	309 (420)	177 (240)	132 (180)	132 (180)	177 (240)	221 (300)	309 (420)	309 (420)
Максимальная скорость, км/ч	88	87	90	110	70	87	80	80	80	85	85
Объем платформы, $м^3$	10,3	7,5	16,4	—	—	—	—	—	6	—	—
Периодичность обслуживания, тыс. км:											
ТО-1	5	5	8	10	4	8	8	8	8	4	4
ТО-2	20	20	24	30	16	24	24	24	24	16	16

В конструкции автомобилей реализованы и другие современные решения. Так, ведущие мосты имеют блокировку межколесного дифференциала; новая передняя ось рассчитана на нагрузку до 7 т, обеспечивает угол поворота управляемых колес до 45°; колеса можно установить как двадцатидюймовые бездисковые, так и диаметром 22,5 дюйма, с дисковым креплением к ступице; передняя подвеска с малолистовыми или многолистовыми рессорами и стабилизатором поперечной устойчивости; реактивные штанги (автомобилей колесной формулы 6×4) с резинометаллическими шарнирами, исключающие 12 точек смазки; седельно-сцепное устройство — с автоматическим выбором зазора; в тормозной системе применены пластикатные трубопроводы; по заказу может устанавливаться топливный бак вместимостью 500 л, что обеспечивает пробег без дозаправки более 1000 км.

Все автомобили семейства (см. таблицу) имеют ресурс 600 тыс. км пробега без капитального ремонта.

Результатом совместного сотрудничества с западногерманской фирмой МАН стали создание и освоение производства седельных тягачей МАЗ-64226 и МАЗ-54326 с ее силовыми агрегатами (мощность 273 и 309 кВт, или 370 и 420 л.с., турбонаддув, охлаждение наддувочного воздуха). Передаточное число ведущих мостов уменьшено до 3,97. В итоге расход топлива автопоездами снизился на 4—5 л/100 км, а максимальная кинематическая скорость возросла до 130 км/ч. Периодичность обслуживания составляет: ТО-1 — 15 тыс. км, ТО-2 — 30 тыс. км.

Комфортабельность автомобилей в целом повышена за счет создания и внедрения ряда новых узлов: кабина подвешена в четырех точках на пружинах и амортизаторах, имеет современный интерьер и укомплектована дополнительными принадлежностями (комбинированный ящик-стол, полки над ветровым стеклом, плафоны освещения), регулируемую по высоте и наклону травмобезопасную рулевую колонку с противоугонным устройством, рулевое колесо из интегральной пены, хорошую тепло- и звукоизоляцию (по заказу в ней могут быть установлены кондиционер, дополнительный независимый отопитель, магнитола), систему бортового контроля уровня охлаждающей жидкости, масла в двигателе и бачке гидроусилителя руля, исправности ламп системы освещения и световой сигнализации. Комфорту способствуют также малолистовые передние рессоры увеличенной до 1900 мм длины с резиновым амортизатором на скользящем конце и новые телескопические амортизаторы подвески с измененной характеристикой.

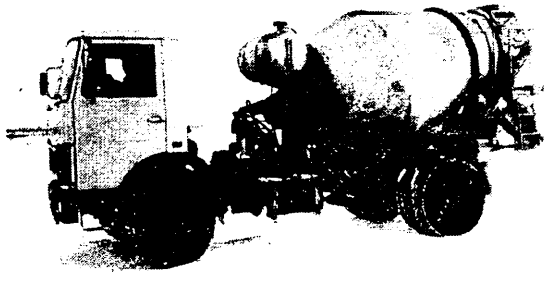


Рис. 8

Автомобили и автопоезда соответствуют международным стандартам, правилам ЕЭК ООН, директивам ЕЭС.

Небольшой по времени опыт работы в условиях зарождающегося рынка показывает, что одним из важнейших факторов, от которых зависит успешное функционирование завода, является расширение номенклатуры выпускаемых изделий на основе спроса и пожеланий потребителя. Поэтому за последние два года на заводе разработаны и поставлены на производство семь новых автомобилей и три модели прицепов. Вся же номенклатура выпускаемых Минским автозаводом АТС составляет почти два с половиной десятка моделей и модификаций (см. таблицу).

Кроме того, ведется подготовка производства к выпуску седельного тягача МАЗ-54327 (4×2) с задней пневматической подвеской, значительно улучшающей плавность хода и обеспечивающей лучшую сохранность грузов и возможность транспортировки высоких контейнеров типа 1СС. Осваивается производство лесовозного тягача МАЗ-5434 с новыми передним ведущим мостом и раздаточной коробкой. Значительно расширяется гамма самосвалов и самосвальных автопоездов грузоподъемностью от 8,5 до 29 т. В текущем году начат серийный выпуск полноприводного самосвала МАЗ-55123 (4×4) грузоподъемностью 8,5 т, осваивается производство самосвального автопоезда МАЗ-54331+9571 грузоподъемностью 15 т. Изготовлены образцы, проводятся испытания и ведется подготовка к серийному производству самосвала МАЗ-5516 (6×4) с задней разгрузкой грузоподъемностью 16,5 т, а в дальнейшем, с освоением ведущих мостов с усиленной балкой, его грузоподъемность будет увеличена до 20 т. Предусматривается также производство нового самосвального автопоезда МАЗ-64228+9506 грузоподъемностью 29 т в составе седель-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Рис. 9

ного тягача типа 6×4 и двухосного полуприцепа с задней разгрузкой.

Широко применяются в различных регионах двухосные автомобильные шасси МАЗ-5337, на которых смонтированы специальные кузова и оборудование. Это топливозаправщики, цистерны для перевозки топлива, молоковозы, автокраны, пожарные и коммунальные автомобили, буровые установки, авторемонтные мастерские и другой специализированный подвижной состав.

Созданы специальные шасси для строительного комплекса, например, для бетононасоса и бетоносмесителя (рис. 8) емкостью 4 м^3, трехосные шасси под крановую установку, экскаватор и бетоносмеситель емкостью 6 м^3, а для работы в тяжелых дорожных условиях — трехосные полноприводные седельные и бортовые тягачи в вариантах с двух- и односкатной ошиновкой (рис. 9).

Автомобильные прицепы и полуприцепы Минского автозавода рассчитаны на эксплуатацию в системе междугородных и международных перевозок объемных затаренных грузов с двухосными и трехосными тягачами в составе автопоездов полной массой от 32 до 48 т. Так, в настоящее время выпускаются полуприцепы МАЗ-93866 (см. рис. 6) и МАЗ-9758 (см. рис. 7) с пневматической подвеской, кузовами объемами соответственно 68 и 82 м^3 и прицеп МАЗ-83781 с кузовом объемом 44 м^3. Все кузова оборудуются синтетическим тентом со светопроницаемой крышей, задними двухстворчатыми дверями; двери и борта имеют резиновые уплотнители. Для повышения пассивной безопасности устанавливаются боковые ограждения и заднее защитное устройство. Выполнение на прицепном составе требований таможенной конвенции МДП позволяет использовать его на международных перевозках грузов.

Выпускаемый полуприцеп-контейнеровоз МАЗ-93892 (см. рис. 5) отлично зарекомендовал себя благодаря высокой грузоподъемности (33 т), хорошей устойчивости и маневренности. Проводятся работы по созданию двух- и трехосных прицепов с кузовом объемом до 49 м^3 и полуприцепа с кузовом объемом до 95 м^3, оборудованных пневмоподвеской, широкопрофильными и низкопрофильными шинами, имеющих различные варианты кузовов.

Однако любая модернизация имеет свои пределы. Поэтому параллельно проводятся работы по созданию нового поколения автомобилей и автопоездов.

Эффективность применения автомобилей нового поколения повышена за счет расширения их типажа, более высокой производительности, обусловленной улучшением скоростных свойств, лучшей приспособленности к условиям эксплуатации, увеличения ресурса, снижения затрат на техническое обслуживание и ремонт, значительного улучшения экологических и эргономических показателей, комфорта и безопасности движения.

По массе и габаритным параметрам тягачи и автопоезда нового поколения удовлетворяют директивам ЕЭС. (Для стран же СНГ полные массы автопоездов в составе трехосных тягачей могут быть увеличены до 50 т, габаритная длина прицепных автопоездов — до 20 м).

Для создаваемых автомобилей и автопоездов полной массой от 18 до 50 т предусмотрено применение двигателей мощностью от 169 до 368—382 кВт (от 230 до 500—520 л.с.), коробок передач с 5—16 ступенями.

Для автомобилей нового поколения разрабатываются ряд прогрессивных узлов и агрегатов: кабины двух типов (высококомфортабельная увеличенного объема, с подвеской на пневмоэлементах, двумя спальными местами, предназначенная для магистральных автопоездов, и укороченная по длине, с одним спальным местом, предназначенная для специализированного транспорта); ведущие мосты увеличенной долговечности, с оптимальными, в зависимости от назначения автомобиля и мощности двигателя, передаточными числами; подвески двух типов (пневматическая или на малолистовых рессорах); тормоза увеличенной энергоемкости; рама с упрощенным профилем и горизонтальной полкой лонжерона по всей длине.

Начато производство автобусов МАЗ городского и туристического назначения, конструкция которых основывается на опыте одной из ведущих зарубежных автобусостроительных фирм — "Неоплан". Первый из них, трехдверный городской (рис. 10), рассчитан на перевозку 110 пассажиров в пределах городской черты и на коротком плече пригородных маршрутов. Он низкопольный, высота пола от полотна дороги — 350 мм.

Пространственная несущая конструкция каркаса с моторным отсеком, расположенным в левой части заднего свеса (по ходу автобуса), позволяет применениять силовые агрегаты различных типов и моделей, с учетом требований эксплуатации и потребителя. Передняя подвеска пневматическая независимая, задняя — пневматическая зависимая, что обеспечивает автобусу высокую устойчивость, управляемость и плавность хода. Современный дизайн, цветные стекла, электронное маршрутное табло позволяют ему

Рис. 10

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

гармонично вписываться в пейзаж любого города.

Второй автобус предназначен для перевозки пассажиров на междугородных, международных и туристических маршрутах. Его конструкция отличается удобной планировкой салона и рабочего места водителя, большим (12 м^3) объемом багажного отделения. Так же, как и на городском автобусе, пространственная несущая конструкция позволяет применять различные типы и модели силовых агрегатов как отечественных, так и зарубежных фирм. Этот автобус отличается высокой динамичностью, хорошей маневренностью и плавностью хода, наличием автоматической климатической установки, которая обеспечивает комфортные условия для пассажиров.

В настоящее время на международном рынке резко возрастают требования к оснащению автомобильной бтехники электронными системами, вводится ряд стандартов по обязательному применению таких систем для обеспечения активной безопасности и экологичности. Поэтому на заводе совместно с рядом научно-исследовательских и проектных организаций и промышленных предприятий Белоруссии и России развернуты работы по созданию электронных систем, повышающих активную безопасность АТС, их экологические качества, топливную экономичность, а также сохранность перевозимых грузов. Создаются встроенные контрольно-информационные устройства и интегрированные электронные системы управления автопоездами с использованием технологии уплотнения каналов связи. С этой целью, например, на ряде моделей двухосных и трехосных большегрузных автопоездов применяются антиблокировочные системы тормозов с использованием импортных аппаратов; активно разрабатываются электронные системы, совмещающие антиблокировочно-противобуксовочные функции и функции ограничения максимальной скорости.

Созданы макетные образцы систем полуавтоматического управления коробкой передач и электронного управления подвеской, электронного щитка приборов на базе жидкокристаллических индикаторов, мультиплексной системы связи электрооборудования. Ведутся работы по созданию бортового маршрутного компьютера и интегрированной системы управления автопоездом.

За последние 10 лет в автомобилестроении произошли коренные изменения, которые практически исключают возможность создания современной автомобильной техники традиционными методами: теперь полный цикл создания новой машины должен составлять не 8—10, а 4—5 лет. МАЗ в этом смысле идет в ногу со временем: здесь уже внедрены автоматизированные системы проектирования, с помощью которых разрабатывают всю документацию. Например, для разработки дизайна, поверхностей и компоновки кабин в трехмерном изображении используются мощные графические станции с интегрированной системой CAD/CAM "Евклид". С помощью ее модулей создаются программы для станков с ЧПУ с целью изготовления моделей из легких материалов, а также сложных поверхностей оснастки. Методом стереолитографии изготовляются образцы моделей деталей для отработки форм и экспериментальной оценки функциональных характеристик.

Важной частью системы компьютерного моделирования стали трехкоординатная измерительная машина, с помощью которой производят обмеры макета кабины грузового автомобиля. Она оснащена станцией, работающей по программе "Персеваль", которая автоматизирует процесс сравнения реальной и компьютерной модели детали и может отображать результаты на экране или печатать их в графической форме. Кроме того, программа обеспечивает построение поверхностей по результатам обмеров и имеет интерфейс с программой трехмерного моделирования.

Для расчетов используются 120 программ, в том числе позволяющих моделировать движение автопоезда по дороге и оптимизировать его параметры. Для расчетов напряженно-деформированного состояния наряду с традиционными методами широко используется метод конечных элементов, более точно учитывающий концентрацию напряжений, позволяющий оптимизировать форму и уменьшить массу детали.

Все компьютеры САПР связаны информационной сетью. В сети расположено несколько файл-серверов, на которых выполняются архивирование документации и расчетов, создание баз данных, хранятся информационно-поисковые системы, доступные каждому пользователю. Эти технологии конструирования соответствуют самым передовым технологиям ведущих автомобильных фирм.

Для сокращения времени на доработку конструкции автомобиля, отдельных его элементов и систем разрабатываются методики ускоренных стендовых испытаний. Технической основой таких испытаний являются специальные и модульные быстро переналаживаемые стенды с использованием электрогидравлических цилиндров и программно-аппаратурные средства на базе ЭВМ. При этом обеспечиваются воздействия, максимально приближенные к эксплуатационным. За счет воспроизведения нагрузок, ответственных за накопление повреждений, вероятность появления которых в условиях эксплуатации мала, время оценки ресурса сокращается, по сравнению с эксплуатационными испытаниями, в 300 раз и более. Разрабатывается система имитационного моделирования, при которой нагружение объекта на стенде моделируется конечноэлементной расчетной моделью.

За создание совместно с учеными Белорусской академии наук системы ускоренных испытаний группа работников управления главного конструктора МАЗ была удостоена Государственной премии республики.

Достижения завода в области современного уровня конструкторских разработок, расчетных и экспериментальных исследований стали возможны в результате тесного сотрудничества завода с научно-исследовательскими институтами Белорусской академии наук и особенно с академическим Научным центром проблем механики машин, так как оно позволило эффективно использовать имеющийся научный и практический потенциал в рамках совместных программ фундаментальных и прикладных исследований в теории и практике машиностроения.

В заключение отметим, что коллектив конструкторов и испытателей Минского автозавода всегда своевременно отзывался на нужды потребителей, заранее предвидя и прогнозируя перспективы развития производства эффективных транспортных средств. Это направление остается главным и сейчас. И оно — одно из важнейших условий устойчивой работы завода в условиях рыночной экономики.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Огромное влияние на характеристики современного ДВС оказывает сам процесс сгорания топлива в нем. Неудивительно поэтому, что в последнее время его изучению специалисты уделяют все больше внимания и времени. И их усилия небезуспешны: создаются новые теории и методы расчета, совершенствуются и сами двигатели.

УДК 662.012.1

Механизм воспламенения низкоцетановых дизельных топлив

(В порядке обсуждения)

Д-р техн. наук Р.В. МАЛОВ
Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)

Показатели товарных дизельных топлив, изготовляемых из малосернистых нефтей, регламентируются ГОСТ 4749—73, из сернистых — ГОСТ 305—73. Их цетановые числа, в соответствии с этими документами, должны находиться в пределах 45—50. Такому же диапазону отвечают тепловозные и судовые топлива, которые, таким образом, являются полноценными заменителями топлив автомобильных. Однако ограниченность запасов нефти (да и уменьшение ее добычи в России) "подталкивает" к использованию энергоносителей нефтяного происхождения, содержащих большее количество тяжелых фракций и, соответственно, характеризующихся пониженными значениями цетановых чисел, а также других альтернативных топлив (пропан-бутановых смесей, природного газа, синтетических спиртов и др.), у которых цетановые числа вообще очень низкие (например, у бутана оно равно 12, природного газа 8, пропила — 4, метилового спирта — 3). И хотя цетановое число, с точки зрения воспламеняемости энергоносителя, показатель довольно условный (на воспламеняемость влияют вязкость топлива, теплота его испарения и т.д.), но для качественных выводов он приемлем. Ведь хорошо известно, что чем ниже цетановое число, тем труднее топливо воспламенить, тем больше период задержки воспламенения, тем больше в нем легких углеводородов, сгорающих объемно, с нежелательным повышением скорости нарастания давления в цилиндре (жесткости работы дизеля), нагрузок на подшипники, увеличением шумности и количества токсичных оксидов азота в отработавших газах. Из-за неполноты сгорания возрастает также количество выбрасываемых сажи, углеводородов, оксида углерода (II), снижаются мощностные и экономические показатели дизеля.

Как видим, негативных эффектов много. Чтобы устранить или хотя бы ослабить их влияние, необходимо, очевидно, внимательнее посмотреть на основу основ рабочего процесса — воспламенение топлив.

Конечно, нельзя сказать, что проблема анализа воспламенения возникла только сейчас и только в связи с названными выше причинами. Еще на заре двигателестроения ею заинтересовались из-за трудностей холодного пуска дизелей. И тогда, казалось, ее удалось решить, создав специальные пусковые жидкости. Например, в России это была жидкость "Холод Д-40", содержащая 58—62 % (по массе) диэтилового эфира, 13—17 % газового бензина, 13—17 % изопропилнитрата и 9—11 % масла для газовых турбин. Входящий в нее диэтиловый эфир с низкой температурой воспламенения и широким диапазоном воспламеняемости в смеси с воздухом обеспечивал устойчивый холодный пуск дизеля, а газовый бензин и изопропилнитрат уменьшали возникающие при этом механический (из-за растворения эфиром масляной пленки) и коррозионный износы. Эта жидкость применяется до сих пор и обеспечивает пуск дизеля при 235 К (—38 °С), а также обеспечивает плавный переход с нее на дизельное топливо. Однако ее использование связано с очевидными неудобствами. Кроме того, это удорожает эксплуатацию дизеля.

Было и второе направление работ. Еще в 1930-х годах А.Д. Чаромский для облегчения холодного пуска дизелей вводил на такте сжатия в их цилиндры или во впускной трубопровод лигроин, керосин, газойль, эфир, амилнитрат, трихлорнитрометан и другие интенсификаторы воспламенения, которые играли роль "запальных" топлив. Результаты были обнадеживающими. Их объясняли тем, что пламя вспомогательного топлива поджигает основной топливовоздушный заряд. Правда, отмечались и некоторые непонятные явления, которые не укладывались в такое объяснение. Например, подача этилового эфира в цилиндр эффекта не давала, в то время как его впрыск во впускную систему облегчал пуск.

В последние годы опыты А.Д. Чаромского были повторены в МИИТе с вихрекамерным дизелем Ч 8,5/II при переходе последнего на метанольное топливо.

История повторялась: при впрыске "запальной" дозы метанола во впускной трубопровод дизель пускался лучше. Однако было обнаружено и другое: взрывное увеличение давления в цилиндре при впрыске в него метилового спирта может наступать до появления горячего пламени. Наблюдался и еще один факт: минимально необходимые для надежного пуска дозы "запального" топлива в случаях работы дизеля на метаноле и обычном дизельном топливе оказались разными. И то и другое может свидетельствовать только об одном: строго раздельных этапов многостадийного воспламенения топлива нет, т.е. специфические предпламенные реакции дизельного топлива и метилового спирта, взаимодействие их элементарных актов идут не последовательно, а одновременно. Другими словами, установившиеся взгляды на механизм многостадийного воспламенения топлива в дизелях нуждается в пересмотре. Взгляды же эти сводятся, как известно, к тому, что в воспламенении топлива в дизеле главную роль играют не физические (впрыск, испарение, перемешивание паров с

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

воздухом), а химические (скорость химических превращений) факторы.

Действительно, с этим нельзя не согласиться. Но с одной оговоркой: если речь идет только об энергоносителях, несущественно отличающихся друг от друга по показателям, которые влияют на формирование струи и ее распад, испарение капель, перемешивание паров (вязкость, поверхностное натяжение, теплота испарения, коэффициент диффузии паров в воздухе и др.).

Однако, прежде чем раскрыть суть оговорки, рассмотрим историю развития взглядов на химизм процесса воспламенения топлива в дизеле.

Сначала его рассматривали только с формально-кинетической точки зрения, использующей основной закон химической кинетики — закон действующих масс, уравнение Аррениуса, согласно которому скорость химической реакции пропорциональна концентрациям реагирующих веществ, возведенных в степени их стехиометрических коэффициентов, а константа скорости экспоненциально зависит от температуры и энергии активации, т.е. избыточного, по сравнению со средней величиной, количества энергии, которой должна обладать молекула, чтобы быть способной к химическому реагированию.

В дальнейшем к нему добавилась перекисная теория окисления: воспламенение идет через образование промежуточных соединений — перекисей, обладающих окислительной способностью, большей, чем молекулярный кислород. Затем сюда присоединилась теория гидроксильная: было доказано, что на начальной стадии молекулы кислорода распадаются на атомы с их внедрением между атомами углерода и водорода и образованием молекул, имеющих гидроксильную группу, ускоряющую процесс окисления.

Наконец, в 1927 г. Н.Н. Семенов высказал идею о цепном механизме окислительных реакций, на основании которой А.С. Соколик предложил схемы одно- и многостадийного воспламенения топлив в дизелях, дополнив их тепловым (по Аррениусу) механизмом. Он считал, что метан, водород и оксид углерода воспламеняются по высокотемпературному одностадийному механизму, большинство углеводородов — по низкотемпературному многостадийному, носящему цепочно-тепловой характер. Им выделены три основные стадии процесса.

Сначала, при сравнительно низкой температуре, идут цепные реакции с накоплением перекисей до концентрации, при которой наступает их спонтанный распад с выходом альдегидов и некоторого количества оксида углерода (II). При этом распаде по всему объему заряда проходит холодное пламя. Давление в камере сгорания увеличивается незначительно, температура повышается на ~100 К, топливо отдает 5—10 % располагаемой теплоты. Свечение есть, но обусловливается оно хемилюминесценцией (в основном химически возбужденных молекул формальдегида). За холодным возникает голубое пламя, которое по своей природе сходно с холодным, но отличается большим (до 40 %) выделением теплоты. Количество продуктов неполного горения и активных частиц возрастает.

Наконец, топливовоздушная смесь разогревается настолько, а концентрация активных центров становится такой, что создаются условия для появления и распространения турбулентного горячего пламени, при котором процесс окисления заканчивается и выделяется основная доля располагаемой теплоты.

Таким образом, теория получилась достаточно стройной и простой для восприятия, справедливой в отношении микрообъемов топливовоздушной смеси. Но даже в тех частных случаях, когда отдельные элементарные, сильно разветвленные реакции в интенсивно нагреваемых объемах имеют взрывной характер, последовательность холодного, голубого и горячего пламени — лишь видимость. На деле же отдельные комплексы реакций различных углеводородов и других соединений идут одновременно, начинаются в различное время в функции их природы и локальных температур (с учетом Махе-эффекта, обусловливающего неравномерность температурного поля).

Таким образом, реальный процесс воспламенения сводится к предпламенному цепному реагированию топлива и окислителя, происходящему по одной схеме, но начинающемуся в локальных объемах в разное время с взаимодействием между собою в процессе турбулентной диффузии одинаковых исходных и разных промежуточных продуктов реакции.

При таком толковании роль вспомогательного топлива не в том, чтобы создать первоначальный очаг горения, а в промотировании (усилении эффективности катализаторов) исходными (например, спиртом, который служит активным центром цепи окисления углеводородов) и промежуточными продуктами взаимодействия компонентов в элементарных актах. Не случайно многие исследователи, чувствуя это и говоря о топливе, слово "запальное" пишут в кавычках.

При таком подходе к механизму воспламенения легко объяснить, например, почему введение спирта уменьшает минимальное количество дизельного топлива, необходимое для воспламенения его паров, почему иногда резко повышается давление в цилиндре еще до того, как турбулентное горячее пламя прошло по заряду. Объяснить, в частности, и то, почему этиловый эфир, введенный в дизельное топливо, не уменьшает период задержки воспламенения, а впрыснутый во впускной трубопровод, наоборот, уменьшает. Все дело в том, что этиловый эфир, если он растворен в топливе, при попадании последнего в камеру сгорания десорбируется из него, локально охлаждая заряд, а при впрыскивании во впускной тракт температура снижается меньше.

Последний вывод, кстати, подтверждают работы В.Н. Луканина, В.З.Махова, Г.П. Вилькавичуса, В.Г. Кнорре, связанные с воспламенением пропан-воздушных смесей, а также струй метанола с метаноловоздушной смесью в статической перепускной установке, ударной трубе, установке импульсного сжатия.

Такова качественная сторона вопроса. Что касается цепей химических превращений, то это сложная вероятностная задача, для решения которой нужны усилия специалистов-химиков. Но и двигателистам можно попытаться, используя классические общепризнанные схемы, разработать, хотя бы на уровне

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

гипотез, свои варианты кинетики процессов воспламенения и горения топлив в дизеле. Такие варианты есть. Один из них рассмотрим в качестве примера. По Н.Н. Семенову, метан окисляется по слабо разветвленной цепи, которая включает восемь последовательных элементарных стадий (см. таблицу).

На первой соударяются две активированные молекулы метана и кислорода (CH_4 и O_2), в результате образуются два монорадикала ($\dot{C}H_3$ и HO_2). На следующих стадиях образуются и взаимодействуют радикалы OH, HCO, а также менее активные, но химически неустойчивые промежуточные продукты CHCO (формальдегид) и H_2O_2 (перекись водорода). На последней стадии образуется оксид углерода (II), который доокисляется до оксида углерода (IV) в ходе следующей цепной реакции: $CO + \dot{O}H = CO_2 + \dot{H}$; $\dot{H} + O_2 = \dot{O}H + \ddot{O}$; $CO + \ddot{O} = CO_2$. Причем окисление оксида углерода (II) может происходить только в присутствии водяного пара или водорода.

В итоге на всех стадиях воспроизводится одна активная частица, лишь стадия *5* является исключением, где образуются две. Для метилового спирта возможна несколько иная, более разветвленная цепь. В ней на стадии *1* образуется три активированных комплекса, а на стадии *4* — два. В пользу такой схемы говорят, в частности, меньшие температуры воспламенения спиртов, чем метана.

Промотирование воспламенения дизельного топлива на холоднопламенной стадии сводится к введению (через спирты, альдегиды, оксид углерода (II) дополнительного количества в смесь окисляющихся углеводородов, содержащих гидроксильную группу, а также активных промежуточных центров их окисления. Поэтому и эффект может наблюдаться при низких температурах, а при повышенных температурах его может и не быть, поскольку при них спирты разлагаются в две эндотермические стадии:

$$C_nH_{2n+1}OH + Q_1 = CO + (n + 1)H_2 + (n - 1)C$$

и

$$(n + 1)H_2 + CO + Q_2 = (n + 1)H_2 + 0{,}5O_2 + C.$$

Для метанола Q_1 = 1267,05 кДж/кг, Q_2 = = 3846,4 кДж/кг. У него на первой стадии процесс идет без образования твердого углерода (здесь n = 1). Для других же спиртов появление углерода в продуктах разложения на этой стадии обязательно. Окисление спиртов (вторая стадия) идет уже без образования сажи. Брутто-реакция самого простого из них, метанола, имеет вид: $2CH_3OH + 3O_2 = 4H_2O + 2CO_2$.

По основному признаку — организации воспламенения — анализируемый метод интенсификации горения низкоцетановых топлив относится к двигателям с принудительным воспламенением, реализуемый в газодизелях. Рабочий процесс здесь, в отличие от двигателей с искровым зажиганием, имеет следующие особенности: есть не один, а несколько мощных источников воспламенения; располагаются эти источники не в одной точке у холодной стенки, а в нескольких, точно не определенных по месту, но всегда в центре заряда; начинают они воздействовать на рабочую смесь не одновременно, а в разное время.

Реакция	Элементарная реакция	
	№ стадии	Формула
Окисление метана	1	$CH_4 + O_2 = \dot{C}H_3 + HO_2$
	2	$CH_3 + O_2 = CHHO + \dot{O}H$
	3	$\dot{O}H + CH_4 = \dot{C}H_3 + H_2O$
	4	$\dot{O}H + HCHO = H_2O + H\dot{C}O$
	5	$H\dot{C}HO + O_2 = H\dot{C}O + H\dot{O}_2$
	6	$HCO + O_2 = CO + H\dot{O}_2$
	7	$CH_4 + H\dot{O}_2 = H_2O_2 + \dot{C}H_3$
	8	$HCHO + H\dot{O}_2 = H_2C_2 + H\dot{C}O$
Окисление метанола	1	$CH_3OH + O_2 = \dot{C}H_3 + \dot{O}H + \dot{O}$
	2	$\dot{C}H_3 + O_2 = HCHO + \dot{O}H$
	3	$CH_3OH + \dot{O} = HCHO + H_2O$
	4	$HCHO + O_2 = H\dot{C}O + H\dot{O}_2$
	5	$H\dot{C}O + O_2 = CO + H\dot{O}_2$
	6	$H\dot{O}_2 + HCHO = H\dot{C}O + H_2O_2$
	7	$CH_4 + H\dot{O}_2 = H_2O_2 + CH_3$
	8	$HCHO + H\dot{O}_2 = H_2O_2 + H\dot{C}O$

Благодаря этому значительно расширяются границы возможного обеднения газовоздушной смеси. Однако появляются и негативные моменты.

Так, при больших нагрузках в газодизелях обеспечивается столь же эффективный процесс, как и в тривиальном дизеле. Но при уменьшении нагрузки и качественном регулировании эффективность процесса резко снижается. Причина — увеличение периода задержки воспламенения из-за уменьшения концентрации кислорода в заряде вследствие замещения части воздуха газом. (В первом приближении связь между концентрацией кислорода и периодом задержки воспламенения можно считать линейной). Кроме того, при сильно обедненных смесях из-за снижения температуры уменьшается полнота сгорания, увеличивается количество токсичных продуктов неполного горения в отработавших газах. Минимальная доза вспомогательного "запального" топлива увеличивается как по абсолютной величине (по количеству выделенного тепла), так и относительно. Например, если при работе дизеля на номинальном режиме для устойчивого протекания процесса вспомогательное топливо должно составлять лишь 5 % всего вводимого за цикл, то при 25 %-й нагрузке эта величина возрастает до 18—20 % (по абсолютной величине — в 2,5 раза).

Оптимальные по экономичности углы опережения впрыска топлива при переходе от традиционного процесса к газодизельному тоже изменяются — уменьшаются в среднем на 3° п.к.в.

Перечисленные закономерности помогает объяснить то, о чем говорилось выше.

Например, снижение загрузки приводит к понижению теплового состояния дизеля, что сначала только увеличивает период задержки воспламенения, а за-

3-771

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

тем вообще делает невозможным течение предпламенных реакций до тех пор, пока количество активных центров не достигнет критической концентрации, обеспечивающей развитие горячего пламени (смесь переобеднена). Процесс интенсифицируется, если увеличить количество подаваемого вспомогательного энергоносителя или активизировать через элементарные акты всю цепь реакций холоднопламенной стадии, введя промоторы, т.е. неустойчивые соединения, через которые развиваются цепные реакции окисления углеводородов. В последнем случае это могут быть спирты или продукты их химических превращений при окислении, легкие углеводороды алканового ряда и т.п. В итоге массовая доля "запального" топлива, которым, как правило, является топливо дизельное, уменьшается. Можно использовать также лигроин, газойль, амилинитрат, трихлорнитрометан, этиловый эфир, бензин, керосин, газовые конденсаты, состоящие преимущественно из бензиновых или керосиновых фракций. Впрыскивать их целесообразно во впускной трубопровод, хотя для некоторых из них не исключена возможность введения непосредственно в основное топливо.

Чтобы при этом не произошло чрезмерного увеличения жесткости работы дизеля, угол опережения впрыска вспомогательного энергоносителя рекомендуется уменьшить.

Эффект промотирования можно повысить за счет предварительного подогрева свежего заряда, в том числе и путем перепуска части отработавших газов. (В последнем случае увеличение скорости течения элементарных актов цепи воспламенения вспомогательного топлива достигается как температурным ускорением хода реакций, так и введением в рабочий заряд активных частиц, не вступивших в окислительные реакции, протекавшие непосредственно в цилиндре.)

Все, что сказано выше, помогает сделать следующие выводы.

1. Утверждение классической теории воспламенения товарных топлив в дизелях, будто его механизм сводится к последовательному прохождению по заряду саморазгоняющегося холодного, голубого и горячего пламени, нужно воспринимать как условность. В действительности такая строгая схема реализуется только в локальных объемах, создавая видимость интегрального распространения ее на всю камеру сгорания. Отдельные комплексы реакций различных углеводородов и других соединений идут одновременно, начинаются в разное время в функции их природы и локальных температур, взаимодействуя друг с другом в процессе турбулентной диффузии различных исходных и последующих продуктов каждого из элементарных актов. Введение в заряд вспомогательных топлив для интенсификации воспламенения низкоцетановых энергоносителей, включая спирты, не приводит к их поджиганию от развитого очага пламени, наоборот, начальные, промежуточные и конечные продукты окисления основного топлива промотируют предпламенные реакции "запального", вызывая его воспламенение. В этом случае оно возможно и при концентрациях, ниже запредельных по коэффициенту избытка воздуха. Иными словами, не вспомогательный энергоноситель "поджигает" основной, а основной обеспечивает воспламенение "запального".

2. Такое толкование процесса позволяет объяснить, почему в опытах А.Д. Чаромского по обеспечению устойчивого пуска холодного двигателя вспомогательные добавки не воспламенялись до подачи основного энергоносителя; почему этиловый эфир при непосредственном растворении в дизельном топливе оказался малоэффективным, а при впрыске во впускной трубопровод позволял получить желаемый эффект; почему в опытах при впрыске в цилиндр метанола (основного энергоносителя) и дизельного топлива (вспомогательного энергоносителя) во впускной трубопровод наблюдалось резкое повышение давления в цилиндре до появления горячего пламени; почему, наконец, имело место несоответствие минимальных доз "запального" топлива спиртового дизеля и работающего по традиционной схеме на углеводородном энергоносителе.

3. Увеличение эффекта от промотирования реакций воспламенения вспомогательного топлива, протекающего по цепочно-тепловому механизму, может быть достигнуто подогревом свежего заряда, в том числе и путем перепуска части отработавших газов. В последнем случае увеличение скорости элементарных актов цепи воспламенения вспомогательного топлива достигается как температурным ускорением хода реакций, так и промотированием их активными частицами, не вступившими в окислительные процессы в цилиндре дизеля.

УДК 621.434.001.2

Скорость распространения пламени при расслоении смеси

Н.П. САМОЙЛОВ
Казанский сельхозинститут

В настоящее время процесс сгорания совершенствуют, как правило, за счет подбора расположения свечи зажигания и интенсивности искры, а также величины и формы камеры сгорания. Причем делается это чаще всего экспериментальными методами, а значит, с большими затратами времени и средств. Попытки же рассчитать скорость распространения пламени (например, для расслоенного заряда топливовоздушной смеси), основываясь на химической кинетике, как правило, желаемых результатов не дают: по данным расчетов подобрать величину и форму камеры сгорания не удается.

Из сказанного напрашивается вывод: нужна методика расчетного определения скорости распространения фронта пламени, базирующаяся на законах не химической кинетики, а каких-то других. Такая методика разработана. Ее основа — физическое толкование процессов сгорания.

Начнем с определения нормальной скорости распространения пламени.

Из теории распространения пламени в газовых смесях, разработанной Б.Я. Зельдовичем и

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Д.А. Франк-Каменским, следует, что искра, воспламеняющая топливовоздушную смесь, инициирует сгорание последней. Причем для развития процесса необходимо, чтобы несгоревшая смесь прогревалась до вполне определенной температуры. В двигателе этот прогрев нестационарный и подчиняется закону Фурье, который связывает температуру и коэффициент теплопроводности несгоревшей смеси, время, координаты фронта пламени и скорость прогрева смеси. Учитывая, что скорость прогрева смеси прямо пропорциональна коэффициенту ее теплопроводности, а время сгорания во фронте пламени прямо пропорционально исходной концентрации топлива и обратно пропорционально массовой скорости реакции, нетрудно доказать, что нормальная скорость прямо пропорциональна температуре смеси, обратно пропорциональна давлению, под которым находится смесь, и продолжительности (времени) реакции, зависящей от концентрации топлива. Другими словами, нормальная скорость ($W_н$) сгорания смеси есть сложная функция температуры (T), давления (P) и концентрации (C) паров топлива, находящегося в камере сгорания. И если исходные (в начале сгорания) параметры обозначить соответственно через T_0, P_0 и C_0, то уравнение сгорания примет вид:

$$W_н = W_{но}(T/T_0)^x(P/P_0)^y(C/C_0)^z, \qquad (1)$$

где x, y, z — показатели степени соответственно при температуре, давлении и исходной концентрации топлива в смеси.

Для бензиновоздушной смеси, на основании опытных данных, можно принять x = 1,75—2,0; y = —0,35. При работе двигателя на гомогенной смеси отношение C/C_0 равно единице, так как свежая смесь перед фронтом пламени имеет такой же состав, что и в начале горения. В случае подачи в цилиндры дополнительного воздуха (расслоение заряда) оно сначала больше единицы, а при выгорании топлива стремится к единице. Показатель степени z находят после логарифмирования уравнения (1).

Результаты расчетов нормальной скорости распространения пламени, полученные по уравнению (1), приведены на рис. 1. Из него видно, что кривые изменения этих скоростей для случаев гомогенной смеси (кривая *1*) и расслоения заряда (кривая *2*), когда средняя величина показателя z равна 0,38, не совпадают. Так, при вводе в цилиндр 18 % дополнительного воздуха нормальная скорость распространения пламени сначала оказывается выше, чем без подачи дополнительного воздуха. Затем в обоих случаях скорости достигают своего максимума, примерно равного по абсолютной величине 0,58—0,6 м/с. По углу поворота эти максимумы располагаются довольно близко (при 365—375 град. п.к.в., если отсчет вести от ВМТ такта впуска свежей смеси). При дальнейшем увеличении угла поворота коленчатого вала у двигателя с расслоением заряда нормальная скорость фронта пламени снижается быстрее, чем у двигателя, работающего на гомогенной смеси. Это объясняется уменьшением концентрации топлива в ней.

Рис.1

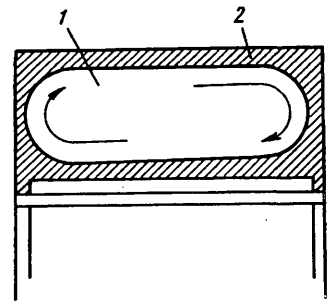


Рис.2

Второй этап расчета — определение турбулентной скорости. Его особенность состоит в том, что расчет ведется исходя из упоминавшегося выше физического толкования процесса сгорания в бензиновом двигателе. И второе очевидное условие: турбулентная скорость рассматривается как нормальная, умноженная на поправочный коэффициент, равный

$$(1 + D_т/D_л)^{0,5},$$

где $D_т$ — коэффициент диффузии для турбулентного потока, а $D_л$ — он же для потока ламинарно-молекулярного.

Таким образом, задача определения турбулентной скорости сгорания сводится к определению поправочного коэффициента. Чтобы его найти, рассмотрим простейшую камеру сгорания (рис. 2).

Как видно из рисунка, в камере можно выделить ядро 1, где процесс сгорания развивается под действием крупномасштабной турбулентности, и пристеночную область 2 (пограничный слой), в которой процесс идет медленно, поскольку турбулентность в нем за счет трения частиц мелкомасштабная. Затем, после воспламенения смеси искрой, она возрастает и переходит в крупномасштабную. В конце же горения снова переходит в мелкомасштабную и монотонно затухает.

Известно, что коэффициент диффузии в турбулентном потоке есть не что иное, как коэффициент переноса ($E_т$). В этом потоке численно он равен турбулентному коэффициенту кинематической вязкости (N_t).

С другой стороны, известно, что в ламинарно-молекулярном потоке коэффициент диффузии ($D_л$) связан с коэффициентом кинематической вязкости (N_{02}) через коэффициент (число) Шмидта (S_c), характеризующий скорость диффузии кислорода в пары топлива: $S_c = N_{02}/D_л$.

Технологию расчета N_{02} дает молекулярно-кинетическая теория Энскока-Чемпена[1].

Кроме того, опытами установлено, что в широком (от 500 до 3000 К) диапазоне температур для диффузии кислорода в пары бензина число Шмидта меняется от 1,4 до 1,6, т.е. всего лишь на ~13 %. Поэто-

[1]Петреченко Р.М. Цикл лекций по курсу "Теория двигателя внутреннего сгорания". Ленинградский политехнический институт. 1988, 60 с.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

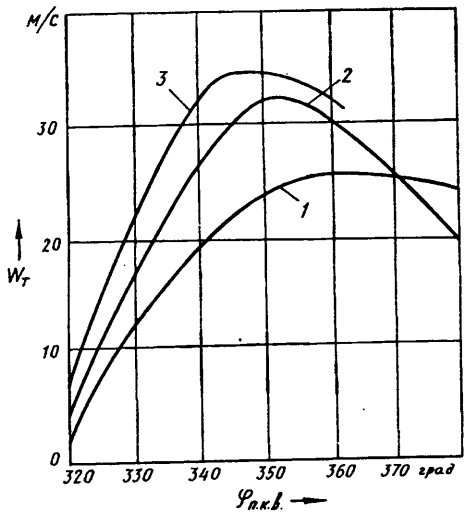


Рис.3

му при расчетах скорости распространения турбулентного пламени в первом приближении можно считать, что число Шмидта есть величина постоянная. Отсюда как для мелкомасштабной, так и для крупномасштабной турбулентности поправочный коэффициент к нормальной скорости сгорания можно представить в виде:

$$(1 + \varepsilon_т/\nu_{02})^{0,5}. \qquad (2)$$

Чтобы определить турбулентную скорость, осталось, как видим, найти лишь коэффициент переноса $\varepsilon_т$. Его величины для ядра и пристеночной области будут, очевидно, разными.

Так, в ядре заряда радиус сферы горения не меньше толщины пристеночного слоя, выгорание топлива в основном происходит, как сказано выше, в крупномасштабной среде. Для него коэффициент переноса можно представить как произведение максимального масштаба (H) турбулентности на условную скорость (W^*) движения среды в цилиндре, определяющую меру турбулентности, в которую входят: предыдущая турбулентная скорость, полученная умножением нормальной скорости на поправочный коэффициент (2); текущая скорость поршня; скорость смеси при впуске основного воздуха; скорость смеси, вызванная подачей дополнительного воздуха в цилиндры.

Для пристеночной области, где сгорание протекает с мелкомасштабной турбулентностью, опираясь на исследование гидродинамики, можно принять, что $\varepsilon_т$ равен произведению толщины пристеночного слоя на текущую скорость поршня.

Для определения толщины пристеночного слоя можно воспользоваться следующей формулой:

$$\delta_{max} = V_{кс}(1 - z_1/\sqrt{n})/\pi D^2,$$

где z_1 — постоянный коэффициент, равен 35,6; n — частота вращения коленчатого вала; D — диаметр цилиндра; $V_{кс}$ — объем камеры сгорания.

Расчеты показывают, что для двигателя УД-15, у которого объем камеры сгорания равен 58,6 см^3, толщина пристеночного слоя по мере роста частоты вращения коленчатого вала возрастает до 1,5—1,6 мм, а затем становится постоянной.

Очевидно, что оба эти параметра — переменные: толщина пристеночного слоя по мере выгорания топлива стремится к нулю, а концентрация паров топлива — к C_0. Следовательно, величина турбулентной скорости сгорания приблизится к нормальной.

Результаты расчетов турбулентной скорости $W_т$ в ядре горения у двигателей с вводом (кривая *2*) и без ввода (кривая *1*) дополнительного воздуха в цилиндры приведены на рис. 3. Из него видно, что все кривые протекают примерно одинаково. Однако у первого турбулентная скорость во всем рассматриваемом диапазоне углов поворота коленчатого вала выше, а максимум ее смещается влево — на 8—12° ближе к началу воспламенения. Увеличение турбулентной скорости объясняется повышением давления, интенсивным развитием первоначального очага и наличием тангенциальной скорости. Снижается эта скорость у первого двигателя несколько интенсивнее, чем у второго, поскольку у отдаленных от свечи зажигания стенок располагаются обедненные и бедные свежие смеси, которые сгорают медленнее.

Таковы результаты расчетов. Их проверили экспериментально. Для этого в цилиндре одноцилиндрового двигателя УД-15 со стороны впускного трубопровода просверлили одно отверстие диаметром 5 мм с центром, отстоящим на 2,5 мм от верхней кромки поршня, который расположили в нижней мертвой точке. Возле отверстия установили трубчатый золотник с приводом от коленчатого вала (через специальную шестерню). Золотник открывал отверстие один раз за два оборота коленчатого вала для подачи в цилиндр дополнительного воздуха. Чтобы дополнительный воздух распределялся в цилиндре более равномерно и завихрялся, это отверстие просверлили под углом 10—12° к диаметральной и осевой плоскостям цилиндра. Общая длительность впуска дополнительного воздуха составила ±37 град. п.к.в.

Полученные результаты приведены также на рис. 3 (кривая *3*). Как видим, характер изменения скоростей распространения фронта пламени, полученных расчетом и в эксперименте, идентичны. Правда, теоретическая кривая проходит несколько (на 1,5—2 м/с) выше и на 2—4 град. п.к.в. смещается в сторону такта расширения. Но такие расхождения находятся в области ошибок расчета и опытов.

Из всего сказанного следует: во-первых, математические модели, предназначенные для определения скорости распространения фронта пламени, действительно, позволяют характеризовать процесс сгорания в двигателе; во-вторых, введенный в цилиндр дополнительный воздух способствует увеличению (на 10—12 %) максимальной скорости распространения фронта пламени, причем ее максимум достигается до ВМТ. Здесь и сгорает основная (до 70—80 %) масса заряда топливовоздушной смеси.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 621.833.65

БЕССТУПЕНЧАТЫЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ НА ДИСКОВОМ ВАРИАТОРЕ

Д-р техн. наук Н.В. ГУЛИА,
Г.С. ИЛЬЮШИН, МАСИ

Бесступенчатые коробки передач, о которых пойдет речь ниже, сделаны на основе фрикционного дискового вариатора, разработанного авторами. Ими можно заменять как трехвальные, так и двухвальные ступенчатые коробки передач, поскольку основной недостаток бесступенчатых коробок — значительные габаритные размеры — в данном случае преодолен. Причем новая коробка особенно экономически эффективна для замены трехвальных ступенчатых коробок: в этом исполнении она заменяет маховик со сцеплением, не содержит ни одной зубчатой передачи. Кроме того, она включает блокировку вариатора — "прямую передачу", когда все устройство вращается как одно целое, без потерь на холостое трение и барботаж, которые имеют место в обычных ступенчатых коробках. Правда, в двухвальном исполнении у коробки, кроме реверса, сохраняется и одна работающая зубчатая пара, а также маховик со сцеплением. Но сам вариатор из-за сильного упрощения и высокой частоты вращения получается настолько компактным, что новая коробка вписывается в габариты базовой двухвальной. Свойство же блокировки вариатора сохраняется, как и в предыдущем случае, причем на высшей передаче он отсоединяется от трансмиссии и неподвижен, что также повышает КПД трансмиссии.

У данного варианта есть и еще одно достоинство — "прогрессивность" вариатора, т.е. его способность автоматически регулировать в соответствии с заданным критерием по двигателю (максимальная динамичность, топливная экономичность и пр.) передаточные числа. Регулировка выполняется по двум параметрам — частоте вращения и моменту на входе в коробку передач, что чаще всего достаточно для двигателей невысокой мощности. (Для предыдущего варианта эта "прогрессивность" достигается сложнее.)

Для пояснения свойства необычной, по сравнению с существующими многодисковыми вариаторами, компактности нового вариатора рассмотрим двухступенчатые конструкции, имеющие внешний и внутренний фрикционные контакты.

Такие вариаторы имеют ряд важных преимуществ перед одноступенчатыми (высокий диапазон варьирования, отсутствие многочисленных зубчатых передач и пр.), принципиально подходят в качестве коробки передач для автомобиля и использовались для этой цели рядом фирм и авторов (например, В.А. Петрушовым в НАМИ). Но у всех ранее выполненных конструкций были существенные недостатки: неприемлемые габаритно-массовые показатели, невысокий КПД и сложность устройства. В новой конструкции (а.с. № 1704532, СССР) их удалось преодолеть, применив упругие отбуртованные диски с независимыми нажимными элементами в каждом из них. Почему — видно из рис. 1, где приведены обычные (левая часть рисунка) функциональные части двухступенчатого вариатора с шестью пакетами промежуточных дисков и вариатора с упругими дисками и двенадцатью пакетами промежуточных дисков (правая часть рисунка), размеры которых примерно пропорциональны одному и тому же передаточному крутящему моменту при равных максимальных контактных напряжениях.

Упругие диски по первоначальному замыслу предназначались для совмещения по оси двух ступеней, что дало бы возможность более чем вдвое сократить размер вариатора в этом направлении. Кроме того, позволило бы разгрузить промежуточные диски в радиальном направлении, превратить их валы в оси, сократив при этом вдвое их длину, и значительно уменьшить диаметр, что повысило бы диапазон варьирования. Но в процессе реализации замысла оказалось, что все диски получаются неподвижными в осевом направлении. Значит, ненужными становятся все подвижные под действием передаваемого крутящего момента шлицевые соединения. Механизм упрощается, повышаются его КПД и быстроходность, устраняется неравномерность поджима дисков в осевом направлении.

Упругость дисков устраняет также влияние их разнотолщинности, и каждый фрикционный контакт при числе пакетов промежуточных дисков больше трех оказывается нагруженным практически равномерно. А ведь известно, что уже при шести пакетах жестких дисков работает их не более 70 %, для оптимального (по нагрузочной способности и условиям соседства) случая 12 пакетов — менее половины. При упругих же дисках погрешности изготовления промежуточных и отбуртованных дисков не складываются. Это позволяет повысить рабочие контактные напряжения до обычно рекомендованных для вариаторов 1000—1200 МПа (10000—12000 кгс/см^2) вместо практикуемых в многодисковых конструкциях 150—300 МПа (1500—3000 кгс/см^2). При этом резко увеличивается

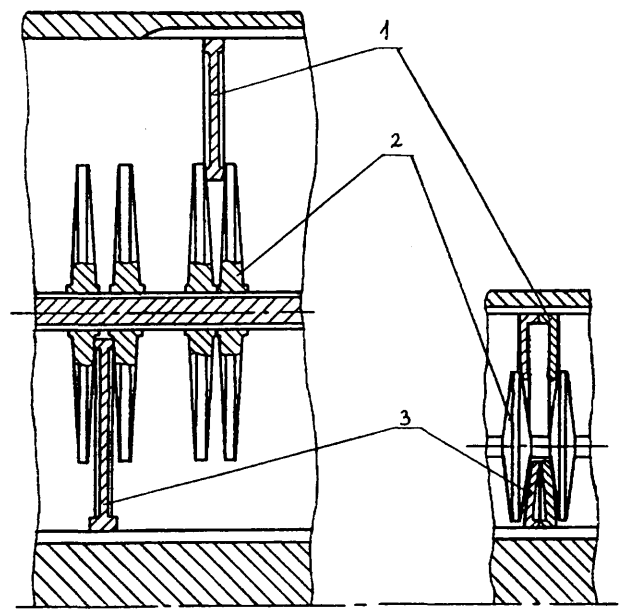


Рис. 1. Схема фрикционной части дисковых вариаторов с жесткими и упругими отбуртованными дисками:
1 — внутренний диск (с внешним касанием); *2* — внешний диск (с внутренним касанием); *3* — конические промежуточные диски (подвижные на шлицевом валу и жестко посаженные на оси)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

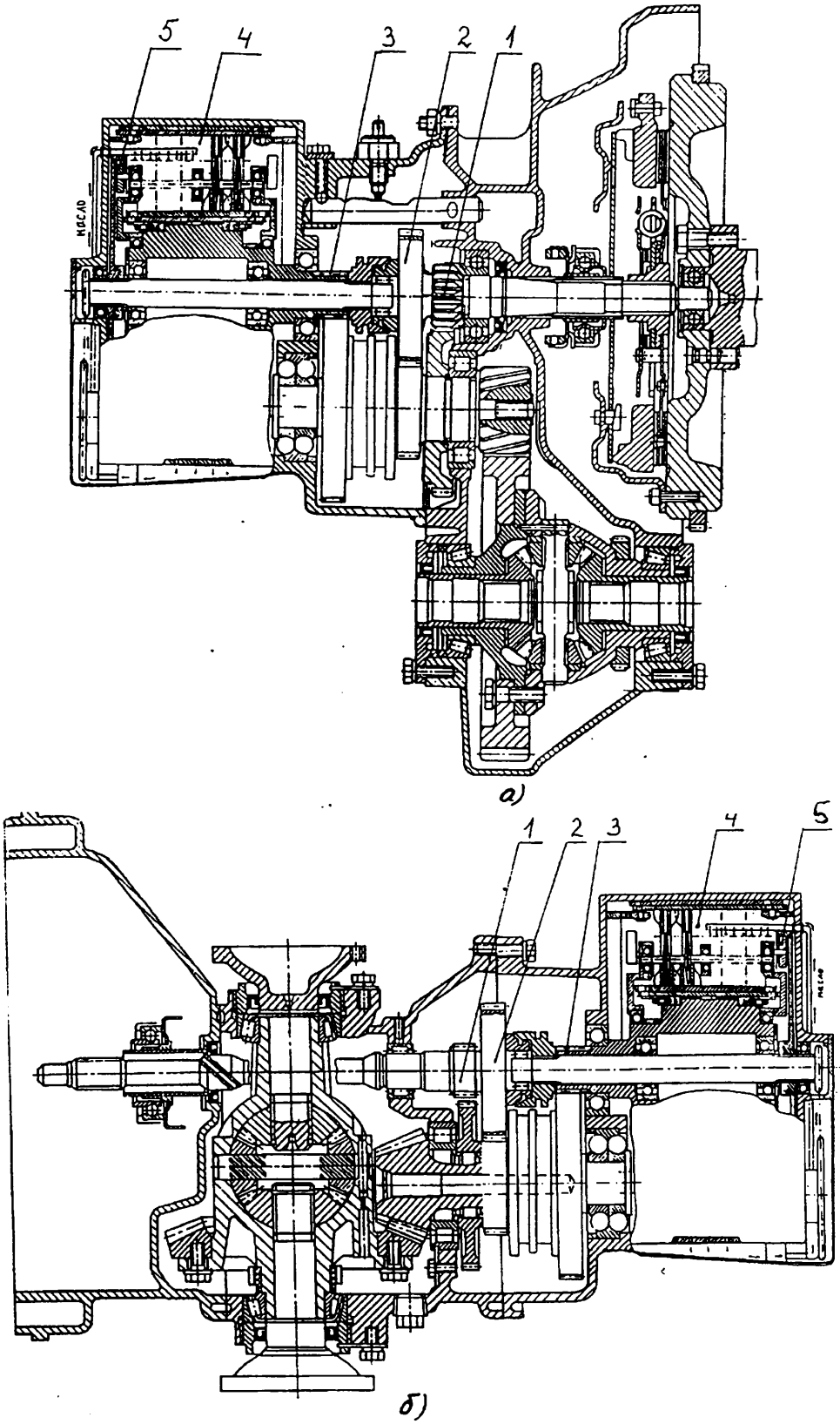


Рис. 2. Бесступенчатая коробка передач для переднеприводного автомобиля с поперечным (а) и с продольным (б) расположением двигателя:
1 — передача заднего хода; *2* — высшая передача; *3* — варьируемая передача; *4* — вариатор; *5* — система автоматического согласования вариатора с двигателем

несущая способность (теоретически — в кубе отношения контактных напряжений!), а также КПД передачи (за счет снижения толщины пленки масла и скольжения, повышения коэффициента трения в контакте). Упругая податливость дисков в контакте создает благоприятные условия контактного взаимодействия, позволяет повысить линейные скорости качения, резко снижая динамические нагрузки (эффект упругого "подвешивания" масс).

В результате, согласно расчетам, при заданном передаваемом крутящем моменте объем вариатора уменьшается в 5 раз и более при одновременном увеличении КПД, упрощении и удешевлении конструкции, существенных резервах повышения быстроходности, а следовательно, и мощности.

Ввиду того, что упругие диски — практически единственный непроверенный элемент нового вариатора (остальные узлы так или иначе проверены в конструкциях известных многодисковых вариаторов), их рассчитали на ЭВМ, изготовили и испытали на специально созданном балансирно-нагрузочном стенде. (Стенд позволял нагружать упругие диски переменной нагрузкой, менять частоту их вращения и число пакетов промежуточных дисков от 3 до 12. При этом момент и частота вращения могли быть измерены на каждом из промежуточных дисков и входном валу.)

Испытания подтвердили расчетную нагрузочную способность дисков и необходимую равномерность нагрузки на все пакеты промежуточных дисков. Например, доказано, что фрикционные диски способны одной парой передавать момент 100 Н·м (10 кгс·м), т.е. практически момент двигателя легкового автомобиля. Реально же число пар, которые легко компонуются в коробке передач, может составлять четыре—восемь. Удельные нагрузки на них получаются невысокими.

В частности, для четырех пар дисков при радиусе закругления упругого отбуртованного диска 40 мм (вариатор для переднеп-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

приводного автомобиля) в самых тяжелых условиях нагружения, соответствующих первой передаче ступенчатой коробки, максимальные контактные напряжения не превышают 700 МПа (7000 кгс/см^2) (допускаемая величина, например, для материала с твердостью поверхности 55—60 *HPC* составляет ~2000 МПа, или ~20000 кгс/см^2), что обеспечивает долговечность дисков, превышающую ресурс автомобиля.

Новое для упругих дисков, если их сравнить с традиционными, состоит и в том, что изгибные напряжения в них действуют по пульсирующему циклу, причем действуют в зоне дорожки качения (чуть ближе к ее центру). Эти напряжения вызваны необходимостью компенсации погрешностей изготовления (по толщине) промежуточных дисков и других погрешностей, не превышающих десятков микрометров. (На эту особенность упругих дисков и необходимость учета изгиба при анализе долговечности конструкции указал, кстати, в свое время В.А. Петрушов как на решающую при анализе долговечности.) Расчет дисков на ЭВМ методом конечных элементов, проведенный М.Б. Иванием и проверенный на стенде, показал, что эти напряжения при толщине диска в зоне дорожки качения 2 мм и прогибе упругого диска между промежуточными ~0,1 мм составляют в среднем ~300 МПа (~3000 кгс/см^2), а амплитудная их величина не превышает 25—27 МПа (250— 270 кгс/см^2). Долговечность при непрерывной работе в условиях нагружения максимальным моментом с запасом сцепления 1,5 составляет около 25 тыс.·ч, что, действительно, превышает необходимый ресурс для автомобиля.

Рабочие поверхности промежуточных фрикционных дисков имеют особый, новый для многодисковых вариаторов профиль, обеспечивающий высокие геометрический КПД, несущую способность и диапазон варьирования, а также малые радиальные и осевые перемещения дисков при варьировании.

Следует упомянуть и о КПД нового вариатора. Как сказано выше, он больше, чем у обычных дисковых вариаторов. Но не только по чисто механическим причинам. Главное — в изменении диапазона варьирования. Так, очевидно, что при замене обычной коробки на бесступенчатую диапазон варьирования последней должен быть не меньше диапазона коробки заменяемой. Обычно это четыре-шесть. Но диапазон у нового двухступенчатого вариатора гораздо больше — 20—30 (до 50). Это позволило применить планетарную схему с изменением диапазона примерно в квадратичной зависимости (т.е. суженного диапазона), но с таким же повышением КПД. В итоге общий КПД коробки и достигает 0,92—0,94.

Вариатор смазывается как обычными двигательными и трансмиссионными, так и выпускаемыми в США и в ФРГ, а также в опытном порядке в России высокотяговыми маслами, дающими повышение тяговых возможностей и мощности в 1,5 раза. Конструкции бесступенчатых коробок передач для переднеприводных автомобилей с продольным и поперечным расположением двигателя и для автомобилей с базовой трехвальной коробкой передач, преимущественно задне- или полноприводных, приведены соответственно на рис. 2 и 3. Все они имеют суженный диапазон варьирования, поэтому способны заменить ступенчатые коробки с максимальным диапазоном до 6,5 (до выхода на "прямую" или высшую передачу). Другими словами, их можно использовать на всех легковых передне-, задне- и полноприводных автомобилях, джипах, микроавтобусах, автобусах малой вместимости (типа ПАЗ, КАвЗ), грузовых автомобилях полной массой до 7,5 т (ГАЗ-53А) включительно. Однако в некоторых случаях этот "суженный" диапазон может достигать 12—16.

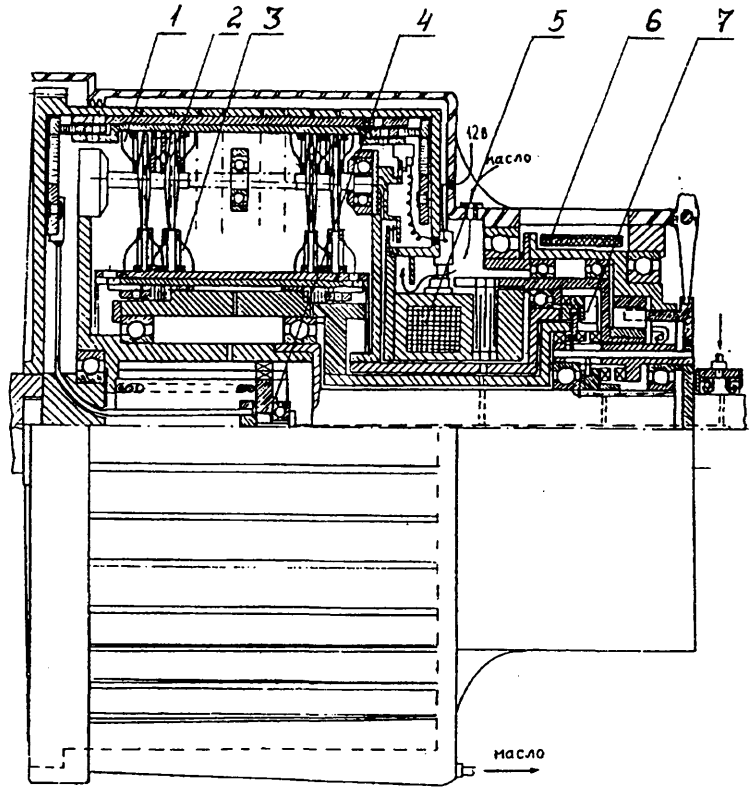


Рис. 3. Бесступенчатая коробка передач, заменяющая трехвальную ступенчатую коробку передач:
1 — внешние диски; *2* — промежуточные диски; *3* — внутренние диски; *4* — механизм изменения передаточного числа вариатора; *5* — электромагнитная дисковая муфта; *6* — тормоз реактивного звена; *7* — кулачковые муфты хода "вперед—назад"

Конструкция для переднеприводных автомобилей (см. рис. 2) содержит штатное сцепление, передачу заднего хода (штатную или измененную), а также высшую передачу. Последняя может включаться вручную по сигналу контактного датчика (например, при загорании лампочки на панели управления) по достижении вариатором соответствующего минимального передаточного числа (полуавтоматический вариант). Возможен и вариант автоматического включения высшей передачи с помощью сервопривода, срабатывающего от сигнала того же датчика.

В конструкции, заменяющей базовую трехвальную коробку (см. рис. 3), предназначенной для передачи существенно бóльших крутящих моментов (для мощных легковых автомобилей, микроавтобусов малой вместимости, легких грузовиков), высшая (прямая) передача включается автоматически, по сигналу

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

датчика, от которого срабатывает стандартная многодисковая электромагнитная муфта. Причем включается без разрыва потока мощности, что особенно ценно для машин повышенной проходимости. Роль сцепления в этой конструкции играет тормоз (например, ленточный) реактивного звена вариатора планетарной схемы.

Передача заднего хода во всех случаях включается вручную.

Для использования новых вариаторов на автомобилях, имеющих большой (до 20) диапазон передаточных чисел (большегрузные автомобили и тягачи, автобусы средней и большой вместимости), разработана конструкция с дополнительной планетарной передачей и переключением в середине диапазона на работу с разделением потока мощности.

То есть в области малых скоростей движения и передаваемых мощностей коробка работает так, как сказано выше, а при достижении высоких скоростно-мощностных показателей включается еще и делитель потока с изменением передаточного числа вариатора в обратном направлении (так, чтобы к моменту выхода на "прямую" передачу почти вся мощность протекала через планетарную передачу).

Мощная коробка передач, естественно, наиболее сложная из бесступенчатых коробок. В нее кроме вариатора и планетарной передачи входят четыре многодисковых тормоза реактивных элементов, синхронизатор и кулачковая муфта. Однако она — и наиболее экономичная и совершенная, имеющая максимальные КПД и удельную мощность. Ее габаритные размеры и масса также меньше соответствующей ступенчатой коробки со сцеплением и маховиком. Поэтому она выгодна. Прежде всего для АТС, работающих с резко переменным режимом движения (например, для больших городских автобусов). Еще лучше проявит себя она, если будет работать в "тандеме" с маховиком-накопителем: при массе маховика 100 кг может обеспечить снижение установочной мощности двигателя автобуса на 30—60 %, а расхода топлива — в 2 раза. Такая "гибридная" силовая установка будет отличаться, как свидетельствуют расчеты, высокой экологичностью, иметь упрощенную систему управления и согласования.

УДК 621.43:62-387

УРАВНОВЕШИВАНИЕ СИЛ ИНЕРЦИИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА МАЛОРАЗМЕРНОГО ДВС

Л.Х. БОРОДЯНСКИЙ
АО "Стройпрогресс"

Малоразмерные четырехтактные двигатели внутреннего сгорания с одним или двумя цилиндрами получили в настоящее время широкое распространение в силовых агрегатах машин различного назначения. Такие двигатели устанавливают на некоторые автомобили особо малого класса (например, ВАЗ-1111), мини-тракторы, мотоблоки и т.п. В связи с возрастающими требованиями к допустимому уровню шума и вибраций в перспективных конструкциях двигателей рассматриваемого класса необходимо предусматривать меры, устраняющие один из недостатков двигателей с малым числом цилиндров — плохую уравновешенность сил инерции поступательно движущихся масс кривошипно-шатунного механизма. Прежде всего должны быть уравновешены силы инерции первого порядка.

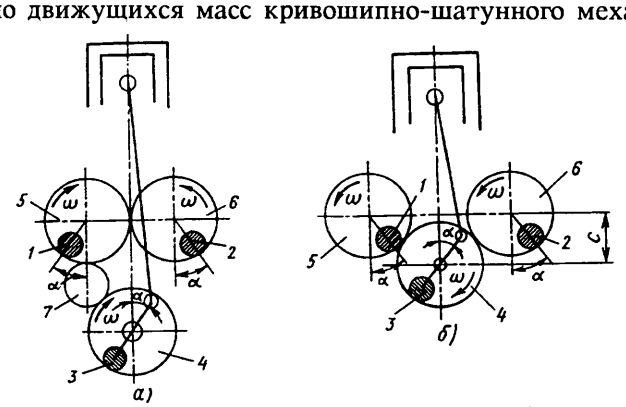


Рис. 1. Схемы уравновешивающих механизмов: Ланчестера (а) и фирмы "Дайхацу" (б):
1 и *2* — противовесы дополнительных валов; *3* — противовес коленчатого вала; *4* — ведущая шестерня, установленная на коленчатом валу; *5* и *6* — шестерни привода дополнительных валов; *7* — паразитная шестерня

Для этой цели помимо универсального метода Ланчестера используют его модификацию, разработанную японской фирмой "Дайхацу". В уравновешивающем механизме Ланчестера валы, несущие противовесы *1* и *2* (рис. 1, *а*), должны вращаться в противоположные стороны с той же (по абсолютной величине) угловой скоростью, что и коленчатый вал. В механизме "Дайхацу" функции одного из уравновешивающих валов выполняет коленчатый вал, у которого для этого увеличивают выносные противовесы *3* (рис. 1, *б*). Второй вал механизма Ланчестера заменяют двумя валами, вращающимися в одну и ту же сторону — с уменьшением в 2 раза статического момента противовесов *1* и *2*. В обоих методах валы уравновешивающего механизма должны быть расположены симметрично относительно продольной плоскости двигателя.

Два преимущества модифицированного механизма перед механизмом Ланчестера очевидны. Одно из них — более простой привод дополнительных валов, для которого достаточно трех одинаковых шестерен. (Шестерня *4* на коленчатом валу находится в зацеплении с шестернями *5* и *6*, каждая из которых сидит на одном из дополнительных валов). В механизме Ланчестера шестерня на коленчатом валу не может находиться в зацеплении с шестерней того из дополнительных валов, который вращается в ту же сторону. Это заставляет увеличивать общее число шестерен привода валов уравновешивающего механизма как минимум до четырех (используя паразитную шестерню *7*) или применять какой-либо другой способ усложнения конструкции. (Например, можно при сохранении только трех шестерен увеличить длину зуба той из них, которая находится в зацеплении с шестерней коленчатого вала. При этом появляется возможность сдвинуть шестерню дополнительного вала, вращающуюся в ту же сторо-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

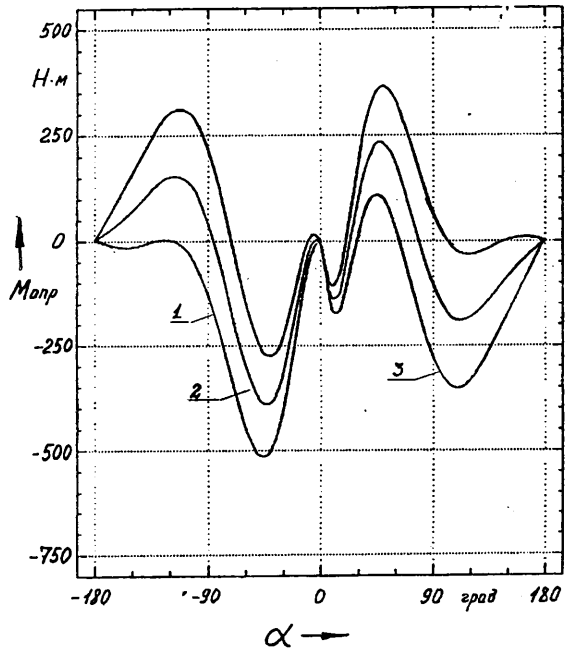


Рис. 2. Влияние расположения валов уравновешивающего механизма на опрокидывающий момент двухцилиндрового дизеля на номинальном режиме:
1 — c = 50 мм; 2 — c = 25 мм; 3 — c = 0

ну, что и коленчатый вал, в осевом направлении и вывести ее из зацепления с шестерней коленчатого вала.)

Второе преимущество механизма, разработанного фирмой "Дайхацу", — отмеченное выше уменьшение в 2 раза статического момента противовесов *1* и *2* дополнительных валов. Это позволяет сократить размеры противовесов и упрощает размещение уравновешивающего механизма на двигателе. Следует, однако, учитывать, что это преимущество связано с необходимостью увеличения выносных противовесов *3* коленчатого вала.

Еще одно достоинство, приписываемое модифицированному уравновешивающему механизму, — возможность уменьшения максимального (по абсолютной величине) опрокидывающего момента двигателя за счет момента от сил инерции противовесов коленчатого и дополнительного валов, действующего вокруг оси коленчатого вала, — требует более детального рассмотрения.

Сила инерции первого порядка одноцилиндрового двигателя равна $mr\omega^2\cos\alpha$ (m — величина поступательно движущихся масс в цилиндре, r — радиус кривошипа, ω — угловая скорость вращения коленчатого вала, α — угол поворота кривошипа от его положения при ВМТ поршня). Для ее уравновешивания сила инерции выносных противовесов *3* коленчатого вала должна равняться $mr\omega^2/2$, а противовесов *1* и *2* дополнительных валов — $mr\omega^2/4$ (в двухцилиндровом двигателе с параллельными кривошипами все величины перечисленных сил должны быть удвоены). Линия действия сил инерции противовесов *3* должна быть параллельна кривошипу и направлена в противоположную сторону. Противовесы *1* и *2* следует установить таким образом, чтобы в положениях, соответствующих мертвым точкам поршня, их силы инерции имели то же направление, что и силы инерции противовесов *3*.

При указанных величинах и направлении сил инерции противовесов равнодействующая их проекций на ось цилиндра двигателя (вертикальная составляющая суммарной силы инерции противовесов) уравновесит силу инерции первого порядка поступательно движущихся масс, так как равна ей по величине и противоположно направлена. Горизонтальные составляющие сил инерции противовесов создадут момент $M_п$, стремящийся повернуть двигатель вокруг оси коленчатого вала. Величина момента $M_п = cmr\times\omega^2\sin\alpha$ (c — вертикальное смещение дополнительных валов — расстояние от плоскости, проходящей через оси валов уравновешивающего механизма, до оси коленчатого вала).

Влияние $M_п$ на суммарный опрокидывающий момент двигателя $M_{опр}$ иллюстрируют графики, приведенные на рис. 2—4. На них представлены результаты расчетов, выполненных для двух двухцилиндровых четырехтактных двигателей одинаковой размерности (S = 89,5 мм, D = 82 мм) с рядным расположением цилиндров и параллельными кривошипами: для дизеля со степенью сжатия 17,5, частотой вращения коленчатого вала на номинальном режиме 3600 мин$^{-1}$, бензинового двигателя со степенью сжатия 10 и номинальным скоростным режимом 5000 мин$^{-1}$.

Расчеты были проведены для различных режимов работы двигателей и при трех значениях вертикального смещения валов уравновешивающего механизма фирмы "Дайхацу": 50 мм, 25 мм и 0. (В последнем случае $M_п$ = 0, т.е. по влиянию на опрокидывающий момент двигателя воспроизводится ситуация, соот-

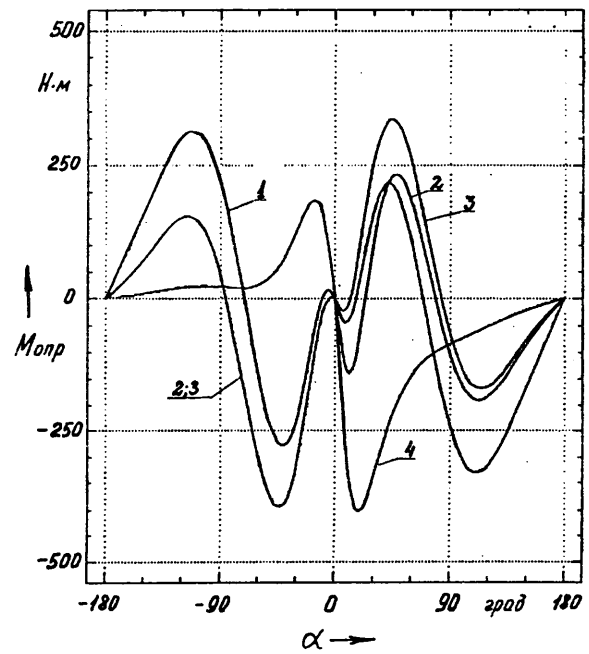


Рис. 3. Зависимость опрокидывающего момента двухцилиндрового дизеля от режима его работы:
1 — n = 3600 мин$^{-1}$, холостой ход, c = 0; 2 — n = 3600 мин$^{-1}$, полная нагрузка, c = 25 мм; 3 — n = 3600 мин$^{-1}$, холостой ход, c = 25 мм; 4 — n = 1200 мин$^{-1}$, полная нагрузка, c = 25 мм

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

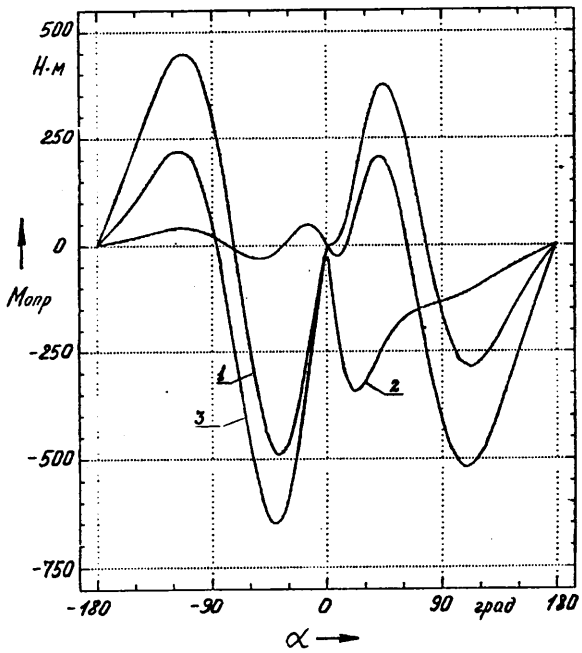


Рис. 4. Зависимость опрокидывающего момента двухцилиндрового бензинового двигателя от скоростного режима (полная нагрузка):
1 — n = 5000 мин$^{-1}$, c = 0; *2* — n = 2000 мин$^{-1}$, c = 25 мм; *3* — n = 5000 мин$^{-1}$, c = 25 мм

ветствующая уравновешивающему механизму Ланчестера.)

Кривые, изображенные на рис. 2, свидетельствуют о том, что на номинальном режиме работы исследованного двухцилиндрового дизеля благоприятные величины смещения c лежат в диапазоне от 0 до 25 мм. В первом случае несколько меньше наибольшая величина $|M_{опр}|$, во втором — амплитуда $M_{опр}$. При c = 50 мм оба указанных параметра заметно растут. Очевидно, что такой же негативный результат принесет смещение валов уравновешивающего механизма вниз, когда $c < 0$.

Рис. 3 иллюстрирует влияние режима работы дизеля на характер изменения по углу поворота кривошипа суммарного опрокидывающего момента. При одном и том же смещении c = 25 мм наибольшая величина $|M_{опр}|$ получилась при работе дизеля с полной нагрузкой на низком скоростном режиме (кривая *4*). Почти такая же величина $|M_{опр}|_{max}$ — при работе без нагрузки на номинальном скоростном режиме, когда оказалась максимальной амплитуда $M_{опр}$ (кривая *3*). Заслуживает внимания то, что при уравновешивании этого двигателя методом Ланчестера как амплитуда $M_{опр}$, так и максимальная величина $|M_{опр}|$ уменьшаются (кривая *1*).

На рис. 4 аналогичные результаты приведены для бензинового двигателя. Уменьшение сил давления газов в цилиндрах и возрастание сил инерции вследствие более высокого скоростного режима послужили причиной того, что наибольшие значения $|M_{опр}|$ и амплитуды $M_{опр}$ получились на номинальном скоростном режиме двигателя (кривые *1* и *3*). Как и в предыдущем случае, уравновешивание двигателя методом Ланчестера, которому соответствует кривая *1*, заметно уменьшает оба рассматриваемых фактора нагруженности опор силового агрегата.

Следует отметить, что у двигателей с мягкой подвеской (в том числе у всех автомобильных двигателей) неравномерность опрокидывающего момента оказывает наибольшее влияние на низких скоростных режимах, когда возможны резонансные колебания силового агрегата, вызванные самой низкой гармоникой возмущения (в рассматриваемом случае — первой). Однако на этих режимах силы инерции малы, основное значение имеет составляющая суммарного опрокидывающего момента, вызванная силами давления газов в цилиндрах двигателя, и величина смещения c не может заметно отразиться на возмущающем воздействии, а следовательно, и на колебаниях силового агрегата.

Изложенный выше анализ целесообразно дополнить некоторыми конкретными результатами, полученными при конструкторской проработке сопоставляемых вариантов уравновешивающего механизма для двухцилиндрового дизеля.

Из соображений, связанных с общей компоновкой двигателя, противовесам дополнительных валов была придана форма полуцилиндров. При использовании механизма Ланчестера наружный диаметр этих противовесов (при заданной их длине) должен был равняться 79 мм, у альтернативного варианта — только 63 мм, что существенно упрощало их размещение на двигателе.

У проектируемого дизеля, как и у многих других двухцилиндровых двигателей с параллельными кривошипами, центробежные силы инерции вращающихся масс кривошипно-шатунного механизма не удается полностью уравновесить противовесами, размещенными на продолжениях щек коленчатого вала. Поэтому, даже при отсутствии уравновешивающего механизма, нужны выносные противовесы коленчатого вала. Их обычно размещают на маховике и на шкиве вентилятора, установленном на носке коленчатого вала. Противовес на маховике получается удалением металла с его диска, а противовес на шкиве, наоборот, утолщением части диска.

Необходимость увеличить статический момент противовеса на маховике при уравновешивании проектируемого дизеля методом фирмы "Дайхацу" не вызвала осложнений. Для этого потребовалось только углубить выемку в диске маховика, имевшую форму сегмента круга (радиус круга 134 мм, высота стрелки сегмента 64 мм), с 4,8 до 7,95 мм. Но с другим выносным противовесом возникли трудности. Первоначально выбранные размеры шкива вентилятора были достаточны для размещения противовеса, предназначенного только для уравновешивания центробежных сил (т.е. при использовании механизма Ланчестера). Но они не позволяли разместить противовес с увеличенным более чем на 60 % статическим моментом, необходимым для уравновешивания дизеля по методу фирмы "Дайхацу". Потребовалось изменить конфигурацию шкива и, в частности, увеличить его наружный диаметр.

Нужно также отметить, что при использовании уравновешивающего механизма фирмы "Дайхацу" возрастают центробежные нагрузки на крайние ко-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ренные подшипники коленчатого вала. Для проектируемого дизеля на номинальном режиме этот рост составил 3,4 кН. Отмеченный недостаток в некоторой степени компенсируется уменьшением нагрузки на каждую из опор дополнительных валов — на одну четверть указанной выше величины.

Обобщая результаты сопоставления двух механизмов уравновешивания сил инерции первого порядка, можно прийти к выводу о том, что для малоразмерных двигателей рассмотренного типа достоинства механизма, разработанного фирмой "Дайхацу", перевешивают его недостатки. При компоновке этого механизма следует учитывать, что вертикальное смещение дополнительных валов относительно оси коленчатого вала не приводит к заметному снижению нагрузок на опоры коленчатого вала и возмущений, вызывающих колебания силового агрегата. Однако небольшое положительное смещение не ухудшает указанные параметры и поэтому допустимо.

АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

УДК 629.114.4:621.43

ДВИГАТЕЛЬ ДОЛЖЕН БЫТЬ ПРИСПОСОБЛЕН К ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ

А.А. КИРПИЧНИКОВ
НИЦИАМТ

Очевидно, что каждый вновь создаваемый грузовой автомобиль должен быть приспособлен к выполнению транспортной работы лучше, чем его предшественник. И, естественно, выполнять ее при меньших затратах на эксплуатацию, в том числе на техническое обслуживание и текущий ремонт. В этом смысле неоценимую помощь конструктору оказывает информация о результатах испытаний серийно выпускаемых грузовых автомобилей различных грузоподъемности и стран-изготовителей: она позволяет выявить не только тенденции развития конструкций, но и наиболее перспективные с любой точки зрения конструкторские решения. В том числе, разумеется, и обеспечивающие минимальные эксплуатационные расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт АТС у потребителя.

Такую информацию дает НИЦИАМТ. Как это делается и что это за информация, покажем на примере двигателей грузовых автомобилей, т.е. наиболее сложных, а следовательно, и трудоемких при техническом обслуживании и текущем ремонте агрегатов.

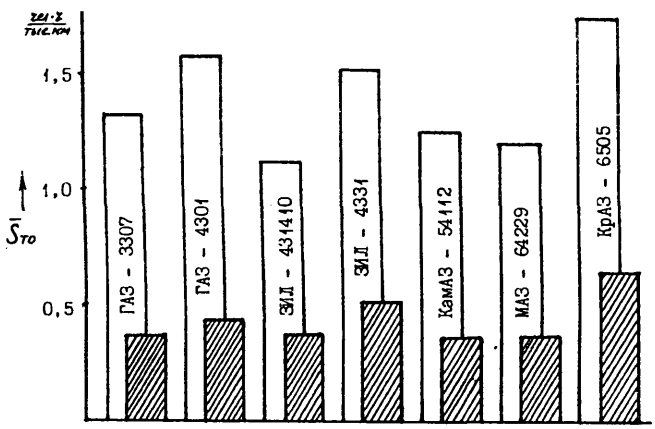


Рис. 1. Удельная оперативная трудоемкость технического обслуживания двигателей в составе автомобилей

Если взять данные по удельной оперативной трудоемкости технического обслуживания — один из основных показателей эксплуатационной технологичности, то оказывается (рис. 1), что на двигатель приходится 24—38 % общей трудоемкости обслуживания автомобиля. Причем дизель в этом смысле менее выгоден, чем бензиновый двигатель. Это особенно хорошо видно при сравнении автомобилей одного автозавода. Например, трудоемкость технического обслуживания дизеля автомобиля ГАЗ-4301 на 11 % больше, чем бензинового двигателя автомобиля ГАЗ-3307; у дизеля автомобиля ЗИЛ-4331 она на 14 % больше, чем у двигателя автомобиля ЗИЛ-43410.

За счет чего это происходит? Ответ на вопрос дает рис. 2 — гистограмма типового распределения удельной оперативной трудоемкости технического обслуживания бензинового двигателя (*а*) и дизеля (*б*). Из него, в частности, видно, что наибольшее увеличение трудоемкости приходится на систему питания дизеля. Это и понятно. На дизеле стоят такие сложные узлы, как ТНВД и форсунки, которые обслуживаются со снятием их с двигателя (с разгерметизацией системы питания) и сопряжены с длительной регулировкой. Кроме того, система питания дизеля требует квалифицированного контроля угла опережения впрыскивания топлива, замены топливных фильтров, слива конденсата и т.д.

Тем не менее разные дизели имеют неодинаковые показатели трудоемкости обслуживания и эксплуатационной технологичности в целом. Это зафиксировано в табл. 1, где приведены результаты исследований

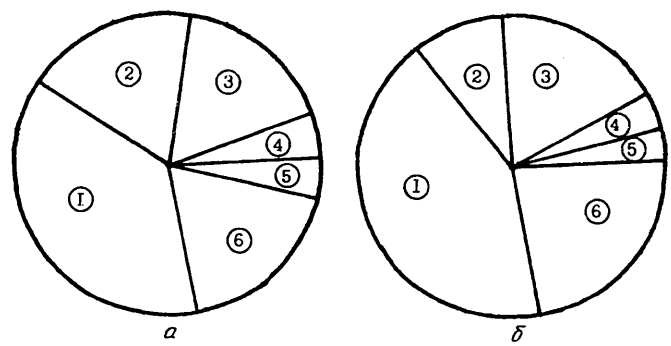


Рис. 2. Распределение оперативной трудоемкости обслуживания бензиновых двигателей (а) и дизелей (б) по системам:
1 — питания; *2* — охлаждения; *3* — электрооборудования; *4* — смазки; *5* — впуска и выпуска; *6* — прочим узлам

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 1

Автомобиль	Дизель	Характеристика дизеля			Оперативная трудоемкость технического обслуживания		
		рабочий объем, л	число расположения цилиндров	мощность, кВт (л.с.)	суммарный объем всех операций, чел.-ч.	за пробег 200 тыс. км, чел.-ч.	удельная, чел.-ч./тыс. км
ГАЗ-4301	ГАЗ-542.10	6,23	Р6	92 (125)	9,0	52,6	0,26
ЗИЛ-4331	ЗИЛ-645	8,74	V8	136 (185)	8,4	73,2	0,39
КамАЗ-5325	КамАЗ-7403.10	10,85	V8	191 (260)	7,8	70,1	0,33
"Форд-1217"	"Камминз-175"	6,10	V8	120 (163)	4,8	20,8	0,14
МАЗ-5551	ЯМЗ-236М	11,15	V6	132 (180)	10,2	77,4	0,46
МАЗ-5432	ЯМЗ-238П	14,86	V8	206 (280)	10,8	62,1	0,44
МАЗ-6422	ЯМЗ-238Б	14,86	V8	220 (299)	9,4	58,5	0,42
КрАЗ-260	—	14,86	V8	220 (299)	12,8	166,4	0,88
"Мерседес-Бенц-2238"	ОМ 422LA	14,62	V8	276 (375)	4,4	49,1	0,21
"Скания-142"	Д М.06.L02	14,20	V8	285 (388)	3,6	16,8	0,15
"Вольво Ф-1227"	ТД 120 FC	12,0	Р6	281 (382)	4,6	37,6	0,19

двух групп отечественных и зарубежных дизелей в НИЦИАМТе.

Из таблицы следует, что в группе дизелей рабочим объемом до 11 л лучшие показатели имеет "Камминз-175": у него общая трудоемкость в 1,6—1,8 раза, суммарные затраты на техническое обслуживание за пробег 200 тыс. км в 2,5—3,5 раза и удельная оперативная трудоемкость за ресурс в 1,8—2,7 раза меньше, чем у других. В группе дизелей рабочим объемом 11—15 л лучшие показатели у двигателей западно-европейских фирм. Причин этого три.

Первая из них состоит в том, что предприятия-изготовители дизелей в России и странах СНГ предусматривают больший, чем западно-европейские производители, объем работ по обслуживанию. И прежде всего потому, что у нас совсем другие условия эксплуатации: худшие, чем за рубежом, покрытия дорог, иные рельеф и климат, не столь высококачественные эксплуатационные материалы (топливо, масла и смазки). Поэтому на наших АТС чаще, чем на зарубежных, приходится сливать отстой и заменять фильтрующие элементы топливных фильтров, регулировать ТНВД и топливные форсунки, менять масло, контролировать крепежные детали, особенно обеспечивающие герметичность систем, и т.д. Более того, в руководствах по эксплуатации многих зарубежных моделей и такие операции даже не предусмотрены. Хотя опыт работы, к примеру, грузовых автомобилей "Мерседес-Бенц-2238" и "Вольво-1227" показал: в условиях России перечень обязательных операций технического обслуживания для них нужно расширять по трудоемкости обслуживания дизелей — на 10—18 %.

Таким образом, рассматриваемая причина большой трудоемкости обслуживания отечественных дизелей (и не только их, разумеется) носит явно объективный характер. Для ее устранения нужны время, средства

Таблица 2

Пробег для ТО, тыс. км	Вид технического обслуживания (цикл ТО)								
	ТО-1	2ТО-1	ТО-2	2ТО-2	4ТО-2	СО	2СО	$ДО_1$	$ДО_2$
8	▨								
16	▨	▨							
24	▨		▨						
32	▨	▨						▨	
40	▨								
48	▨	▨	▨	▨		▨			
56	▨								
64	▨	▨						▨	
72	▨		▨						
80	▨	▨							
88	▨								
96	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
100	▨								

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 3

Элементы конструкции	Типовые решения
Обеспечивающие доступность двигателя	Откидные кабины и оперение; легкосъемные панели, крышки, лючки
Облегчающие контроль систем двигателя при осмотре	Прозрачные дозирующие бачки систем смазки и охлаждения; корпуса топливных фильтров из пластмасс
Обеспечивающие удобство технического обслуживания	Заливные горловины систем смазки и охлаждения с увеличенной пропускной способностью; возможность использования вакуумных установок для отсоса масла из картера; хомуты шлангов гидросистем с фиксированной и плавной регулировкой усилия
Увеличивающие периодичность технического обслуживания	Фильтры в системе охлаждения; многоступенчатые системы очистки воздуха и топлива, влагоотделители и подогреватели в системе топливоподачи; серийные и перспективные самостопорящиеся крепежные детали
Бортовые системы контроля	Датчики контроля уровня масла и охлаждающей жидкости; индикаторы засоренности топливных, воздушных и масляных фильтров
Несмазываемые узлы	Сочленения тяг приводов; подшипники узлов системы электрооборудования
Автоматически регулируемые узлы	Дозирующие устройства системы смазки; компенсаторы рабочих зазоров в системе газораспределения; натяжные элементы приводных ремней
Необслуживаемые узлы	Бесконтактные системы зажигания; топливные насосы высокого давления; форсунки

и многое другое. Причем в масштабах не столько отрасли, сколько государства.

Вторая причина — излишне усложненная система технического обслуживания двигателей. Например, в табл. 2 приведена планово-предупредительная система технического обслуживания дизеля ЯМЗ-238. Из нее видно, что полный цикл его обслуживания составляет 96 тыс. км пробега и состоит из десяти видов технического обслуживания, имеющих различные наборы операций и соответственно трудоемкость. В течение этого пробега выполняются 32 различных ТО (ТО-1, ТО-2), сезонные (СО) и дополнительные (ДО), причем интервал их выполнения не изменяется в зависимости от интенсивности эксплуатации дизеля. Другими словами, наши автозаводы предусматривают максимальные объемы работ. У зарубежных моделей (скажем, тех, что приведены в табл. 1) при той же системе ТО предусматриваются от трех до шести видов обслуживаний. Более гибки зарубежные фирмы и в отношении объемов работ. Так, сезонное обслуживание обязательно не для всех моделей; периодичность видов ТО при больших годовых пробегах, если двигатель эксплуатируется в хороших условиях, может увеличиваться, если в плохих — сокращаться как по срокам, так и по пробегам и даже по сумме оборотов коленчатого вала (в случае стационарного использования двигателя).

К этому можно добавить, что некоторые фирмы начинают переход на ТО только по техническому состоянию двигателя, т.е. на систему, при которой и сроки (периодичность), и сам набор операций при обслуживании определяются бортовой ЭВМ и затем лишь уточняются при стационарной диагностике. То есть вторая причина носит скорее организационно-технический характер и в значительной мере связана с тем, что выпускаемые автомобили не предназначаются для конкретных условий эксплуатации: одна и та же модель или модификация может попасть на Крайний Север и в пески Средней Азии, в город и в село.

Третья причина повышенных затрат при эксплуатации состоит в том, что создатели и двигателей, и автомобилей мало заботятся об их эксплуатационной технологичности. В первую очередь, таких ее сторонах, как доступность и удобство технического обслуживания и текущего ремонта, сокращение выполняемых при них объемов работ или исключение необходимости в таких работах.

В качестве примера можно привести трудоемкость обслуживания дизеля ЯМЗ-238Б при его установке на автомобилях МАЗ и КрАЗ: суммарный объем всех операций и удельная оперативная трудоемкость ТО за ресурс в случае КрАЗа оказываются значительно (первый — в 1,3, вторая — в 2,1 раза) выше, чем у МАЗа. И это только из-за легкости доступа к дизелю, поскольку у первого автомобиля применена компоновка "откидная кабина над двигателем", а у второго — "откидной капот и съемные боковые панели".

Вообще надо сказать, что обеспечить оптимальные затраты на обслуживание и ремонт при "классической" компоновке автомобиля (впереди моторный отсек, кабина за двигателем) добиться трудно. Однако опыт НИЦИАМТа свидетельствует: и в этом случае добиться чего-то все-таки можно. Например, трудоемкость можно снизить, если двигатель сделать рядным. Меньше она и у двигателя с воздушным охлаждением, и при отсутствии капсюлирования, при увеличенном угле откидывания капота, съемных боковых панелях, наличии лючков и т.п. Поэтому, если уж конструктор автомобиля выбрал компоновку с откидным капотом, то он обязан продумать и эти вопросы. Потому что внести изменения в уже выполненную конструкцию чрезвычайно трудно. Хотя это делать приходится, о чем говорит опыт совместной доводки АТС заводами-изготовителями и НИЦИАМТом. И результаты получаются всегда достаточно весомые.

Взять, например, автомобили ГАЗ-4301 и ГАЗ-4509 с дизелем ГАЗ-542.10.

При их разработке конструкторы ориентировались на существующую и наиболее распространенную в стране и за рубежом планово-предупредительную систему технического обслуживания и текущего ремонта, при которой либо "кто производит, тот и обслуживает", либо второе делает сам потребитель через не зависимую от автозавода сеть предприятий обслуживания. Значит, их (конструкторов) задача сводилась к тому, чтобы, с одной стороны, затраты на обслуживание и ремонт двигателя не превосходили установленные нормативными документами, с другой — уровень надежности двигателя был возможно более высоким.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 4

Тип двигателя	Автомобиль		Периодичность ТО, тыс. км. пробега		Удельная оперативная трудоемкость ТО, чел.-ч./тыс. км
	класс	полезная нагрузка, т	ТО-1	ТО-2	
Бензиновый Дизель	Особо малый	1,0—1,5 То же	10—20 То же	20—40 То же	До 0,12 То же
Бензиновый Дизель	Малый То же	1,5—3,0 То же	10—20 То же	20—40 То же	0,12—0,15 0,14—0,18
Дизель	Средний	4,0—8,0	10—15	20—30	0,15—0,20
Дизель	Большой	8,0—12,0	10—15	20—30	0,18—0,20

Задача, с точки зрения принципов ее решения, как видим, довольно простая: чтобы уменьшить трудоемкость, во-первых, следует избегать работ, не повышающих надежность двигателя; во-вторых, чем чаще требуется обслуживать узел, тем он больше должен быть приспособлен к этому. Однако при практическом ее решении пришлось проделать многое. Так, в ходе испытаний автомобилей в НИЦИАМТе были уточнены режимы технического обслуживания. В частности, перераспределены трудоемкости ТО-1 и ТО-2. В итоге удельная оперативная трудоемкость ТО-1 снизилась, а ТО-2, наоборот, увеличилась, суммарная же уменьшилась с 0,4 до 0,26 чел.-ч/тыс. км. Кроме того, для увеличения надежности работы автомобиля между ТО пришлось увеличить (со 124 до 134) количество контролируемого крепежа, а сроки замены масла без снижения надежности довести до 10 тыс. км пробега.

Было внесено и 10 изменений в конструкцию автомобиля, влияющих на удобство работы исполнителей в моторном отсеке. В том числе введены легкосъемные нижние брызговики, обеспечивающие доступ к подогревателю и масляному фильтру, откидная передняя панель для контроля и долива масла в двигатель и т.д.

В данном случае, как и во многих других, специалисты воспользовались разработанным на основе многолетнего опыта НИЦИАМТа альбомом-каталогом наиболее оригинальных отечественных и зарубежных конструкторско-технологических решений, снижающих трудоемкость обслуживания двигателей. Например, только типовые конструкторские решения, широко применяемые за рубежом (табл. 3), как показывают расчеты, снижают трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта двигателей на 50—70 %.

Кроме типовых, существует и множество других конструктивных решений, используемых отдельными фирмами.

Так, прозрачные корпуса фильтров грубой очистки топлива позволяют визуально контролировать наличие посторонних примесей и конденсата ("Рено"); сажевые фильтры в выпускных системах снижают дымность дизелей (МАН); дополнительные встроенные фильтры в форсунках увеличивают периодичность их регулировки (ДАФ); датчики контроля компрессии в цилиндрах позволяют определять техническое состояние цилиндропоршневой группы (ФИАТ) и т.д. Все более широкое применение находит принудительная замена тех элементов конструкции, которые имеют ограниченный ресурс: кроме фильтрующих элементов масляных и воздушных фильтров через определенный пробег сейчас заменяют топливные фильтры и фильтры в системах охлаждения, приводные ремни, свечи зажигания, контакты прерывателя, прокладки крышек головок блоков.

Исследования, выполненные НИЦИАМТом, выявили и многие другие резервы повышения эксплуатационной технологичности двигателей. Например, такой, как унификация и рациональность элементов конструкции, задействованных при техническом обслуживании.

Например, совершенно очевидно, что на трудоемкость замены масла в двигателе влияют диаметры сливного и заливного отверстий и вместимость картера. По этой логике следовало ожидать, что чем больше емкость, тем большие будут диаметры этих отверстий. Причем сливное может быть меньше, так как сливается теплое масло. Однако оказалось, что никакой связи между этими элементами не наблюдается. Так, у двигателя ЗИЛ-508 диаметр сливного отверстия — 32 мм при объеме системы смазки 8,5 л, у ЯМЗ-238 — 25 мм при 37 л. То же самое можно сказать и о системах охлаждения: диаметр сливного отверстия у большинства АТС составляет 9—11 мм, хотя их объем варьируется от 23 до 45 л.

Рассмотренные выше данные по приспособленности двигателей грузовых автомобилей к техническому обслуживанию и текущему ремонту — лишь часть результатов исследований, проводимых НИЦИАМТом. Есть и другие. В частности, такие, систематизация которых позволяет выявить тенденции и перспективы работ в этой области. Например, каковы будут затраты на техническое обслуживание двигателей грузовых автомобилей у передовых зарубежных фирм в ближайшие 8—10 лет (табл. 4). А это уже данные, которые не могут не учитывать наши конструкторы двигателей.

Уважаемые читатели!

По всем вопросам, касающимся размещения рекламных материалов в журнале "Автомобильная промышленность", звоните в редакцию по телефонам 298-89-18 и 928-48-62 или направляйте по адресу: 103012, Москва, Ветошный пер., 13, комн. 424.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 621.615:621.43.006.9

АППАРАТ С ЭРЛИФТНЫМ ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ

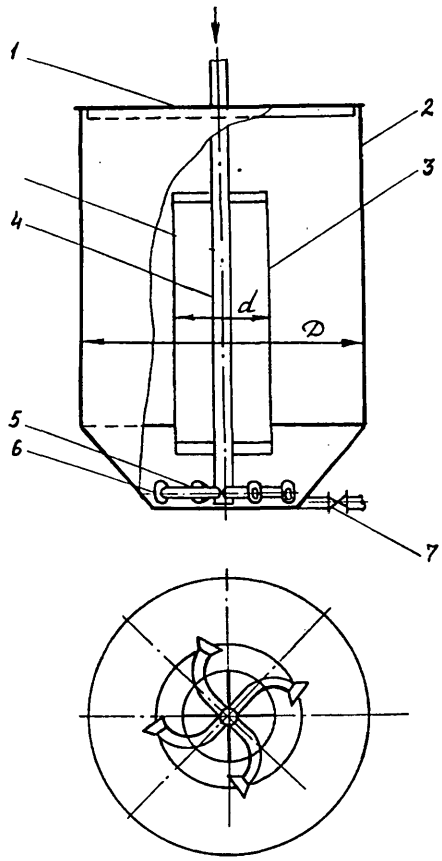
Канд. техн. наук Л.С. ВОЛКОВИЧЕР, Б.Э. КЛЕЦКИН, А.В. ШЕЛГАЕВА, Ю.Л. ВОЛКОВИЧЕР, А.Н. КУЛИК

Челябинский государственный технический университет

Одной из проблем, с которой приходится сталкиваться на авторемонтных предприятиях с мелкосерийным производством, является механизация приготовления различных смесей и красок, имеющих высокую однородность. Используемые в настоящее время механические и эрлифтные смесители имеют довольно сложные, металлоемкие и ненадежные конструкции, не обеспечивающие зачастую необходимую однородность смеси. Этих недостатков не имеет аппарат с эрлифтным перемешиванием, разработанный в Челябинском государственном техническом университете (а.с. № 1784263, РФ).

Аппарат (см. рисунок) работает следующим образом. В корпус *2*, нижняя часть которого представляет собой усеченный конус, через окно в крышке *1* загружают все ингредиенты. Одновременно в него через расположенную внутри эрлифтной трубы *3* газоподводящую трубу *4* и распределитель *5*, состоящий из расположенных в одной плоскости и расходящихся радиально трубок со сменными диффузорами *6* на концах, подают небольшое количество сжатого воздуха. После окончания загрузки давление воздуха увеличивают до рабочего. Образующаяся в пространстве между стенкой корпуса *2* и расположенной соосно с ним эрлифтной трубой *3* газожидкостная смесь имеет значительно меньшую плотность, чем смесь в трубе *3*. Благодаря этому в аппарате возникает циркуляция газожидкостной смеси с восходящим ее движением в пространстве между стенкой корпуса и эрлифтной трубой и нисходящим — в самой эрлифтной трубе. Ингредиенты перемешиваются. Кроме того, сжатый воздух, выходя из диффузоров *6*, придает слою смеси определенной высоты вращательное движение. Возникающие центробежные силы перемещают этот слой к стенке корпуса, освобождая место слоям, находящимся ближе к центру аппарата и выше первого слоя, что создает дополнительное перемешивание. Воздух, выходя расширяющейся струей из диффузоров, которые располагаются практически на дне аппарата, приводит в движение нижние слои смеси, препятствуя оседанию сыпучих ее ингредиентов. Нижняя часть корпуса выполнена в виде усеченного конуса тоже не случайно: благодаря этому уменьшаются размеры "мертвой зоны" аппарата, а восходящий поток смеси перемещается расширяющимся фронтом, что также способствует повышению однородности перемешиваемой массы.

Готовая смесь выпускается через кран *7* или выливается через верх аппарата, как из ведра.



При прочих равных условиях интенсивность перемешивания, а следовательно, однородность массы будут зависеть от давления сжатого воздуха, т.е. плотности газожидкостной смеси: при повышении давления увеличивается газосодержание восходящего потока, значит, и движущая сила эрлифта, а также скорость вращения слоя смеси и центробежная сила, действующая на него, благодаря чему и увеличивается интенсивность перемешивания.

При постоянной плотности газожидкостной смеси восходящего потока интенсивность перемешивания зависит от соотношения объемов перемешиваемой массы в эрлифтной трубе и в пространстве между трубой и стенками корпуса аппарата, а оно, в свою очередь, зависит от диаметра эрлифтной трубы. Но известно, что при прочих равных условиях наилучшее перемешивание достигается тогда, когда перемешиваются массы, имеющие одинаковые объемы. Поэтому подсчитать внутренние диаметры эрлифтной трубы и корпуса аппарата при выбранной высоте столба перемешиваемой массы труда, очевидно, не составляет. Их соотношение равно 1:1,4.

Испытание аппарата при получении красок на основе пылевидного кварца и асбеста показало его хорошую работоспособность. При этом смешиваемая масса была достаточно однородной — плотность смеси, получаемой в разных опытах, отличается не более чем на 2 %.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ

Гильзы цилиндров и поршни ДВС, цилиндры и штоки гидропневмоприводов — подобные детали, как известно, должны быть изготовлены с высокой точностью, иметь ровные поверхности, обладающие определенными свойствами. От этого зависит не только эффективность работы узла, но и его долговечность. И хотя работа над данной проблемой ведется давно и успешно, технологи предлагают все новые и новые ее решения.

УДК 621.9.144

Для упрочнения пневмоцилиндров

Канд. техн. наук А.В. ЩЕДРИН,
Г.В. ТАРАНЕНКО
Отделение МАМИ при АО "ЛиАЗ"

АО "Демиховский машиностроительный завод" начинает производство пневмоцилиндров открывания дверей вагонов пригородных электропоездов. Основные функциональные элементы пневмоцилиндра (рис. 1) — собственно цилиндр (*а*) и его шток (*б*). В качестве заготовок используются соответственно шовно-сварная труба и калиброванный пруток. Базовая технология обработки отверстия цилиндра предусматривает операции комплектного зенкерования и раскатывания, а штока — операции многопроходного бесцентрового шлифования. Как показал анализ, такая технология не обладает оптимальной эффективностью. В частности, с точки зрения затрат на технологическое оборудование и обрабатывающий инструмент, а также количества операционного брака и производительности труда. Кроме того, она реализует "индивидуальный способ получения заданных параметров качества поверхностного слоя деталей", который определяется квалификацией оператора и наладчика. Метод бесцентрового шлифования штока к тому же дает шаржирование поверхности детали частицами абразива и формирует неблагоприятное расположение следов обработки, что отрицательно сказывается на эксплуатационных параметрах узла.

Учитывая все это, а также используя накопленный теоретико-экспериментальный и производственный опыт, специалисты отделения МАМИ при АО "ЛиАЗ" синтезировали более эффективные методы комбинированной обработки функциональных элементов пневмоцилиндров — деформирующе-режущее протягивание и редуцирование. В качестве оборудования, на базе которого компоновались обрабатывающие модули, реализующие операции комбинированного протягивания и редуцирования, они использовали "стандартный" горизонтально-протяжной станок мод. 7-Б56.

Технологическая оснастка для операции комбинированного протягивания отверстия цилиндра (рис. 2) включает обойму *3*, обрабатывающий инструмент — базовую оправку *7* с рабочими элементами *2*, на контактных поверхностях которых выполнен регулярный микрорельеф *8*, осуществляющий как деформирующее (выглаживающее), так и режущее (в режиме "микрорезания") воздействие на обрабатываемый материал.

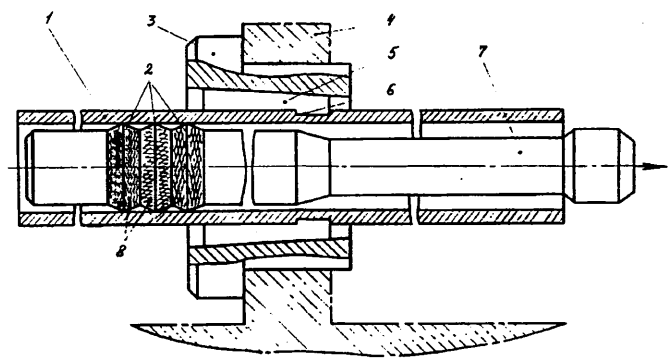


Рис. 2

Обрабатываемая заготовка *1* цилиндра по технологической канавке *6* устанавливается в конические полумуфты *5*, а затем последняя — в обойму *3*, закрепленную на лобовой плите *4* станка. Дальше — собственно обработка.

Устройство рабочей зоны обрабатывающего модуля для операции комбинированного редуцирования на-

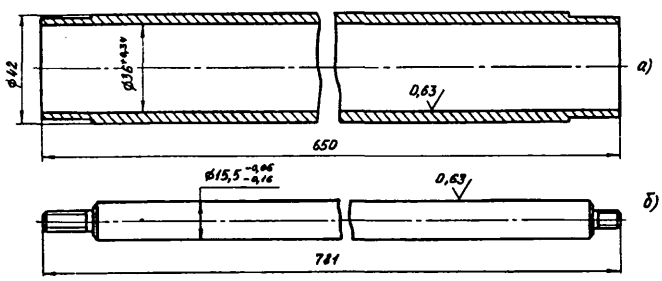


Рис. 1

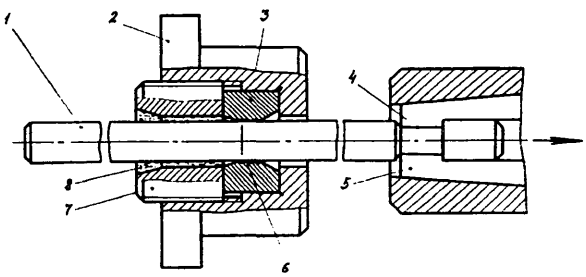


Рис. 3

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ружной поверхности штока пневмоцилиндра представлено на рис. 3. Как из него видно, технологическая оснастка состоит в данном случае из обоймы *2*, аналогичной показанной на рис. 2, стакана *7*, в котором крепятся рабочие элементы инструмента — фильеры *3* и заодно выполнена щелевая насадка *8*. На контактных поверхностях фильер выполнен регулярный микрорельеф *6*, комбинированно воздействующий на обрабатываемый материал. Щелевая насадка обеспечивает в зоне обработки более благоприятный режим гидродинамического трения. Обрабатываемая заготовка *1* крепится по технологической канавке *4* в конических полумуфтах *5* тягового патрона станка.

Статистический анализ некоторых параметров качества поверхностного слоя цилиндров и штоков показал следующее.

Обработанные поверхности по шероховатости (*Ra*) распределяются так: у 33 % штоков цилиндров она располагается в диапазоне 0,08—0,14 мкм; у 50 % — в диапазоне 0,14—0,20; у 5 % — в диапазоне 0,20—0,26; у остальных 12 % — в диапазоне 0,26—0,32 мкм. Отверстия цилиндров тоже разделяются на четыре группы: у 35 % деталей шероховатость составляет 0,06—0,14 мкм; у 46 % — 0,14—0,22; у 15 % — 0,22—0,30; у 4 % — 0,30—0,38 мкм.

УДК 621.9.044

Новое в финишной обработке гильз цилиндров ДВС

Канд. техн. наук В.М. ТИМОНИН,
А.К. ВАСИЛЬЕВ
НИИТавтопром

Качество финишной обработки гильз цилиндров — один из основных параметров, определяющих трибологическую совместимость деталей цилиндропоршневой группы двигателя. Кроме того, правильно выполненная обработка поверхности их зеркала существенно уменьшает износ не только гильзы, но и поршневых колец, тем самым значительно увеличивая его ресурс. Именно поэтому НПО "НИИТавтопром" постоянно занимается созданием новых станков и автоматических линий, позволяющих обеспечить современные требования, предъявляемые к качеству обрабатываемой поверхности гильз, в условиях крупносерийного и массового производств. И к настоящему времени в институте сложился вполне определенный подход к этой проблеме.

Одно из направлений ее решения — создание автоматических линий для операций хонингования. В их состав, в зависимости от требований к ним и назначения, входят различные станки-автоматы.

На рис. 1 показан станок-автомат мод. СХ-004, оснащенный гидравлическими головками дозированной шаговой подачи разжима хонинговальных брусков, что позволяет обеспечить точность обработки в пределах 0,01—0,015 мм по геометрии и размеру отверстия, и предназначенный для операций предварительного хонингования. Станок-автомат мод. СХ-006 выполняет окончательное хонингование. Он оснащен трехпозиционными гидравлическими головками разжима брусков, позволяющими совмещать на каждом шпинделе операции получистового и чистового хонингования и обеспечивать тем самым получение стабильного микрорельефа обрабатываемой поверхности с оптимальной чистотой опорных площадок. Оба станка высокопроизводительны, поэтому используются в массовом производстве.

Одношпиндельный станок-автомат СХ-005 — для мелкосерийных и ремонтных производств. Он оснащается сменными гидравлическими головками дозированной подачи и трехпозиционными головками и может быть настроен на любую операцию.

На базе двухшпиндельных станков созданы автоматические линии (рис. 2) для предварительного АЛ-004 и окончательного АЛ-006 хонингования гильз цилиндров.

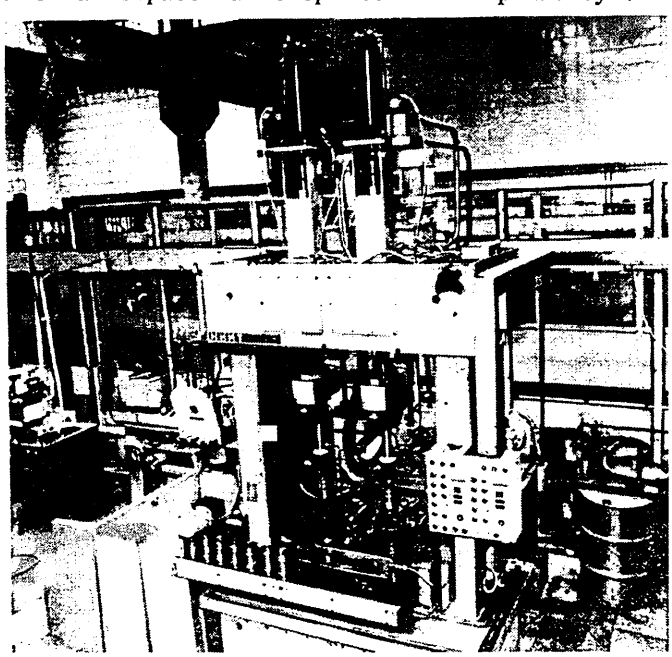


Рис. 1

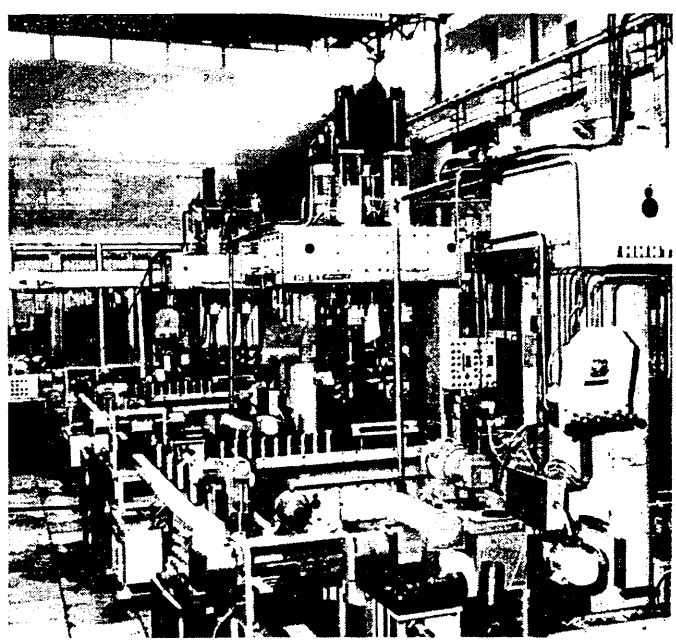


Рис. 2

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Техническая характеристика хонинговальных станков СХ-004 и СХ-006

Число шпинделей	2
Размеры обрабатываемой поверхности, мм:	
наибольшая длина	200
диаметр	80—100
Характеристики шпинделя:	
наибольший ход, мм	400
частота вращения, мин$^{-1}$	80—400
скорость возвратно-поступательного движения, м/мин	0—25
Контроль размеров	Активный
Общая установленная мощность, кВт	18
Габаритные размеры (без гидростанции, электрошкафа, станции СОЖ), мм	2200×1200×4000
Производительность при снятии припуска 0,1 мм на диаметр, шт	75
Точность обработки, мм	0,01—0,015

Техническая характеристика автоматических линий АЛ-004 и АЛ-006 для хонингования гильз цилиндров

Число двухшпиндельных хонинговальных автоматов на производство 1 млн. гильз в год	4
Производительность, шт./ч	300
Транспортная система	Рольганги приводные
Общая мощность электродвигателей, кВт	100
Габаритные размеры, мм	1800×5300×4000

Созданию станков и линий сопутствовали исследования по выбору таких режимов хонингования, которые позволяют получить оптимальные с точки зрения износостойкости микропрофили рабочей поверхности гильз. В качестве объекта был выбран двигатель УМЗ 417.10, гильзы которого выполнены из специального ванадийсодержащего перлитного чугуна СВЧ твердостью 190—240 *НВ*.

Стендовые испытания двигателей, оснащенных гильзами различного исполнения, показали, что наилучшими эксплуатационными качествами обладали гильзы, характеристики поверхности которых соответствуют параметрам, приведенным в табл. 1.

Такие профили получаются при режимах хонингования и характеристиках инструмента, приведенных в табл. 2.

Выбранные режимы обработки и оборудование позволяют получить определенную техническим заданием оптимальную маслоемкость рабочей поверхности (для двигателей УМЗ-417.10 — в пределах 0,025—0,035 мм^3/см^2); сетка хонингования имеет четко выраженный рисунок, достаточную равномерность, стабильность ширины и глубины рисок; на поверхности отсутствуют нагартованные чешуйки металла и микротрещины; микропрофиль четко выраженной плосковершинной составляющей, максимальная высота которой (R_{max}) не превышает 6—8 мкм (это означает, что приработка будет идти при незначительном износе поршневых колец).

Рассмотренное хонинговальное оборудование, созданное в НИИТавтопроме, позволяет решить не только такую традиционную задачу, как хонингование гильз.

В последнее время все большее распространение получают нетрадиционные методы обработки гильз. В частности, методы, позволяющие создать на трущихся поверхностях структуры, изменяющие условия трения. Один из таких методов реализует явление, известное как "избирательный перенос материала при трении". Суть переноса состоит в том, что на трущихся поверхностях деталей из черного металла образуется медесодержащая "сервовитная" ("жизнестойкая") пленка особой структуры. Эта пленка, во-первых, уменьшает контактное давление между деталями и коэффициент трения, что резко снижает вероятность задиров рабочей поверхности; во-вторых, она способна самовосстанавливаться, исключает (в крайнем случае теоретически) изнашивание основного материала трущихся деталей (на практике — существенно его уменьшает).

Сервовитную медесодержащую пленку на поверхности трущейся пары можно наносить различными способами. Но наиболее интересен способ финишной антифрикционной безабразивной обработки (ФАБО), при котором на поверхности трения слой медного сплава (как правило, латуни) наносится трением, в процессе которого частицы менее прочного металла отрываются от него и образуют на поверхности более прочного металла мягкую пленку. Для равномерного покрытия детали наносимый материал (инструмент) необходимо пластифицировать в его тонком поверхностном слое, разрыхлять окисные пленки на обрабатываемой поверхности, предохранять зону трения от возможного перегрева. Традиционно процесс осуществлялся на универсальных токарных станках специальными инструментальными головками. Однако при этом необходимо обеспечивать высокое (10—25 МПа, или 100—250 кгс/см^2) контактное давление инструмента на обрабатываемую поверхность, а время обработки одной гильзы составляет 3—7 мин.

Таблица 1

№ гильзы	Пояс от верхнего торца гильзы, мм	Параметр профиля						
		R_a, мкм	R_z, мкм	R_{max}, мкм	Уровень сечения, мкм, при t_p			V_0, мм/см
					50 %	80 %	90 %	
4	30	0,40	4,67	5,82	1,43	1,77	2,07	0,032
	90	0,60	6,59	7,52	2,87	3,40	4,08	0,029
	120	0,63	6,53	7,14	2,19	2,69	3,46	0,031
6	30	0,77	6,44	7,16	2,29	2,94	4,02	0,034
	90	0,60	6,40	6,88	1,69	2,27	2,93	0,033
	120	0,60	6,37	6,90	1,59	2,11	2,67	0,034

Примечание. t_p — относительная опорная длина профиля.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Операция	Оборудование	Инструмент	Режим хонингования				
			Окружная скорость, м/мин	Возвратно-поступательная скорость, м/мин	Удельное давление брусков, МПа	Припуск на диаметр, мм	Время обработки, мин
Предварительное хонингование	Станок-автомат СХ-004	Бруски алмазные 125×8×4×2: АС, 200/160 100 М1-01	45—55	18—22	Дозированная подача	0,08—0,1	0,8—1
Окончательное получистовое хонингование	Станок-автомат СХ-006	Бруски алмазные 125×8×4×2: АС6, 100/80 100 М1-01	35—40	15—20	1	0,05—0,06	0,6—0,8
Окончательное чистовое хонингование	То же	Бруски алмазные 125×8×4×2: АС6, 28/20 100 М1-01	35—40	15—20	0,3—0,5	—	0,1—0,07 (4—6 движений/ход)

Специалистами НИИТавтопрома разработаны хонинговальные головки ФАБО, которые позволяют осуществлять этот процесс на описанных автоматических станках.

В результате исследований, выполненных в институте, удалось подобрать составы СОЖ на бескислотной основе, которые позволяют выполнять работу на этих станках (для них удельные давления на инструмент — 1,5—3,0 МПа, или 15—30 кгс/см^2, скорость возвратно-поступательного движения — 5—15 м/мин вполне приемлемы).

Как влияет процесс ФАБО, выполняемый с помощью хонинговальных станков-автоматов, на микрорельеф поверхности и точность, достигнутую при предшествующих обработках? Оказалось, что после обработки хонинговальной головкой ФАБО конструкции НПО "НИИТавтопром" при удельном давлении на инструмент 2,5 МПа (25 кгс/см^2), скорости вращения инструмента 30 м/мин, скорости возвратно-поступательного движения 10 м/мин время обработки составило всего 0,2—0,5 мин. При этом размеры обрабатываемой гильзы остаются без изменений (в пределах точности измерений), профиль поверхности не искажается, шероховатость опорной поверхности несколько уменьшается.

Таким образом, при правильном выборе режимов и подборе СОЖ процесс может осуществляться в составе автоматических линий, т.е. применяться в массовом производстве. Тогда как при любом другом оборудовании время обработки 3—7 мин (см. выше), что приемлемо лишь для мелкосерийного производства.

УДК 681.3.06

СКВОЗНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В СРЕДЕ "АВТОКАДА"

В 1982 г. на выставке "Комдеск" в США впервые демонстрировался программный продукт "Автокад" фирмы "Автодеск" — универсальный графический пакет на базе персональных компьютеров. В то время такая технология САПР была практически неизвестна, и "Автокад" быстро нашел своего пользователя.

Сегодня "Автокад" — самая технологичная (быстрая, точная и невероятно гибкая) система компьютерного проектирования. Как показала практика, она оказалась хорошей базой для создания идеальной САПР. Именно благодаря способности легко адаптироваться к требованиям, стандартам и проблемно-ориентированным задачам разработчиков и пользователей "Автокад" стал привычным инструментальным средством для специалистов в различных областях науки и техники.

В настоящее время фирма "Автодеск" совместно с партнерами работает над созданием целого спектра продуктов для трехмерного моделирования, визуализации, различных расчетов, выпуска конструкторской документации, генерации управляющих программ и т.д. Уже сейчас она предлагает специалистам в области машиностроения целое их семейство, обеспечивающее целостное решение таких задач, как сквозное проектирование — от концептуальной проработки проекта и моделирования до генерации программ для станков с ЧПУ, контроля качества с помощью контрольно-измерительных машин, подготовки производства и серийного производства.

По своим функциональным возможностям программные продукты фирмы можно разделить на три взаимосвязанные группы: проектирование, механообработка с контролем ее качества и визуализация. Рассмотрим их.

Проектирование. Основу его составляет "Автокад" с набором средств для двумерного и трехмерного рисования, удобным интерфейсом и гибкими средствами адаптации от программируемых меню и диалоговых окон до мощных средств разработки приложений на встроенном языке "АвтоЛисп" или "Си". Причем возможности системы по твердотельному моделированию существенно расширяются при наличии AME — специального приложения, которое интегрировано в "Автокад". Благодаря ему конструкции создаются с помощью операций над множествами: вычитания, объединения и пересечения простых геометрических тел, таких, как шар, тор, параллелепипед, конус, пирамида, а также "выдавленных" из произвольного плоского контура. При этом число тел неограниченно. Кроме того, после построения модели

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

можно добавить скругления и фаски, а каждый составляющий элемент конструкции отредактировать, так как система "помнит" историю ее создания.

На любом этапе проектирования можно вычислить объем, массу и инерционные характеристики создаваемой конструкции, сделать сечение, спроецировать на любую плоскость и разрезать деталь и, таким образом, создать необходимое число видов из одной трехмерной модели. (Поскольку все виды строятся из одной модели, при изменении последней пересчитываются все проекции.)

Вторым приложением, тоже интегрированным в систему, является программное средство "АвтоСаф". Оно позволяет создавать гладкие обтекаемые поверхности и пространственные кривые произвольной формы на основе NURBS — математических зависимостей, широко используемых в аэрокосмической и автомобильной промышленности при создании поверхностей фюзеляжей, крыльчаток турбин, оперения самолетов, кузовов автомобилей и т.д. Приложение способно создавать поверхностные модели практически любой сложности, начиная с простых линейчатых и вращения и кончая сложными скульптурными, построенными по произвольно расположенным в пространстве кривым. Оно имеет богатый набор средств для редактирования — от динамического интерактивного перемещения групп узлов с мгновенным пересчетом рельефа до построения поверхностей, ограниченных произвольным контуром снаружи или внутри. Кроме того, существует возможность построения переходных поверхностей (до четырех одновременно) и поверхностей сопряжения постоянных и переменных радиусов. Пользователь может спроецировать по выбранному из диалогового окна закону произвольную пространственную кривую на поверхность и отсечь по полученному контуру "лишние" части этой поверхности. Пользовательский интерфейс исключительно удобный, поэтому конструктор не замечает, что при построении модели управляет очень сложной математикой — для него она скрыта за командами и диалоговыми окнами.

Полученные трехмерные поверхностные модели в дальнейшем можно, как и в случае предыдущего приложения, использовать для построения сечений и проекций (на любом числе видовых экранов), а также строить линии разъема для сложных поверхностей при проектировании литейных и пресс-форм. С помощью транслятора версии 5.2 поверхности и пространственные кривые могут быть переданы или загружены из других КАД-систем.

Еще одно приложение, которое переводит "Автокад" на более высокую ступень сквозного проектирования, это "Автокад Дизайнер" — средство для твердотельного параметрического моделирования на основе конструкторско-технологических элементов. Трехмерные твердотельные модели, созданные с его помощью, полностью описываются параметрически, т.е. все размеры вводятся в виде переменных и зависимостей.

При работе с "Автокадом Дизайнером" конструктор начинает с грубого эскиза детали, затем "образмеривает" его и вводит дополнительные связи для отдельных примитивов. Причем система постоянно "ведет" конструктора, советуя ему, сколько и для каких примитивов необходимо ввести размеров или связей.

После полного описания трехмерной модели путем нажатия одной кнопки строятся проекции (с полным образмериванием, удалением невидимых линий и построением сечений). Поскольку система поддерживает двунаправленную ассоциативную связь параметров модели с размерами на проекциях, то при изменении размеров модели или проекций пересчитывается и то, и другое. Изменять размеры можно в любой момент создания конструкции, при этом пересчитывается и становится готовым для вывода на бумагу весь чертеж.

Механообработка и контроль качества. Одним из новейших программных продуктов фирмы "Автодеск" в этой области является система "МануфактурингЭксперт", включающая "Автокад", "АвтоСаф", "Автокад IGES" — транслятор версии 5.2, "АвтоМилль", "МилльМастер" и "ПостМастер". Это мощная интегрированная трехмерная система для моделирования и генерации управляющих программ для двух-пятикоординатных станков с ЧПУ. Продукт предназначен для проектировщиков, конструкторов и технологов и позволяет до минимума сократить цикл изготовления опытных образцов продукции.

Система работает на персональных компьютерах и распространенных рабочих станциях и предоставляет пользователям возможности, ранее доступные только в дорогостоящих пакетах на рабочих станциях.

"АвтоСаф", входящий в САПР механообработки и контроля, — полностью интегрированная трехмерная система для создания и обработки сложных машиностроительных деталей и сборок; "МилльМастер" — средство автоматической генерации (в пакетном режиме) управляющих программ для станков с ЧПУ, предназначенных для обработки неограниченного числа поверхностей, что при наличии "Автокада" означает возможность создания интегрированной трехмерной КАД/КАМ-системы); "Автокад IGES-транслятор" — один из многих трансляторов для обмена графическими данными с другими КАД-системами, он поддерживает стандарт IGES версии 5.2, в который включены NURBS-поверхности и пространственные кривые, и гарантирует передачу данных без потерь информации; "ПостМастер" — инвариантный постпроцессор, позволяющий настроить систему под конкретное оборудование, используемое на предприятии.

"МануфактурингЭксперт" имеет развитые средства для двух-пятикоординатной обработки деталей, генерации управляющих программ для черновой и чистовой обработки, автоматического формирования уклонов и профилей, автоматической же генерации программ выборок с неограниченным числом разноуровневых теневых зон, а также циклов сверления. Выборки могут осуществляться по нескольким законам: "зиг-заг", спирали от внутреннего или наружного контура и др. Траектория движения инструмента может быть выведена в формате APT или в виде графических примитивов, которые можно в дальнейшем редактировать, добавлять в любое место траектории технологические команды и т.д.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Наиболее развит модуль трехкоординатной обработки поверхностей: в него входят набор средств для черновой, получистовой и чистовой обработки деталей и конструкций, созданных с помощью AME, "АвтоСаф" или "Автокада Дизайнера". Он может в автоматическом режиме формировать управляющие программы для совместной обработки неограниченного числа поверхностей, причем система самостоятельно контролирует соседние поверхности — с тем, чтобы исключить зарезание или недорезание. При изменении геометрии детали есть возможность пересчитать только измененную часть конструкции.

"МануфактурингЭксперт" не только создает управляющие программы, но и визуализирует на экране монитора перемещение инструмента, использует данные контрольно-измерительных машин для контроля качества обработанной поверхности и управляет этими машинами. В пакет входят средства для создания библиотеки инструментов и материалов, а также трансляторы в форматы данных VDA-FS.

Визуализация. При создании нового изделия для конструкторов и дизайнеров очень важно не только спроектировать, рассчитать конструкцию и выпустить конструкторскую документацию, но и иметь возможность "воочию" увидеть будущее изделие и таким образом продемонстрировать несколько вариантов решения, например, заказчикам или лицам, принимающим решение, да и самому убедиться в правильности того или иного варианта. Для реализации этих целей "Автодеск" предлагает новое программное средство — "АвтоВижн". Оно — приложение "Автокада" и позволяет получать фотореалистичные изображения, не выходя из него. "АвтоВижн" может "все", кроме создания анимационных фильмов. Библиотека материалов полностью совместима с "3D Студио". В состав "Автовизион" входит и прямой конвертор в формат "3D Студио" и обратно, т.е. находясь в "Автокаде" можно создавать заготовки для "3D Студио".

Кроме перечисленных выше существует огромное число приложений, созданных независимыми разработчиками. Эти приложения дополняют и расширяют возможности "Автокада". Например, комбинируя программные продукты "Автодеска" и независимых разработчиков, можно составить полный набор необходимых средств для решения на компьютере практически любой задачи. В результате увеличивается производительность каждого этапа проектирования и производства, а также повышается точность и качество обработки информации.

В заключение отметим следующее. Прошло время отдельных, не связанных друг с другом программ и систем, автоматизирующих отдельные звенья непрерывной технологической цепочки — от проектирования до серийного производства. Сегодня пользователю необходимы законченные решения — решения, обеспечивающие сквозную технологию в рамках единой системы автоматизированного проектирования. Именно такую систему образуют в комплексе рассмотренные выше продукты фирмы "Автодеск".

И второе. Успех любых исследований, разработок и даже повседневного использования "Автокада" немыслим без доступа к последним данным о рынке компьютерного проектирования. Поэтому фирма "Автодеск" поддерживает тесные контакты с независимыми разработчиками приложений "Автокада", и пользователь всегда может получить информацию о приложениях в интересующей его области. Это означает, что, работая в среде "Автокада", пользователь аккумулирует весь мировой опыт, реализованный в виде программных продуктов тех или иных фирм.

А. Волков

УДК 669.13:669.14.018.256

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ БЕЛЫХ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ ЧУГУНОВ

М. П. ШЕБАТИНОВ, И.П. МАРДЫКИН
МГААТМ

Повышение надежности и долговечности машин и механизмов — одна из важнейших задач отечественного машиностроения. В числе многих путей ее решения — применение новых конструкционных материалов, обладающих высокой износостойкостью. Такие материалы помогают выполнить и вторую задачу, связанную с ростом объемов производства продукции машиностроения, — экономить металлы.

Однако выбор нужного материала затруднен, поскольку конструктор, как правило, располагает недостаточными количеством и качеством данных о свойствах, определяющих уровень износостойкости материалов, особенно новых. И здесь не обойтись без знания общих закономерностей изнашивания металлов и их сплавов. Рассмотрим их.

Металлографические исследования показывают, что изнашивание стали определяется скоплением карбидов, которые выкрашиваются при длительном воздействии на них твердых частиц. Но разные стали ведут себя по-разному. Например, некоторые вязкие стали при высокой прочности менее стойки к абразивному изнашиванию, чем стали менее вязкие. Случается и наоборот. Это свидетельствует о том, что вязкость — не то главное свойство стали, по которому можно оценивать способность этой стали сопротивляться абразивному изнашиванию.

То же самое можно сказать и о чугунах. Например, известно, что высоколегированные белые чугуны с успехом заменяют некоторые стали. В частности, исследования подтвердили, что замена углеродистой стали на такой чугун увеличивает срок службы быстроизнашивающихся деталей в 3—10 раз. Однако достаточно посмотреть данные, приведенные в таблице, чтобы убедиться: стойкость к изнашиванию белых чугунов совершенно разная, как и у сталей. И это понятно. Белые чугуны — сложнолегированные многокомпонентные сплавы с большим разнообразием структур. Поэтому и диапазон свойств у них не может быть широким.

Определяют эти свойства фазы, формирующиеся при кристаллиза-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Легирующие элементы, %							Твердость *HRC*	Стойкость, ч
C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	Mo		
3,65	0,84	0,49	23,6	—	—	—	60—65	146
3,65	0,87	0,42	13,9	0,3	0,83	—	60—61	160
2,75	0,62	0,62	11,2	—	—	1,37	60	20
2,90	0,90	2,50	15,2	—	—	—	60	128
3,25	0,66	3,10	19,4	—	—	—	56—57	126
3,57	0,69	0,75	12,3	—	—	1,5	67—68	230

ции расплава. Причем условия кристаллизации влияют на эксплуатационные свойства чугунов еще в большей степени, чем других литейных сплавов и сталей. Так, экспериментально доказано, что противоизносные свойства белых чугунов связаны со степенью гетерогенности их строения, количеством карбидной фазы, степенью ее отличия от металлической основы по твердости, стойкости к пластической деформации и характером разрушения этой фазы.

Не вдаваясь в детали таких связей, ограничимся лишь перечислением тех основных требований, которые предъявляются к структуре высокохромистых (белых) чугунов и вытекают из названных связей. Это, во-первых, распределение необходимого количества карбидной фазы с высокой твердостью в металлической основе, прочно удерживающей карбиды в условиях нагружения при изнашивании; во-вторых, обеспечение минимальных деформаций при кристаллизации (с целью исключить возможность растрескивания и выкрашивания карбидов); в-третьих, сведение к минимуму вероятности избирательного изнашивания металлической основы.

Перечисленным требованиям отвечают мартенсит и нестабильный остаточный аустенит, для которого в процессе изнашивания характерно самоупрочнение.

Следует отметить: когда речь идет о высокой износостойкости, это совсем не означает, что ее уровень высок при любых условиях. Например, для ударного воздействия твердых частиц есть предельные скорости, при которых изнашивание чугуна резко ускоряется. Причем главную роль здесь играют не столько частицы, сколько размеры карбидов, а также их ориентация относительно изнашиваемой поверхности.

Из сказанного следует вывод: механизм изнашивания белых чугунов определяется, по всей видимости, процессами пластической деформации основы и износом карбидов легирующих элементов. И это непосредственно сказывается на шероховатости поверхности изнашивания. Значит, по шероховатости изношенной поверхности (геометрическим параметрам микронеровностей) можно решить и обратную задачу: определить структуру сплава. Это в принципе. Чтобы принцип превратить в средство, нужно уметь получать закономерности строения микроповерхностей по всем трем координатам. Наиболее эффективен здесь метод стереопар, базирующийся на использовании растрового электронного микроскопа.

ИНФОРМАЦИЯ

К 40-летию 21 НИИИ (АТ) МО РФ

Отечественное автомобилестроение формировалось и развивалось не только как отрасль народного хозяйства. Важная роль в его становлении принадлежит армейским автомобилистам и в первую очередь научным работникам и испытателям 21 Научно-исследовательского испытательного института автомобильной техники Министерства обороны Российской Федерации, которому 12 октября этого года исполнилось 40 лет.

Все эти годы основными задачами института были определение перспектив развития и разработка технических требований к военной автомобильной технике. Задачи, как видим, важнейшие: от их решения зависит технический уровень поставляемых в армию автомобилей, гусеничных машин транспортно-тягового класса и, следовательно, в известной степени — состояние обороноспособности страны. И сложнейшие. Хотя бы потому, что военная автомобильная техника, будучи носителем многочисленного и разнообразного вооружения и оборудования, включает в себя весьма различные конструкции машин. Это и многоосные колесные машины, и многоцелевые автомобили, и гусеничные транспортеры-тягачи.

На основе собственных исследований, работ других научных учреждений, зарубежного опыта сотрудники института формировали и формируют технический облик будущей машины, вместе с конструкторами заводов занимались и занимаются ее проектированием и проверкой отдельных узлов, и наконец, глубокие и многосторонние испытания — тоже их дело. Для того чтобы оценить значимость этой работы, достаточно сравнить первый послевоенный полноприводный автомобиль ГАЗ-63 и современный КамАЗ-43101.

Некоторые разработки института вообще уникальны. Впервые, например, в нем созданы и проверены активные автомобильные поезда, а также двухзвенные гусеничные машины, отличающиеся исключительно высокой проходимостью. Широко известны работы института и в области опорной проходимости, плавности

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

хода колесных и гусеничных машин, устойчивости и управляемости, конструкций трансмиссий, колесного и гусеничного движителей.

С учетом специфических требований, предъявляемых к армейскому автомобилю, в институте особое внимание уделяется обеспечению защищенности машин от поражения современным оружием, живучести экипажа, ремонтопригодности техники в полевых условиях, снижению трудоемкости их обслуживания, повышению надежности и работоспособности в экстремальных ситуациях.

Научный потенциал института в настоящее время составляют 5 докторов и 70 кандидатов технических наук. При 21 НИИИ (АТ) функционирует специализированный совет по защите кандидатских диссертаций.

Несмотря на известные экономические трудности, ограничение ассигнований, сейчас в России принимаются все меры к сохранению творческого потенциала института, совершенствованию и развитию его лабораторной и испытательной баз. Делается все, чтобы Вооруженные Силы России своевременно получали военную автомобильную технику новых поколений.

УДК 656.091:65.012.227;629.113/.115:574

ЭКОЛОГИЯ АТС. ПЕРВЫЙ ОПЫТ СЕРТИФИКАЦИИ

Кандидаты техн. наук А.П. ГУСАРОВ и М.Е. ВАЙСБЛЮМ
НИЦИАМТ

С 1991—1992 гг. европейские страны и Япония в законодательном порядке начали реализацию мер по радикальному снижению выбросов вредных веществ автомобилями: требования ужесточены на порядок. Аналогичные ужесточения в США введены еще раньше — в начале 1980-х годов. ВАЗ на экспортных модификациях своих автомобилей тоже вынужден эти требования выполнять. Но ВАЗ — исключение: он для таких модификаций все необходимые комплектующие приобретает по импорту. Поэтому его экспортные модификации ни в коей мере не определяли и не определяют технический уровень отечественного автомобиля с точки зрения экологии. А уровень этот, к сожалению, пока низкий.

Причины сложившегося положения хорошо известны. Это, во-первых, практическое отсутствие конкуренции на внутреннем рынке. Во-вторых, в странах Запада задолго до законодательного введения жестких норм велась целенаправленная государственная политика — радикальное снижение выбросов вредных веществ автомобилями. Например, гибкой системой налогообложения с рынка вытеснялся этилированный бензин: цены на неэтилированный устанавливались ниже, чем на этилированный, хотя последний в производстве дешевле. Кроме того, была создана целая индустрия по производству противотоксичных систем, в первую очередь каталитических нейтрализаторов, а также разветвленная и продуманная инфраструктура обслуживания, контроля и поддержания жестких экологических показателей автомобиля на протяжении жизненного цикла — от конвейера до пресса.

У нас ничего подобного не было. Начать с того, что СССР лишь с 1986 г. стал членом Женевского Соглашения 1958 г. по сертификации автомототехники. До этого применялись упрощенные варианты международных или национальных стандартов, с требованиями и сроками их введения, отвечающими интересам все более отстающей промышленности, а не экологии. Да и система сертификации транспортных средств введена у нас лишь с середины 1992 г. и пока не развернулась в полную силу. Согласно ей, например, на легковые и легкие грузовые автомобили (категории M1 и N1) распространяются очень строгие Правила № 83-01 ЕЭК ООН. Однако для целей национального Одобрения можно применять отечественные стандарты ОСТ 37.001.054—86, ГОСТ 17.2.2.03—87, а также Правила № 15-04, хотя их нормы отражают технический уровень европейского автомобиля 1970-х годов. Достаточно сказать, что для их обеспечения не нужны какие-либо специальные противотоксичные мероприятия. Можно ограничиться теми, которые связаны с улучшением топливно-энергетических показателей автомобилей. Это ужесточение технологического контроля при производстве двигателей, карбюраторов; повышение степени сжатия двигателей; "обеднение" регулировок топливоподачи; повышение энергетических показателей систем зажигания. И надо сказать, именно поэтому отечественная промышленность относительно успешно справлялась с задачей обеспечения таких экологических требований для легковых автомобилей: были поставлены на производство карбюраторы типа "Озон", бесконтактные системы зажигания.

Однако такого рода резервы не способны удовлетворить требования Правил № 83-01 в отношении АТС категории M1, работающих на неэтилированном бензине, и категории M1 с дизелями. В итоге выбросы вредных веществ отечественными легковыми автомобилями превышают нормы ЕС и США в 6—8 раз. Более того, на сегодня в стране не задействовано абсолютно никаких рычагов и механизмов, которые бы побуждали производителя изготовлять, а потребителя эксплуатировать автомобили, отвечающие современным требованиям по экологии.

И еще одно. Экологические свойства автомобильных дизелей и автомобилей с дизелями (кроме тех, на которые распространяются Правила № 83-01) регламентируются Правилами № 49 (токсичность) и № 24 (дымность) ЕЭК ООН, отечественными государственными и отраслевыми стандартами — ГОСТ 17.2.2.01-84, ГОСТ 21393—75, ОСТ 37.001.234—81. Но в Правила № 49 включены поправки № 02, которые в 2—2,5 раза ужесточили нормы токсичных выбросов, а также нормируют выбросы частиц. В соответствии с положениями Женевского согла-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

шения каждая страна-участница этого Соглашения обязана применять Правила ЕЭК ООН только в последней редакции, если она не уведомила Генерального секретаря ООН об отказе от применения той или иной серии поправок. Россия, заявив однажды о применении Правил № 49 и не предупредив о неприменении поправок к ним, юридически должна применять версию Правил № 49—02. Но она практически не готова к этому.

Таким образом, в нашей системе сертификации в настоящее время действуют Правила ЕЭК ООН и отечественные стандарты, существенно различающиеся уровнем нормирования и содержащие разные, а то и противоречивые требования. Такая ситуация в известной мере дезориентирует как заводы, так и контролирующие органы. Это хорошо видно на примере, скажем, показателей отечественных двигателей.

Требованиям ОСТ 37.001.234—81 соответствуют, естественно, все двигатели. По отношению к Правилам № 49-02 картина иная. Так, выбросы оксида углерода (II) и углеводородов у них лишь несколько выше или даже на уровне требований Правил № 49-02. Выбросы оксидов азота составляют 12—16 г/кВт·ч, что превышает нормы в 1,5—2 раза. С выбросами частиц дело еще хуже. Например, у двигателей КамАЗ они достигают 1,5—2,5 г/(кВт·ч), у двигателей ЯМЗ — 0,6—0,9, что выше норм в 4—6 и 1,5—2,5 раза соответственно. Опыт же показывает: попытки "сбить" выбросы оксидов азота сразу же ведут к появлению проблем с выбросами оксида углерода (II) и углеводородов. Тем не менее создается впечатление, что заводы недооценивают всей серьезности ситуации. Действует старая психология: "никто не позволит остановить производство". И вот результат: по Правилам № 49-02 пока не сертифицировал свои двигатели ни один завод. Более того, только КрАЗ попытался сделать это. Практически все идут по схеме получения временных "Одобрений", сертифицируя продукцию по отечественным стандартам. В этой связи хотелось бы еще раз напомнить, что "Одобрения типа" со сроком действия один год могут выдаваться не более трех раз. "Одобрения" же со сроком действия до трех лет будут выдаваться только на основании испытаний по Правилам № 49-02.

Теперь о грузовых автомобилях и автобусах с бензиновыми двигателями. Здесь картина особенно тревожная. С целью поэтапного введения системы сертификации первые "Одобрения типа" сроком действия до одного года выдавались лишь на основании подтверждения соответствия этих АТС требованиям ГОСТ 17.2.2.03—87. Однако последующие временные, а тем более "Одобрения типа" сроком действия до трех лет будут выдаваться лишь при подтверждении соответствия ОСТ 37.001.070—75, который действует (с изменением № 1) с 1983 г. Но главное не в этом, а в том, что в рамках Правил ЕЭК ООН выбросы вредных веществ для этой категории АТС не регламентируются. В нашей же стране, в отличие от европейских, наибольший по абсолютной величине "вклад" в загрязнение атмосферы, в первую очередь городов, вносят именно бензиновые грузовые, а не легковые автомобили. Для обеспечения наших норм каких-либо специальных мероприятий не требуется, поэтому практически все отечественные ДВС для автобусов и грузовых автомобилей этим нормам соответствуют, но не отвечают нормам США для этой категории ДВС. Все дело в применяемых испытательных циклах: у нас цикл состоит из постоянных, в США — из переменных режимов движения АТС. В итоге метод оценки по ОСТ 37.001.070—75 не коррелируется ни со стандартом США, ни с Правилами № 49 ЕЭК для дизелей.

Чтобы это обеспечить, разработан проект нового ГОСТ, предусматривающий применение 13-ступенчатого ездового цикла Правил № 49 ЕЭК ООН. Но и содержащиеся в нем нормы близки к нормам США 1985 г. лишь для двигателей АТС полной массой более 6,3 т, а до 6,3 т — существенно (в 1,5—2,5 раза) им уступают.

По мотоциклам и мопедам особых проблем вроде бы нет. Выданы "Одобрения типа" сроком на один год Ирбитскому мотозаводу, Ижмашу, Тульскому машзаводу, Ковровскому мотозаводу имени Дегтярева. Испытания мотоциклов проводятся в соответствии с Правилами № 40 ЕЭК ООН. Но в ЕЭК ООН уже началась проработка более жестких, аналогичных нормам для легковых автомобилей норм для мототехники.

И, наконец, несколько слов о сертификации автомобилей зарубежных производителей.

Как правило, по автомобилям зарубежного производства "Одобрение типа" выдается на основании представляемых изготовителем сертификатов на соответствие Правилам № 15-04 или № 83 ЕЭК ООН. Но и здесь назревает весьма серьезная проблема. В Западной Европе становится все меньше автомобилей, работающих на этилированном бензине, т.е. без каталитических нейтрализаторов. Большая часть АТС уже оснащена нейтрализаторами, имеет выбросы вредных веществ, на порядок "классических". Для России такие автомобили не годятся — у нас мало неэтилированного бензина. При выходе же системы нейтрализации из строя (что неизбежно при заправке автомобиля этилированным бензином) или просто демонтаже нейтрализатора выбросы вредных веществ такими автомобилями существенно выше, чем классическими, не оснащенными изначально нейтрализаторами. Поэтому при проведении сертификации зарубежных автомобилей от изготовителей приходится требовать подтверждения, что при демонтированном нейтрализаторе их продукция соответствует Правилам № 15-04. То есть фактически требовать поставки более "грязных" модификаций.

Все сказанное свидетельствует о том, что наше так долго вынашиваемое вхождение в международную систему сертификации отнюдь не означает, что этот факт сам по себе автоматически обеспечит реальное улучшение экологических показателей наших АТС. Более того, отставание от развитых стран в области экологии продолжает увеличиваться и по отношению к западно-европейским странам уже составляет семь—восемь лет, а по отношению к США — 10—15. В то же время европейские требования, которые, как заявляет Госстандарт РФ, будут напрямую применяться в России, динамично развиваются. В час-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

тности, для легковых автомобилей намечаются следующие дополнительные ограничения.

По всей вероятности, будет ограничен выброс оксида углерода (II) при "холодном" (266 К, или —7 °С) пуске двигателя.

Пока в Правила № 84 введен лишь метод определения выброса оксида углерода (IV) и последующего расчета потребления топлива (на основе принципа баланса углерода в топливе и отработавших газах), однако не исключено постепенное введение требований по потреблению топлива.

Для грузовых автомобилей категории N1 (полная масса до 3,5 т) требования будут стремиться к уровню требований для легковых автомобилей категории N1 (поправка 02 к Правилам № 83).

Начата работа над Правилами, ограничивающими выброс вредных веществ автомобилями, работающими на газовом топливе. При этом специалисты исходят из концепции, что газовое топливо экологичнее, по сравнению с бензином или дизельным, поэтому нормы на выброс не должны быть по крайней мере бо́льшими, чем существующие нормы Правил № 49 и № 83.

В 1993 г. закончена разработка, а в 1994 г. ожидается введение Правил на выброс вредных веществ сельскохозяйственными и лесными тракторами.

Ведется работа над содержанием альдегидов в отработавших газах дизелей (проблема запаха).

Исследования в перечисленных направлениях начинались несколько лет назад и в России, в частности, в НИЦИАМТе и НАМИ, однако в связи с прекращением финансирования были остановлены. Поэтому мы будем вынуждены либо вслепую соглашаться с предложениями западных стран, либо отказаться от применения прогрессивных требований Правил ЕЭК ООН.

Из сказанного ясно, что проблема экологии автомототехники уже вышла за пределы собственно автомобильной промышленности и автотранспорта и что решать ее следует не на отдельных направлениях, а постоянно, в рамках целостной государственной концепции защиты атмосферного воздуха от вредного воздействия АТС. Но ни такой концепции, ни законодательных актов, ни правительственных программ пока нет. Как нет и тех, кто конкретно отвечает за "введение" экономических стандартов в области защиты атмосферы от вредного воздействия АТС.

Очевидно, нужен Закон о защите атмосферного воздуха, включающий самостоятельный раздел, касающийся автомобилестроения и автотранспорта, Закон работающий, устанавливающий дальние, средние и ближайшие цели, методы и средства их достижения, ответственность и полномочия государственных органов управления, местных органов власти, производителей и потребителей автомототехники. И здесь не придется "выдумывать порох" — нужно лишь использовать имеющийся богатейший мировой опыт. В частности, опыт США, где основополагающим документом, регулирующим природоохранную деятельность в области защиты атмосферного воздуха, является "Закон о чистом воздухе" — документ, достаточно необычный в нашем понимании: он содержит не только глобальную концепцию защиты атмосферы от вредного воздействия АТС, но и максимально детализированные нормы, обеспечивающие ее реализацию.

Например, в нем конкретизированы значения норм выбросов вредных веществ АТС, выпускаемых промышленностью на период до 2000 г., а также сроки и порядок рассмотрения и принятия требований на период после 2000 г.; временные пределы на освоение новой продукции промышленностью, отвечающей соответствующим требованиям; экологические требования к двигателям после их восстановления и ремонта; нормы предельных выбросов вредных веществ автомобилями при низких (до 286 К, или —7 °С) температурах окружающего воздуха; требования к соответствующим государственным службам в отношении постоянного анализа выбросов (формальдегид, бензол, 1,3-бутадиен и др.), не нормируемых действующим законодательством, и принятия решений по их нормированию в установленном порядке; требования к производителю по оснащению АТС бортовыми средствами диагностики систем и узлов, ответственных за экологические показатели, и по гарантийным обязательствам в отношении этих систем; порядок государственного контроля за качеством выпускаемых топлив и ответственность за заправку АТС ненадлежащим топливом; требования о полном изъятии из продажи этилированного бензина, начиная с 1996 г., и к выпускаемым дизельным топливам (содержание серы не более 0,05 %, цетановое число не менее 40); порядок использования и требования к улучшенному бензину, обеспечивающему снижение выброса летучих органических соединений, которые способствуют разрушению озона в атмосфере (содержание бензола — менее 1 %, полное отсутствие свинца, обязательное применение моющих добавок, содержание кислорода — не менее 2 %); льготные условия кредитования для производителей улучшенного бензина; порядок использования окисленного бензина в регионах, взимания налогов и образования фонда для финансирования работ по сертификации выпускаемых АТС и двигателей, а также контроля экологических показателей АТС и двигателей, находящихся в эксплуатации, наложения штрафных санкций за нарушения положений закона.

Безусловно, слепо копировать американский закон не следует. Но принципы и подходы, нашедшие отражение в нем, требуют самого тщательного изучения. Например: решение принципиальных вопросов защиты окружающей среды конгресс США не делегирует никому — ни ведомствам, ни чиновникам; закон, принимаемый им, не дает абсолютно никаких шансов на двоякое толкование даже таких, казалось бы, сугубо технических вопросов, как физико-химический состав топлива и предельные значения выбросов токсичных компонентов для каждого класса АТС и двигателей; в разработке закона участвуют не только законодатели, но и производители и потребители АТС, и т.п.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 629.113/.115

АВТОМОБИЛЬ "ХОНДА ЛЕГЕНД"

Наш журнал уже знакомил читателей с легковыми автомобилями фирмы "Хонда", в частности, с моделью среднего класса "Аккорд", прочно завоевавшей рынок не только Японии, но и США. В последнее время "Хонда" стремится занять нишу, частично освободившуюся после подорожания престижных моделей "Мерседес", БМВ, "Ауди" и "Вольво". Специалисты фирмы предвидели повышение спроса на автомобили более высокого класса, чем "Аккорд", но по более доступным ценам, чем европейские аналоги. Поэтому специально для разработки, производства и сбыта автомобилей представительского класса здесь создали самостоятельный филиал "Акура".

Новая модель, разработанная при участии американского отделения фирмы, гармонично сочетает американскую солидность, европейский рационализм и японскую культуру производства. Автомобиль, получивший наименование "Легенд", представляет собой четырехдверный пятиместный переднеприводный седан (или двухдверное купе) с несущим кузовом и V-образным шестицилиндровым двигателем, расположенным продольно. Автомобиль несколько напоминает модели БМВ серии 7, "Мерседес-Бенц" S-класса и "Шевроле Каприс Классик", причем не только своим внешним видом, но и основными характеристиками, грамотным решением сложных технических проблем, комфортабельностью.

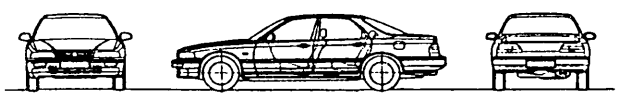
Специалисты фирмы, привыкшие к четырехлетнему циклу разработки основных моделей ("Аккорд" и "Сивик"), на сей раз уложились лишь в шестилетний срок.

Дело в том, что автомобиль такого класса — новинка для "Хонды", и практически никаких наработок у фирмы не было. За этот период удалось провести большой комплекс работ по доводке кузова с точки зрения аэродинамики, что обеспечило автомобилю хорошие технические и потребительские показатели.

Так, его максимальная скорость достигает 223 км/ч, а средний расход топлива составляет 10,2 л/100 км. Это при полной массе 2150 кг! Кстати, запас хода по топливу превышает 650 км благодаря 68-литровому топливному баку.

Внешний вид автомобиля, как уже говорилось, достаточно типичен для данного класса, но спутать "Хонду Легенд" с другим автомобилем все же нельзя.

Плановые очертания кузова, окрашенного в благородные цвета; умеренное использование хрома; объемистые бамперы-фартуки из армированной стекловолокном пластмассы, под которыми скрыты стальные профили; невысокие и очень широкие блок-фары; тонкие, но прочные передние и центральные стойки; большая площадь остекления. Здесь нет каких-либо дизайнерских находок, но есть свой стиль, своя индивидуальность. Облик этого автомобиля внушает ощущение надежности и представительности.



Конструкция кузова примечательна тем, что панель пола сделана более прочной, нежели у других моделей фирмы "Хонда", чем повышена жесткость кузова на кручение. Все металлические панели оцинкованы, а наиболее "уязвимые" для коррозии места — даже с двух сторон. Такие качества особенно ценны для российских условий эксплуатации.

Вместе с тем автомобиль имеет сравнительно небольшой дорожный просвет, что заставит отечественного водителя быть особенно придирчивым при выборе дороги. Так, у модификации с кузовом седан он составляет 150 мм. Модификация купе — еще ниже. От седана она отличается (см. таблицу), кроме того, меньшими длиной и массой, большей максимальной скоростью (226 км/ч) и окраской в более яркие цвета.

Подстать дизайну кузова интерьер: салон обит светлой кожей, выстлан ковровыми покрытиями цвета слоновой кости, панель приборов и консоль отделаны ценными породами дерева. При этом и без того широкий салон кажется еще просторнее из-за большой площади остекления и прозрачного люка в крыше.

Рабочее место водителя не только внешне радует глаз — оно хорошо продумано и оснащено. На панели приборов установлены традиционные аналоговые приборы круглой формы, дающие водителю всю необходимую информацию о состоянии автомобиля. Травмобезопасное рулевое колесо заключено в кожаный чехол и оборудовано воздушной подушкой безопасности. Удобно для водителя расположены и остальные органы управления. Более того, "Хонда Легенд" оборудована электронной системой поддержания заданной скорости. Все это, а также удобные зеркала заднего вида, регулируемые электроприводом, облегчает его работу. И конечно, как любой другой автомобиль представительского класса, "Хонда" оснащена кондиционером и высококачественной стереосистемой.

Специалисты фирмы "Хонда" — признанные лидеры в создании мощных и одновременно компактных силовых агрегатов, что влияет прежде всего на компоновку автомобиля. В отличие от многих других они не используют турбонаддув, считая, что есть иные, более простые и надежные средства повышения литровой мощности двигателя. Одно из них — управляемый газодинамический наддув, примененный на разработанном специально для данной модели двигателе. Шестицилиндровый V-образный (угол

Параметр	Модификация	
	Седан	Купе
База, мм	2910	2830
Колея колес, мм:		
передних	1550	
задних	1540	
Длина, мм	4950	4885
Ширина, мм	1810	
Высота, мм	1410	1370
Объем багажника, л	427	417

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

развала цилиндров 90°), рабочим объемом 3,2 л, он развивает мощность 151 кВт (205 л.с.) при частоте вращения 5500 мин$^{-1}$ и крутящий момент 293 Н·м (29,3 кгс·м) при 4400 мин$^{-1}$; имеет по четыре клапана на цилиндр и систему зажигания с индивидуальными катушками на каждой свече.

Двигателем управляет электронная система PGM-F1, обеспечивающая в любых условиях эксплуатации оптимальную подачу топлива в цилиндры через форсунки. Этим во многом обусловлены низкий его расход и невысокая концентрация вредных компонентов в отработавших газах. Однако, чтобы снизить ее до минимума, использована еще и система очистки на основе трехкомпонентного управляемого каталитического нейтрализатора. Высокие динамические показатели (автомобиль разгоняется до 100 км/ч всего за 8,1 с) достигаются, конечно же, не только характеристиками двигателя, но и соответствующей трансмиссией, которая предлагается в двух вариантах: с пятиступенчатой механической или четырехступенчатой автоматической коробками передач. Соответственно применяются и две разные главные передачи.

Фирма отказалась от ставшей уже традиционной подвески "Макферсон" и использовала усовершенствованную независимую двухрычажную подвеску с цилиндрическими пружинами, телескопическими амортизаторами и стабилизаторами поперечной устойчивости, причем как для передних, так и для задних колес. Подвеска обеспечивает уверенное поведение автомобиля на любых скоростях благодаря оптимальной траектории перемещения колес (размер шин 205/65 ZR 15). Рулевой механизм с гидроусилителем позволяет выполнять сложные маневры даже при фигурном вождении: минимальный наружный габаритный радиус поворота седана равен 6,1 м. На всех колесах установлены вентилируемые дисковые тормоза; есть, конечно, и антиблокировочная система.

Новый автомобиль выпускается на заводе в г. Саяма (Япония), где объем его производства достигает более 100 тыс. шт. в год. Больше половины (свыше 60 тыс. шт.) реализуется на американском континенте, прежде всего в США и Канаде. Поступают автомобили "Хонда Легенд" и на рынок России, причем специально адаптированные к нашим условиям эксплуатации. Остается добавить, что при всей своей добротности и престижности они на 10—20 % дешевле, чем их европейские аналоги, и это способствует коммерческому успеху модели.

В.Н. ГОРДИЕНКО
НИИинформавтопром

КОРОТКО О РАЗНОМ

Итальянская фирма "Бимота", специализирующаяся на мелкосерийном производстве скоростных мотоциклов с ходовой частью собственной конструкции и модифицированными двигателями других мотоциклетных фирм (например, "Дукати"), разработала модель "600". Новинка имеет оригинальную рычажную подвеску переднего колеса и систему впрыска топлива.

●

Главное событие 1994 г. в фирме "Опель" — очередной седан (и универсал) среднего класса. Новая "Омега" заменила автомобиль с таким же названием, выпускавшийся уже восемь лет. Она отличается более изысканным интерьером, просторным салоном и вместительным багажником. В качестве стандартного оборудования предусмотрены надувные подушки безопасности для водителя и пассажира, находящегося на переднем сиденье. Выпускаемые фирмой автомобили сейчас оснащаются одним из четырех новых многоклапанных двигателей: мощностью 100 кВт (136 л.с.) — базовый вариант "Омеги", 157 кВт (216 л.с.) — "Омега-МВи". Расход топлива у новых автомобилей фирмы на 12 % меньше, чем у их предшественников.

●

Фирма "Июн" (США) разработала для грузовых автомобилей четырехпозиционную систему регулирования давления воздуха в шинах, позволяющую водителю при движении, к примеру, по мягкому грунту улучшить проходимость путем уменьшения давления воздуха в них или, наоборот, путем его увеличения снизить сопротивление качению на дороге с асфальтовым покрытием.

●

На последней автомобильной выставке в Женеве была представлена новая версия популярной модели "СААБ 900 Турбо", выпускавшейся с 1978 г. Этот пятидверный (и трехдверный) хетчбэк немного шире предыдущей модели. Салон выполнен по схеме "каркаса безопасности". Серийно устанавливают две надувные подушки безопасности и ремни с преднатягом. Усовершенствованные передняя и задняя подвески существенно повышают прочность силовых элементов кузова. Силовой агрегат составляют двигатель рабочим объемом 3 л мощностью 147 кВт (220 л.с.) и сцепление с электронной системой управления ("Сэнсоник").

Для такого мощного и скоростного (максимальная скорость — 240 км/ч) автомобиля предусмотрены рулевое управление с усилителем, дисковые тормозные механизмы всех колес и противобуксовочная система.

●

У нового легкового автомобиля "ИГл Вижн" площадь остекления на 25 % больше, чем у других моделей корпорации "Крайслер" (США). Кроме того, расположенные под острым углом ветровое и заднее стекла позволили снизить на 8 % расход топлива и на 15 % уровень шума.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ИННОВАЦИОННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

Фирма **"Инновационные Биотехнологии"** проектирует, изготавливает и вводит в эксплуатацию установки типа **"Биореактор"**, для очистки вентиляционных выбросов от паров летучих органических соединений (стирол, ксилол, этилацетат, бензол, формальдегид, этанол, толуол, циклогексанон, фенол и др.), а также для дезодорации воздушных выбросов.

У Вас проблемы с очисткой воздуха?

Обращайтесь к нам!

Основой **"Биореактора"** является специально полученные (под конкретные условия) культура микроорганизмов (биокатализатор), которая окисляет вредные органические соединения до углекислого газа и воды. Срок службы биокатализатора практически неограничен. Используемые микроорганизмы защищены патентами, имеют токсикологический паспорт, утверждены Санэпиднадзором при Президенте РФ.

Адрес: 117071, г.Москва, Ленинский проспект, дом 33, кор. 3.
Тел./Факс: (095) 952-08-01, Тел.: (095) 958-08-77.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Башинджагян Е.А. — О наболевшем и необходимом 1

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Высоцкий М.С. — Автомобили и автопоезда МАЗ сегодня и завтра 4

Процессы воспламенения и горения топлива в ДВС

Малов Р.В. — Механизм воспламенения низкоцетановых дизельных топлив 11

Самойлов Н.П. — Скорость распространения пламени при расслоении смеси 14

Гулиа Н.В., Ильюшин Г.С. — Бесступенчатые коробки передач на дисковом вариаторе 17

Бородянский Л.Х. — Уравновешивание сил инерции первого порядка малоразмерного ДВС 20

АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Кирпичников А.А. — Двигатель должен быть приспособлен к техническому обслуживанию и ремонту 23

Волковичер Л.С., Клецкин Б.Э., Шелгаева А.В., Волковичер Ю.Л., Кулик А.Н. — Аппарат с эрлифтным перемешиванием 27

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Отделочно-упрочняющая обработка деталей

Щедрин А.В., Тараненко Г.В. — Для упрочнения пневмоцилиндров 28

Тимонин В.М., Васильев А.К. — Новое в финишной обработке гильз цилиндров ДВС 29

Волков А. — Сквозная технология в среде "Автокада" 31

Шебатинов М.П., Мардыкин И.П. — Износостойкость белых высоколегированных чугунов 33

ИНФОРМАЦИЯ

К 40-летию 21 НИИИ (АТ) МО РФ 34

Гусаров А.П., Вайсблюм М.Е. — Экология АТС. Первый опыт сертификации 35

За рубежом

Гордиенко В.Н. — Автомобиль "Хонда Легенд" 38

Коротко о разном 39

Главный редактор В.П. МОРОЗОВ

Заместитель главного редактора В.Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И.В. Балабин, В.В. Барбашов, А.Я. Борзыкин, А.А. Быковский, Н.Н. Волосов, О.И. Гируцкий, В.И. Гладков, А.З. Горнев, М.А. Григорьев, Б.И. Гуров, Ю.К. Есеновский-Лашков, Р.А. Карачурин, Ю.А. Купеев, Е.Н. Любинский, А.А. Невелев, В.И. Пашков, В.Д. Полетаев, А.М. Сереженкин, Н.Т. Сорокин, В.Е. Спирин, А.И. Титков, Г.Б. Урванцев, Н.Н. Яценко

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Машиностроение"

Художественный редактор *Т.Н. Галицина*
Технический редактор *И.Н. Раченкова*
Корректор *П.В. Нерода*

Сдано в набор 03.08.94. Подписано в печать 14.10.94.
Формат 60×88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,9. Усл. кр.-отт. 5,88. Уч.-изд. 6,53. Тираж 1709 экз.
Зак. 771

Адрес редакции: 103012, Москва, К-12, Ветошный пер., 13, 4-й этаж, комн. 424 и 427
Телефоны: 928-48-62 и 298-89-18

Набрано в ордена Трудового Красного Знамени издательстве "Машиностроение" на персональных ЭВМ
107076, г. Москва, Стромынский пер., 4.

Отпечатано в Подольской типографии Чеховского полиграфического комбината
142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

АВТОТЕКС

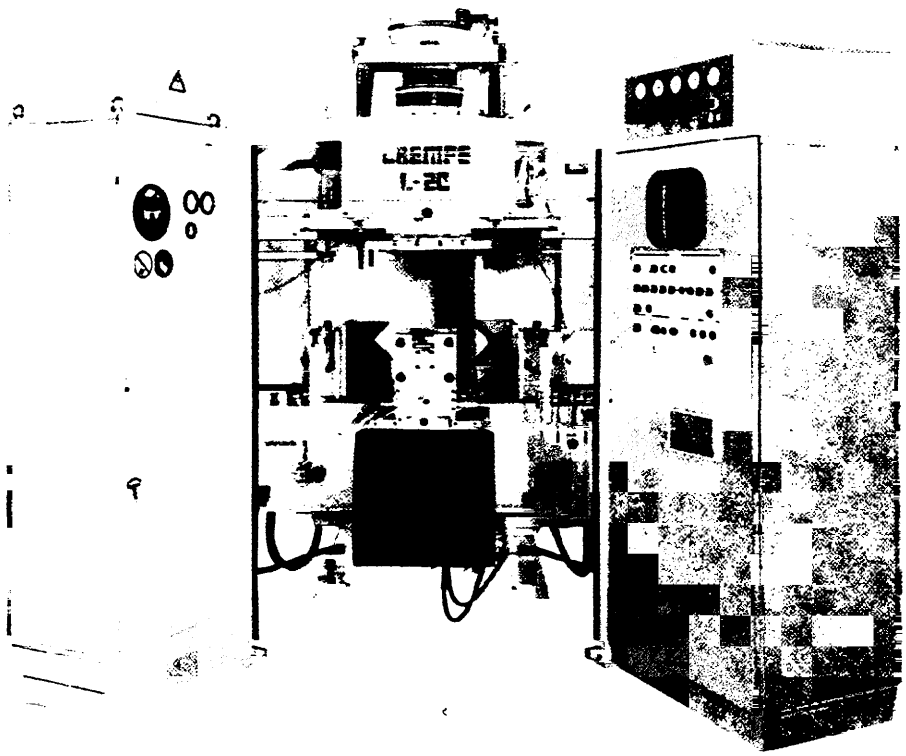
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ

Laempe. Foundry Technology

Уважаемые Господа!

Разрешите предложить Вам сотрудничество фирмы Laempe (Германия) в области оборудования и технологий для литья высшего немецкого качества.

Фирма ЛЕМПЕ является мировым лидером по производству стержневых автоматов. Среди более чем 400 фирм-покупателей оборудования ЛЕМПЕ во всем мире такие известные концерны, как "Форд", "Крупп", "Маннесман", "Тиссен", "Вольво" и другие. Например, в настоящее время фирмой ЛЕМПЕ оснащен новый литейный завод "Форд Моторс", где в автоматическом режиме работают 38 стержневых машин и осуществлена полная автоматизация производства блока цилиндров, начиная от изготовления стержней до заливки форм. *Наши технологии обеспечат Вам экспорт отливок на мировой рынок.*



Литейное оборудование и технологии:

- стержневые автоматы по "холодной" и по "горячей" оснастке;
- линии и машины безопочной формовки и машины для литья "в стержнях";
- специализированные машины-автоматы для отливки блока двигателя;
- технологии Coldbox, Hotbox, Betaset, Redset, Амин-процесс, SO_2-, CO_2-процессы и др;
- газогенераторы для одно-, двух- и трехкомпонентных газов;
- смесители, устройства замены оснастки, съема стержней, очистки газов.

Наш адрес: 127562, Москва ул. Каргопольская, 18а.
АВТОТЕКС Тел: (095) 9075000, 9075255; факс: (095) 9072150

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ВПЕРВЫЕ В РОССИИ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ЛАЗЕРНОЙ СТЕРЕОЛИТОГРАФИИ

открыт АО "АСМ-холдингом" и НИИТавтопромом на базе уникального оборудования, математического продукта и технологических материалов фирм D Systems (США) и Ciba-Geigy (Швейцария).

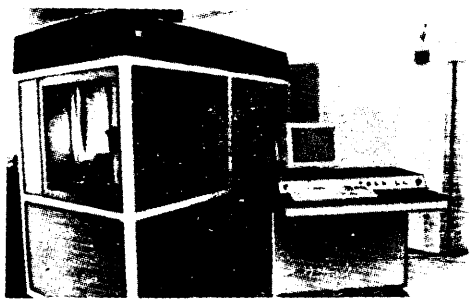
СУЩНОСТЬ: изготовление прототипа детали (модели) по ее математической модели методом фотополимеризации (отверждения) спецжидкостей лучом лазера

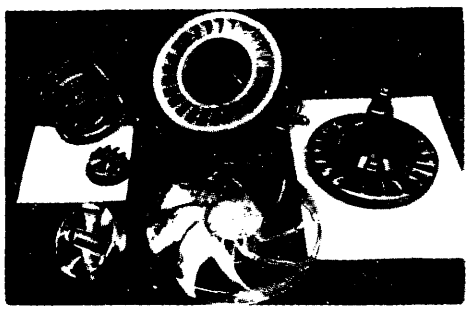
ПРЕИМУЩЕСТВА:

— резкое (в десятки раз) сокращение времени на разработку и внедрение новых изделий
— значительная экономия времени и средств на технологическую подготовку производства
— неограниченная универсальность компьютерных систем и математического обеспечения
— достижение высокой точности (в пределах 0,08-0,1 мм) изготовляемых моделей-прототипов
— широкий диапазон плотности (от 1 до 0,25) модели в ее объеме

ПРОГРАММА УСЛУГ:

- Экспресс-изготовление модели сложной детали по чертежам или магнитному носителю заказчика размера до 500 × 500 × 500 мм. Модели детали более крупных размеров могут быть изготовлены по частям с последующей их склейкой
- Внедрение технологии стереолитографии, демонстрация и продажа систем, обучение специалистов
- Проведение совместных НИОКР, оказание помощи заказчику в приобретении и обслуживании систем стереолитографии.





ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ:

Дизайнеры, конструкторы и производственники автомобильной промышленности, машиностроения и любых других отраслей.

ОБРАЩАЙТЕСЬ К НАМ ПО АДРЕСАМ:

АО "НИИТавтопром", 115533, Москва,
пр. Андропова, 22/30
Центр стереолитографии
Телефоны: (095) 118-37-33, 118-30-77.
Факс (095) 118-35-55 Телекс 412158
Телетайп 114461 Кармин

АО "АСМ-холдинг", 103895, Москва,
ул. Кузнецкий мост, 21/5
Телефоны: (095) 925-49-36, 925-78-87
Факс: (095) 924-39-00, 925-78-87

СТЕРЕОЛИТОГРАФИЯ — ПРОРЫВ В КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ОБЪЕКТОВ

ISSN 0005-2337. Автомобильная промышленность. 1994 № 10. 1—40

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru