

ISSN 0005-2337

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 10 • 2005





**ОАО "ИЗДАТЕЛЬСТВО
"МАШИНОСТРОЕНИЕ"**

*представляет **НОВЫЙ***

"АВТОМОБИЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК"

Опыт лучших профессионалов – нашим читателям!

Если Вы – работник автосервиса, автолюбитель или только собираетесь им стать, – ЭТА КНИГА – ДЛЯ ВАС.

**ОСВЕЩЕН ВСЬ КОМПЛЕКС ВОПРОСОВ
ПО РЕМОНТУ И ОБСЛУЖИВАНИЮ
ГРУЗОВЫХ И ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ:**

- ◆ Диагностика автомобилей
- ◆ Устранение неисправностей
- ◆ Ремонт и восстановление деталей
- ◆ Ремонт кузовов
- ◆ Технические характеристики автомобилей
- ◆ Сведения о двигателях
- ◆ Характеристики шин
- ◆ Топлива, масла, смазки и их зарубежные аналоги
- ◆ Новая классификация автотранспортных средств
- ◆ Сведения из ГОСТов и многое другое...



Цена справочника 440 руб. (с учетом НДС – 10 %).

Приобрести справочник без торговых наценок можно только в ОАО "Издательство "Машиностроение".

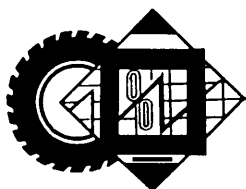
Заявки на справочник направляйте в отдел реализации по факсу: (495) 269-48-97 (работает круглосуточно); по e-mail: realiz@mashin.ru; по почте: 107076, Москва, Стромынский пер., 4. ОАО "Издательство "Машиностроение".

В заявке должны быть указаны: название предприятия, юридический адрес (для оформления счета-фактуры), почтовый индекс и адрес (для доставки изданий), ИНН и банковские реквизиты предприятия, ФИО исполнителя, контактный телефон, факс, e-mail, название заказываемой книги, количество экземпляров.

Справки о наличии книг, выписке счетов и отправке изданий по телефонам: (495) 269-66-00, 269-52-98.

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 10 • октябрь • 2005



ЭКОНОМИКА

И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.114.6.002.8

ОТСЛУЖИВШАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ ТЕХНИКА КАК ИСТОЧНИК СЫРЬЯ

Канд. техн. наук А.А. ПОГОСЯН

МАДИ (ГТУ)

Проблема утилизации изношенной автомобильной техники имеет неодинаковую приоритетность в промышленно-экологической политике различных стран мира. Если, скажем, Россия (исключение — Москва) на переходном этапе к рыночным отношениям склонна эту проблему не признавать в качестве первоочередной, то, к примеру, Япония уже не может пренебрежительно относиться к ней и должна придать (и придает) ей надлежащую приоритетность. Но наиболее серьезно решают ее в странах ЕС и, в частности, в Германии, где практически каждая семья имеет один или несколько автомобилей и меняет их в среднем через 5—12 лет. В итоге из эксплуатации ежегодно выводится 2,5 млн только легковых АТС, которые дают 5 млн т отходов, реализуемых в соответствии с решением властей, принятым в 1998 г., в формах, не вредящих окружающей среде и подлежащих повторному полезному использованию. Одновременно здесь действует и постановление о порядке сдачи непригодных машин на утилизацию, в соответствии с которым работает специализированное объединение, включающее 16 головных предприятий по бесплатному приему автомобилей со сроком эксплуатации до 12 лет. Но за каждые два года сверх этого срока владелец, сдавая старый автомобиль в пункты приема, должен доплачивать предприятию по переработке 50 евро.

В итоге переработка старых автомобилей стала самостоятельной отраслью, для которой разрабатываются

собственные экономические и другие модели (например, предлагается при покупке автомобиля взимать с покупателя сверх стоимости дополнительные 75 евро в счет погашения будущих затрат на утилизацию).

В данной отрасли, как полагают, со временем основная роль будет отведена предприятиям-изготовителям, поскольку именно последним, согласно принятым рекомендациям Комиссии ЕС по охране природы, должны возвращаться для переработки автомобили, выработавшие свой ресурс.

Как показывает германский опыт, такие жесткие требования себя оправдывают. При их реализации почти 75 % массы автомобиля в процессе утилизации возвращается в производство (не обязательно автомобильное). В том числе почти 100 % стали и алюминия, 60 — других цветных металлов, 25 — пластика, 30 — материалов шин и эластиков, 40 % — стекла и столько же прочих материалов.

Надо сказать, что решения правительственных органов были восприняты фирмами-производителями АТС с пониманием. Например, наиболее крупные из них совместно с некоторыми хозяйственными объединениями в 1998 г. добровольно взяли на себя обязательство бесплатно принимать на утилизацию автомобили не старше 12 лет.

Но масштабные и повсеместные работы, связанные с утилизацией изношенных автомобилей, выявили одну очень интересную (и сложную) проблему.

Да, все признали, что наиболее грамотно процесс утилизации АТС может организовать только производитель или его специализированная структура. Но как быть с экспортируемыми в другие страны? Ведь совершенно очевидно, что доставка вышедших из строя по старости автомобилей из стран-потребителей на базовые предприятия не только затруднительна, но и зачастую бессмысленна.

Решение проблемы нашли. В частности, западно-европейские лидеры в области переработки, фирмы БМВ, ФИАТ и "Рено", еще в 1994 г. договорились скоординировать свои действия и подписали документ о сотрудничестве, согласно которому каждая из фирм берет на себя утилизацию старых АТС, выпущенных этими фирмами и находящихся в ее стране.

В последующем рамки договора были расширены, и сейчас, например, автомобиль БМВ можно сдать на утилизацию и в Австрии, и в Голландии.

Аналогичные формы сотрудничества имеют место в США и Японии.

Таким образом, опыт утилизации выслуживших свой срок АТС уже есть. Причем опыт положительный. И им, как говорится, не грех воспользоваться в России. Тем более, что в начале нынешнего столетия общая масса твердых отходов российского автотранспортного комплекса ежегодно возрастает более чем на 3 млн т, в том числе на 1,4 млн т — лома и отходов черных металлов, 1160 тыс. т — отходов резины, 200 тыс. т — отходов свинцовых аккумуляторов, 60 тыс. т — пластмасс и других материалов, 300 тыс. т — отработавших масел и специальных жидкостей, а ежегодной утилизации требуют ~1,2 млн брошенных и разукomплектованных легковых АТС, т. е. 5 % существующего их парка. Например, только в Москве — ~130 тыс. Однако собрать и утилизировать удастся лишь ~15 % из них. Правда, Москва, чтобы не "захлебнуться" брошенной владельцами автомобильной техникой, приняла решение о принудительном, т. е. даже вопреки воле владельцев, ее утилизации. Но мера эта, по-видимому, временная. Непрерывно и многократно возрастающее число подлежащих утилизации автомобилей совершенно не устраивает московские власти с экономическими позиций: ведь все расходы по принудительной и добровольной утилизации несет городской бюджет. Поэтому правительство Москвы в 1999 г. утвердило новую концепцию создания городской системы сбора и переработки АТС, подлежащих утилизации. Согласно ей в ближайшем будущем вся материальная ответственность за утилизацию будет возложена на ее владельца. (Предполагается, что стоимость процедуры составит ~3 тыс. руб.)

Такой подход, думается, содержит ту же ошибку, что и в свое время в Германии, где утилизация старых машин стоила немалых денег их владельцам. Но затем власти убедились, что система работает не очень эффективно: немцы, несмотря на их "генетическую" дисциплинированность, старались не тратить на решение проблемы утилизации. Поэтому в Германии сейчас и действует система, при которой приемные пункты устанавливают, в зависимости от модели и срока эксплуатации автомобиля, его остаточную стоимость, затем из получившейся суммы вычитают затраты на утилизацию (включая расходы по доставке к месту приемки) и разницу выплачивают его хозяину. А она, как показал опыт, в случае некоторых моделей автомобилей "Фольксваген" выпуска 1985—1987 гг. может

составить 100—150 евро. То есть сдача автомобиля на утилизацию стала выгодной.

Германский опыт в какой-то мере учли Европейский парламент и Совет ЕС: в 2000 г. они приняли директиву "Транспортные средства, вышедшие из эксплуатации", которая установила единый подход всех стран-участниц ЕС к рассматриваемой проблеме. Его суть: отслуживший свой срок автомобиль принимается от его владельца бесплатно, а все финансовые затраты, связанные с его утилизацией, покрывают производитель и импортер.

На первый взгляд, достаточно резонное решение: потребитель не платит за утилизацию купленного им товара. Но что на самом деле означает формулировка "расходы несет производитель и импортер"? Ответ очень прост: то же, что и было. Расходы по утилизации снова возлагаются на потребителей. Только не напрямую, а опосредованно: издержки производителей и импортеров неминуемо отразятся на отпускных ценах на новые автомобили. Так что, если смотреть по существу, то опыт Германии в Западной Европе остался невостребованным.

А в США и Японии нормативных документов нет, но зато сама культура взаимоотношений между производителем и потребителем привела к созданию следующей системы: владелец вызывает специальную бригаду, которая забирает ненужный автомобиль, а иногда даже оплачивает какую-то часть его стоимости. В некоторых странах были сформированы и опробованы свои механизмы распределения ответственности между владельцами старых автомобилей, производителями техники, поставщиками комплектующих и запасных частей, предприятиями по утилизации и государственными органами управления и контроля. Однако в целом можно сказать, что извечный вопрос "кто кому платит за утилизацию: центр по утилизации владельцу за сдачу "металлолома", либо владелец техники центру за то, что он соблаговолил у него забрать его старье?" остается без четкого и однозначного ответа. Хотя он, думается, лежит на поверхности.

Например, совершенно очевидно, что утилизация изношенной автомобильной техники уже формируется как самостоятельная подотрасль промышленности. Значит, как и любая производственная сфера, она должна работать по принципу самоокупаемости. Последнюю же можно обеспечить лишь за счет гибкого сочетания двух источников — реализации продуктов переработки и финансовых поступлений от владельцев старой техники. И если, скажем, остаточная стоимость сдаваемого автомобиля может компенсировать затраты утилизатора на последующую его переработку, то данный автомобиль принимается бесплатно или даже с выплатой владельцу какой-то денежной суммы (так, как это делают в Германии), если же компенсировать не может — доплачивает владелец.

Такой вариант абсолютно "прозрачен" и справедлив. Но главное, он "подстегнет" владельцев старых автомобилей к своевременной сдаче малопригодной к эксплуатации техники, поскольку будет своего рода до-

полнительной штрафной санкцией к существующему (пока за рубежом) налогу за эксплуатацию состарившихся автомобилей.

Для нашей страны вопросы финансово-правового регулирования процесса рециклинга АТС носят и будут, конечно, еще какое-то время носить характер теоретического диспута. До тех пор, пока будут организационно оформлены современные службы и предприятия по утилизации отработавшей автомобильной техники, т. е. утилизация станет выгодным бизнесом. А пока же эта экономическая ниша практически свободна. Ведь те немногочисленные частные фирмы, которые появились в последние годы, как правило, маломощны, принимают на утилизацию очень немного АТС или только отдельные их детали. Предприятия же Втормета продолжают работать по старинке — прессуют автомобили целиком или, в лучшем случае, измельчают их кузова и отправляют железнодорожным транспортом на металлургический завод (до недавнего времени — Новоліпецкий металлургический комбинат), а тот выдает свою продукцию металлообрабатывающим предприятиям, в том числе автозаводам.

Формально — цикл соблюден, старые автомобили использованы. Однако по существу этот способ вряд ли можно признать технологически и экологически оправданным. Ведь при прессовании кузова без его предварительной разборки в "кубике" наряду с черными металлами оказываются и цветные — алюминий (головка блока и тормозные барабаны), латунь и т. д. Выделить их при переплавке технологически невозможно, поэтому их, чтобы не испортить выплавляемый металл, приходится "выжигать". В результате они в виде различных соединений попадают в атмосферу, загрязняя окружающую среду.

Но проблему утилизации отслуживших свой срок автомобилей и их изношенных компонентов, хотим мы того или нет, решать придется. И не только в Москве, но и во многих других крупных российских городах. Таких, как Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Екатеринбург, Владивосток, Тольятти (который уже вошел в число городов с самой высокой плотностью автомобилей на душу населения) и др. Тем более что ЕС уже предупредил правительство России: если в стране не будут решены вопросы, связанные с утилизацией, то ввоз автомобилей европейского производства в нашу страну окажется под запретом.

И надо сказать, что первые сдвиги в решении проблемы утилизации уже просматриваются. Например, усилиями муниципальных властей Тольятти и руководства ВАЗа разработана соответствующая программа. ВАЗ, согласно ей, на базе собственного производства по переработке промышленных отходов выделил опытную площадку, предназначенную для разборки и утилизации выработавших ресурс автомобилей своего производства. Более того, он готов платить за такой автомобиль 500 руб. за 1 т.

Еще раньше (в 1999 г.) концепцию создания городской системы сбора и переработки АТС, подлежащих утилизации, разработала Москва. Данная концепция

исходит из необходимости очистки города от брошенных, разукомплектованных, не восстановленных после ДТП автомобилей, а также отходов, связанных с их эксплуатацией, и создания предпосылок и системы мер, не допускающих засорения ими территории города. В число таких мер входят: выявление и учет АТС, не пригодных к эксплуатации; их эвакуация, хранение, переработка; реализация тех элементов их конструкции, которые могут быть использованы в качестве запасных частей, а также продуктов переработки АТС; утилизация и захоронение отходов перерабатывающих предприятий.

Концепция предусматривает также порядок и финансирование утилизации, хранения и снятия с регистрационного учета автомобилей, состав инфраструктуры системы, ее правовое и информационное обеспечение, меры по активизации и стимулированию деятельности отечественных "утилизаторов". В частности, предприятия, занимающиеся утилизацией старых автомобилей, отнесены к числу приоритетных для города, т. е. для них установлены определенные льготы. В том числе такая существенная, как льготная, от 1 до 50 % средней городской ставки арендной платы за землю. Но действующие в Москве частные предприятия, утилизирующие АТС, пока тоже маломощны и заняты, как правило, одной или двумя стадиями комплекса работ рециклинга. Это лишний раз доказывает: полный цикл утилизации (сбор, хранение автомобилей, их переработка и продажа продуктов переработки) по силам только мощной фирме. И попытку создания такой фирмы предприняло в свое время ОАО "АСМ-холдинг". Однако из-за отсутствия финансирования она оказалась безуспешной. Видимо, сейчас настало время возвратиться к этой идее. Например, заняться, по сути, организацией акционерного общества, объединяющего производственные потенциалы и финансовые средства ныне действующих мелких и средних предприятий: концентрация их активов и координация усилий — одна из главных предпосылок применения более совершенных форм менеджмента и, в результате, повышения эффективности как отдельных интегрирующихся фирм, так и АО в целом.

Но немаловажным фактором, способствующим решению проблемы утилизации, является и повышение ответственности владельцев за неправильное хранение и последующую "участь" их автомобилей. Понимание этого побудило муниципальные власти Тольятти выступить с предложением разработать и принять закон о рециклинге АТС. Более того, мэр города организовал "круглый стол" по обсуждению проекта данного закона, в котором приняли участие федеральные министры, мэры Москвы, Санкт-Петербурга, других больших российских городов, а также руководители автомобильных предприятий.

Такого рода инициативы, безусловно, ускорят процесс решения назревшей проблемы национального масштаба и перевода его на современные цивилизованные рельсы. Другого пути для нас просто нет.

ПРОГРАММА "РОССИЙСКОЕ КАЧЕСТВО" В СИСТЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Е.С. ДОБРинский

Академия проблем качества РФ

От качества управления к качеству продукции машиностроения — такова идея программы "Российское качество". Поможет ли данная программа, для выполнения которой необходимы относительно небольшие финансовые средства, удовлетворить требованиям федерального закона "О техническом регулировании" накануне вступления России в ВТО? Смогут ли российские предприятия, занимающиеся производством продукции и услуг, после вступления России в ВТО на равных конкурировать с зарубежными фирмами?

Эти вопросы из области теории переходят в область практики. И в первую очередь — с точки зрения продукции машиностроения. Ведь не секрет, что изделия многих его подотраслей (тяжелое и энергетическое машиностроение; автотрактор-, станко-, приборостроение; электроника и др.) уже уступили свои позиции зарубежным изделиям, несмотря на то, что имеют более низкую стоимость (пожалуй, только продовольственные товары на внутреннем рынке побеждают в конкурентной борьбе).

Все перечисленное жизненно важно. Ведь доля продукции машиностроения в структуре российского промышленного производства приближается к 20 %. Причем почти 91 % ее выпуска приходится на 7500 крупных и средних предприятий, остальные 9 % — на малые предприятия и опытные производства непромышленных организаций. Всего же в машиностроительном комплексе зарегистрировано ~50 тыс. предприятий, на которых работают около 4 млн человек (одна треть трудоспособного населения, занятого в промышленности).

Пути достижения конкурентного качества хорошо известны. Но они требуют таких затрат, которые во многих случаях не всегда и всем доступны. В частности, создание и экспериментальная отработка высокотехнологичной наукоемкой машиностроительной продукции; разработка высокоэффективных технологий; применение автоматизированного и надежного оборудования, высококачественного сырья, современных конструкционных материалов и сборочных процессов. Именно недостаток инвестиций — одна из основных и наиболее сложных проблем, возникающих при попытке ответить на поставленные выше вопросы. Поэтому 65 % активной части основных фондов машиностроения (технологического оборудования), по данным Росстата, и находится в эксплуатации более 20 лет, а оборудование, которое можно назвать современным (срок эксплуатации которого до 5 лет), составляет менее 5 %. Причем темпы обновления технологической базы в финансовом выражении не превышают 5 % в год, а в физическом — 2,5 %, что в среднем в 2—4 раза ниже, чем в среднем по промышленности. Кроме того, общее финансовое состояние предприятий нашего

машиностроения характеризуется почти двукратным превышением кредиторской задолженности над дебиторской, что составляет 25 % всей просроченной задолженности в промышленности. И, к сожалению, цифра продолжает расти.

Следует отметить также низкую конкурентоспособность продукции отечественного машиностроения по условиям поставки (срокам, комплектности, сервису и др.) и крайнюю неоднородность структуры экономического состояния предприятий, входящих в машиностроительный комплекс.

Вывод очевиден: положение, мягко говоря, не из лучших. Тем не менее в машиностроении имеются относительно малозатратные механизмы обеспечения качества, среди которых современные организация производства и менеджмент. Поэтому наиболее разумный и простой путь к достижению конкурентного качества один: найти оптимальные пути решения проблем, связанных с разработкой, производством продукции и оказанием услуг, используя давно и хорошо известные инструменты, начиная с аттестации рабочих мест и научной организации труда до использования международных стандартов в области менеджмента качества и информационных технологий. Затраты здесь, конечно, тоже нужны, но они на порядок меньше затрат на новые технологии, оборудование, материалы и т. п.

Понятно, что успех на данном пути возможен только при наличии высококвалифицированного, опытного, заинтересованного в работе персонала. Значит, такой персонал нужно обучать, готовить, сделать его наиболее активной стороной в борьбе за качество. Причем здесь не следует экономить. Опыт тех же японцев доказал: персонал — основной, наиболее ценный капитал любой фирмы.

В повышении квалификации, освоении современных инструментов менеджмента особо нуждаются руководители высшего и среднего звеньев управления. И для этого есть все возможности: за сотни лет в данной области найдены, опробованы и изложены в учебниках и справочниках решения практически по всем возможным управленческим ситуациям. Но при обучении не надо забывать, что менеджмент маркетинга и проектирования, закупок и поставок, производственной инфраструктуры и персонала столь же важен, как и менеджмент собственно производства продукции.

Работа, конечно, большая: по оценке специалистов, в систему хозяйственного управления экономикой (прежде всего в органы управления предприятиями) потребуется дополнительно не менее 25 млн профессиональных менеджеров.

Совершенствование одного из управленческих процессов, контроля качества, — также вполне доступный способ. Причем он, разумеется, не означает введение сплошного (тотального) контроля. Но разумно организованный входной, операционный и приемосдаточный методы контроля не только позволят существенно сократить возможность появления дефектов при использовании продукции, но и дадут информацию для улучшения производственных процессов и отбора поставщиков. При этом наиболее эффективен контроль, выполняемый "внутренними потребителями" — операторами.

В условиях обостряющейся конкуренции для производителей (поставщиков) крайне актуальной становится и необходимость постоянно убеждать потребителя, клиента, заказчика, что качество выпускаемой продукции или оказываемой услуги полностью отвечает их запросам и ожиданиям. И дело не должно ограничиваться рекламой (хотя без нее не обойтись). Нужны конкретные доказательства. Одним из них в последние годы становится наличие сертифицированной системы менеджмента качества, соответствующей известным международным стандартам, например, ИСО 9000. Еще более важную роль играют много лет проводимые в США и Японии конкурсы, которые предусматривают всестороннюю оценку эффективности деятельности фирм, в том числе в области качества (соответственно премии Балдриджа и Деминга). Неслучайно такие конкурсы с 1991 г. стал организовывать и Европейский фонд по управлению качеством. Россия с 1997 г. проводит конкурс на соискание премии правительства РФ в области качества.

Но все перечисленные доказательства все-таки косвенные: прямого подтверждения соответствия качества продукции или услуг некоторому уровню, что прежде всего интересует массового потребителя, стандарты ИСО 9000 или премии не предусматривают. Поэтому крупные корпорации и фирмы, а также государственные структуры вынуждены вводить жесткий контроль и приемку заказываемой ими продукции. Аналогично тому, как это делают министерства обороны. И такая практика будет, несомненно, расширяться, особенно по отношению к поставщикам сырья, материалов, комплектующих, в том числе на основе использования международных стандартов в области менеджмента.

Прямыми доказательствами служат также выставки, ярмарки, презентации, конкурсы качества отдельных видов продукции и т. п., организуемые профессиональными объединениями товаропроизводителей, обществами потребителей, региональными органами власти, фондами и другими структурами. Участвуя в них, фирма может получить диплом, который затем используется в сбытовом маркетинге, свидетельствует о высоком качестве ее изделий или услуг. В том же направлении работают многие газеты, журналы и телевизионные программы, публикуя обзоры и сообщая рейтинги качества отдельных видов продукции и услуг.

Все это дает возможность потребителю получить некоторые данные о качестве предлагаемой рынком продукции. Но такая информация, во-первых, не всегда полна и доступна; во-вторых, иногда носит заказной, рекламный, характер, причем нередко — рекламы отрицательной. Поэтому для потребителей более убедительны именно результаты оценки качества, проводимой авторитетными, а главное, независимыми экспертными организациями. Причем особым доверием пользуются результаты добровольной сертификации. Правда, здесь есть одно "но": добровольная, как и обязательная сертификация, подтверждает соответствие нормам стандартов или других аналогичных документов. Товаропроизводителю же хотелось бы доказать, а потребителю — убедиться, что качество данной продукции или услуги выше оговоренного стандартом. Поэтому необходим надежный, понятный, а главное, убедительный общенациональный механизм оценки

качества, который позволял бы выявлять продукцию и услуги действительно высокого качества.

На это можно возразить: требования к качеству различны для разных групп потребителей и во многом зависят от цены. Все, разумеется, так, но вполне возможно сформулировать некие усредненные представления о высоком качестве любой продукции или услуги. Тем более что общее мнение об эталонном качестве того или иного вида товара (германские автомобили, швейцарские часы и т. д.) у наших потребителей уже сложилось. Что же касается качества конкретных товаров и услуг, то наш потребитель, начав жить в условиях рыночного изобилия, пока не научился разбираться в их достоинствах и недостатках, а назойливой и неинформативной рекламе просто не верит. Поэтому с пониманием воспринимает авторитетные свидетельства качества и нуждается в таких свидетельствах. Ведь даже в странах, много лет живущих в условиях рыночной конкуренции, более высокого уровня информированности потребителей, механизмы независимой оценки качества товаров и услуг — повседневная реальность. Например, в Германии с 1957 г. это делает некоммерческая организация — Институт сравнительного тестирования товаров. Результаты его оценок стали непреложным и не подвергаемым сомнению путеводителем для немецких потребителей.

Реализуемая с 2002 г. программа "Российское качество" не имеет никакого отношения к конкурсам. Сходство лишь в одном: любое предприятие (организация) в удобный для него период (посчитав, что качество его продукции или услуги соответствует требованиям программы), может подать заявку на участие в ней. Все остальное — другое. Во-первых, программа выполняется постепенно; во-вторых, она выявляет конкретные продукцию и услуги высокого качества (выше стандартного уровня), представленные на российском рынке; в-третьих, способствует эффективному маркетингу и успешной их реализации; в-четвертых, базируется на оригинальной методике и специально выбранных показателях и критериях независимой экспертизы конкретных видов продукции, условий ее производства и поставки; в-пятых, качество продукта оценивается на основе анализа всего многообразия результатов деятельности предприятия за большой период времени, причем на каждый вид продукта разрабатывается (или используется созданная ранее) оценочная рабочая программа, включающая показатели качества и значения этих характеристик. Независимые эксперты, выбирая перечень показателей качества и их значения, ориентируются прежде всего на отечественные стандарты и нормы, но учитывают и требования международных стандартов, уровень качества, достигнутый в лучших образцах аналогичной продукции (или услуг) других фирм и стран. Кроме того, методология предполагает включение в рабочую программу оценки требований, не определенных конкретным потребителем, но необходимых для практического использования. (Это сродни требованиям стандарта ИСО 9001.) При положительных итогах оценки предприятие получает диплом или свидетельство, подтверждающие, что качество продукции соответствует одному из его уровней — стандартному или высшему. В дальнейшем заключается соглашение на использование предприятием защищенного в Роспатенте знака "Российское

качество", который выдается на три года. Но в течение этого срока предприятие дважды должно подвергаться инспекционному контролю.

Участие в программе предоставляет предприятию (организации) следующие преимущества: оно получает независимую, доказательную и авторитетную в глазах потребителя оценку уровня качества выпускаемой продукции или оказываемых услуг; а кроме того, приобретает возможность использования результатов успешного участия в программе при проведении маркетинговых и рекламных компаний, демонстрации своего потенциала клиентам и заказчикам, в том числе в инвестиционных и конкурсных торгах и тендерах.

За сравнительно небольшой срок, с конца 2002 г., дипломантами программы "Российское качество" стали ~60 предприятий и организаций, а также более 230 наименований товаров: пищевая и полиграфическая продукция, строительные материалы и работы, изделия легкой промышленности, услуги туристического и рекламного бизнеса, лечебно-оздоровительных учреждений. Но, к сожалению, дипломантов машиностроительного комплекса по-

ка немного. Среди них ОАО "Чебоксарский завод промышленных тракторов", ОАО "МЭЛ", ОАО "Комсомольское-на-Амуре авиационное ПО" и несколько других. Причины вполне понятны: во-первых, в России сейчас выпускается не так уж много наименований продукции машино- и приборостроения, качество которых выдерживает конкуренцию с качеством зарубежных аналогов; во-вторых, эксперты и менеджеры программы осторожно и с пристрастием рассматривают заявки, проводя предварительный анализ и отбор; в-третьих, нередко заявители, ознакомившись с требованиями программы к своей продукции, отказываются от участия в ней, мотивируя тем, что дело это слишком добровольное, но достаточно хлопотное.

И последнее. Многие потребители еще надеются, что государство, как во времена СССР, будет контролировать качество всех видов продукции и услуг. Но с принятием закона "О техническом регулировании" оно заявило о намерении прекратить всесторонний контроль качества продукции, услуг и оставляет за собой только контроль за выполнением обязательных, законода-

тельно установленных требований к безопасности продукции и услуг для человека и окружающей среды. Но выбор формы, содержания и методов контроля и оценки других характеристик качества (назначения, надежности, энергоемкости и др.), а главное — принятие решения о необходимости проведения такой оценки остается за производителями и потребителями. Причем основным документом, определяющим такое решение, становится контракт между производителем (поставщиком, продавцом) и потребителем (заказчиком, покупателем) продукции или услуг. Ссылки в контракте на стандарты, спецификации, регламенты, технические условия делают эти документы (разумеется, как и сам контракт), в соответствии с Гражданским кодексом, правовой основой требований к уровню качества, методам и правилам контроля и приемки. Кроме того, Гражданский кодекс и другие федеральные законы, например, "О защите прав потребителей" и "О техническом регулировании", возлагают ответственность за обеспечение качества на производителя (поставщика).



Известный в СНГ и дальнем зарубежье изготовитель прицепной техники "Могилевтрансмаш" вошел в состав МАЗа в качестве специализированного филиала. Это позволит, с одной стороны, освободить мощности Минского автозавода, занятые изготовлением собственных полуприцепов, и с другой, повысить рентабельность производства аналогичной техники в Могилеве.

Собственно, филиал РУП "МАЗ" "Завод "Могилевтрансмаш" был образован еще в феврале 2005 г. Для него с соблюдением всех юридических формальностей МАЗ взял в пользование у существовавшего на тот момент ОАО "Могилевтрансмаш" основные фонды (здания и сооружения, технологическое оборудование и др.), необходимые для обеспечения выпуска основной продукции, и выкупил оборотные средства (незавершенные в производстве товары, сырье и материалы на складах и др.). В марте работники ОАО "Могилевтрансмаш" с их согласия переведены на работу во вновь образованный филиал РУП "МАЗ". Таким образом, созданы базовые условия для работы филиала.

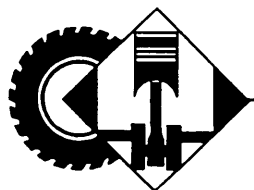
Изучение и анализ ситуации на месте специалистами Минского автомобильного завода показали, что основной причиной ухудшающегося финансового положения завода "Могилевтрансмаш" был недостаточный для достижения порога безубыточности объем производства. По предварительным оценкам его необходимо фактически утроить. Кроме того, отрицательно сказывалась ценовая конкуренция с МАЗом, что отчасти сдерживало и межзаводскую кооперацию двух предприятий. Однако, несмотря на это, еще в январе 2005 г. МАЗ передал на "Могилевтрансмаш" производство осей для своих прицепов.

В дальнейшем в Могилеве будет сконцентрировано производство прицепов и полуприцепов конструкции МАЗ всех моделей и новый филиал станет крупным современным производством прицепной техники с устойчивыми рыночными позициями. Производственные же площади, высвобождаемые в Минске, будут использованы для расширения выпуска автобусов.

Утвержден и уже реализуется план технического перевооружения филиала. Так, выполнена модернизация подвесно-

го окрасочного конвейера с увеличением его несущей грузоподъемности в 3 раза; ведутся строительные, монтажные и демонтажные работы в пресово-сварочном производстве, механосборочном и сборочно-окрасочном цехах, где монтируется новая линия окраски; идут работы по строительству камеры обезжиривания и дробеструйной камеры; завершена реконструкция второй нитки конвейера сборки полуприцепов. С начала 2005 г. прибыло с РУП "МАЗ" и установлено оборудование в количестве 81 ед., а всего планируется передать и переустановить 246 ед.

Принятые меры не замедлили сказаться на экономических показателях предприятия: за счет налаживания ритмичной работы и освоения новой продукции существенно выросли объемы производства. Так, за первое полугодие изготовлено товарной продукции на 41,954 млрд белорусских рублей, то есть объемы производства практически удвоены; в 2,57 раза увеличилась производительность труда; в 1,43 раза выросла заработная плата (численность работников предприятия не изменилась).



КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.114.5

АВТОБУСЫ НЕФА3

О производстве автобусов на КамАЗе задумались еще в начале 1990 г. В Набережных Челнах на правах подразделения головного ОАО даже было создано специальное предприятие — Челнинский автобусный завод (см. "АП", 1996, № 3), которое намеревалось выпускать несколько модификаций автобуса, разработанного на базе ЛиАЗ-5256. Шасси предполагали изготавливать самостоятельно, с использованием собственных же агрегатов.

Осуществить эти намерения тогда не удалось, но проделанная работа не пропала зря, став основой для более рационального проекта: автобусы (см. таблицу) теперь выпускает дочернее предприятие КамАЗа — Нефтекамский завод автосамосвалов (НефАЗ), который и ранее занимался не только самосвалами, но и другой специальной техникой, а также вахтовыми автобусами на шасси грузовых КамАЗов.

Базовая модель — большой городской автобус НефАЗ-5299-15 (рис. 1) длиной 11,8 м, вместимостью 114 чел. (25 мест для сидения), имеющий традиционную компоновку с двигателем в заднем свесе и три двухстворчатые двери в правом борту.

Двигатель автобуса — КамАЗ-740.31-240 — турбонаддувный восьмицилиндровый V-образный дизель

с промежуточным охлаждением воздуха, отвечающий требованиям норм "Евро-2" и развивающий максимальную мощность 169 кВт (240 л. с.) и крутящий момент 932 Н·м (95,1 кгс·м). В стандартной комплектации он оснащен предпусковым подогревателем, выполняющим также функцию автономного отопителя салона. В состав силового агрегата входят, помимо дизеля, сцепление КамАЗ-17.1600010-10 с гидравлическим приводом и пневмоусилителем, а также пятиступенчатая механическая коробка передач КамАЗ-142 с тросовым приводом механизма переключения.

Задний мост — фирмы "Модара" (Болгария), с блокировкой дифференциала и общим передаточным числом 5,08. Передний и задний мосты имеют пневматическую подвеску с телескопическими амортизаторами и регуляторами положения кузова (передний — на двух пневмоэлементах с одним регулятором, задний — на четырех пневмоэлементах с двумя регуляторами).

Тормозная система — двухконтурная пневматическая, с АБС (компоненты фирмы "Вабко"). Стояночным тормозом служат задние тормозные механизмы, приводимые от пружинных энергоаккумуляторов,

вспомогательным — моторный тормоз. Функцию запасной тормозной системы выполняют дублирующие друг друга контуры рабочей системы. В рулевом управлении используется интегральный гидроусилитель РРТ (Югославия) или РВ1 (Германия).

Кузов представляет собой сварной каркас из прямоугольных стальных труб, обшитый оцинкованным стальным листом. Люки по бортам автобуса — алюминиевые; арки колес, панели передней и задней стенок кузова — стеклопластиковые. Днище, колесные ниши и внутренние полости труб каркаса в процессе изготовления обрабатываются антикоррозионными материалами.

На том же шасси помимо базовой модели выпускается ряд модификаций: пригородный НефАЗ-5299-16 (рис. 2) с двухдверным кузовом, междугородный НефАЗ-5299-17 (рис. 3) и "северная" комплектация последнего. Автобусы могут комплектоваться коробками передач "Фойт Д" либо силовым агрегатом в составе дизеля "Катерпиллер 3116" и коробки передач ZF S6-85.

На базе городского автобуса автотавоз выпускает модификацию НефАЗ-5299-21, с впрысковым газовым двигателем (с искровым зажиганием) КамАЗ-820.53-260.

Данный двигатель — восьмицилиндровый V-образный, рабочим объемом 11,76 л, разработан на базе

Параметр	Модель автобуса НефАЗ					
	5299-15	5299-16	5299-17	5299-21	52991	3299
Тип	Большой городской	Пригородный	Междугородный	Большой городской	Туристский	Малый городской
Габаритные размеры, мм						
длина		11 760		11 760	12 000	7500
ширина		2500		2500	2500	2500
высота		3120		3120	3120	3080
База, мм		5840		5840	6000	3820
Габаритный радиус поворота, м		12,0		12,0	12,0	8,5
Снаряженная масса, т	10,17	11,34	12,72	11,26	13,809	5,20
Полная масса, т, в том числе:	18,0	16,9	16,9	18,0	18,0	8,0
на переднюю ось	6,5	6,0	6,0	6,5	6,5	3,0
на заднюю ось	11,5	10,9	10,9	11,5	11,5	5,0
Вместимость, чел.	114	77	53	82	44	40
Число мест для сидения	25	45	47	20	44	23
Максимальная скорость, км/ч	70	90	90	70	20	100
Двигатель:						
модель		КамАЗ-740.31-240		КамАЗ-820.53-260	КамАЗ-740.50-360	"Камминз В-3,9 140"
максимальная мощность, кВт (л. с.)		169 (240)		180 (260)	265 (360)	104 (140)
крутящий момент, Н·м (кгс·м)		32 (95,1)		908 (92,7)	1470 (156)	502 (51,2)
экологический уровень		"Евро-2"		"Евро-2"	"Евро-2"	"Евро-2"

дизеля, что за счет высокой (12,5) степени сжатия позволило добиться не достижимой на двигателях, традиционно переоборудованных из бензиновых, эффективности использования газового топлива (сжатый метан), его максимальная мощность — 191 кВт (260 л. с.) при $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$, максимальный крутящий момент 932 Н·м (95 кгс·м) при $n = 1500 \div 1800 \text{ мин}^{-1}$; минимальный удельный расход топлива — 218 г/кВт·ч (или 0,3 м³/кВт·ч).

От дизеля, помимо корпусных деталей и основных механизмов (кривошипно-шатунный и газораспределительный), газовый двигатель унаследовал турбонаддув с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха. Топливо впрыскивается распределенно, через газовые электромагнитные дозаторы. Для его поджига служит традиционная искровая система зажигания.

Автобус с газовым двигателем по своим параметрам и характеристикам близок к базовой дизельной модели, но несколько тяжелее, рассчитан на перевозку лишь 82 пассажиров и имеет только 20 мест для сидения. Газовые баллоны общим объемом 990 л распределены по кузову автобуса: четыре 50-литровых и два 80-литровых размещены в нишах под полом кузова (по левому борту), а два 315-литровых — в специальном от-

секе вдоль задней стенки (над двигателем), на месте пяти самых удобных пассажирских сидений. Запас газа в баллонах составляет 215 м³ (в свободном состоянии), что соответствует запасу хода более 60 км (контрольный расход — 32 м³) и вполне достаточно для работы на городских маршрутах. Однако это на треть меньше, чем у дизельного автобуса, имеющего запас топлива 250 л и расход 26 л/100 км.

Перечисленные особенности можно, конечно, считать недостатками. Однако не следует забывать, что они окупаются как меньшей стоимостью топлива, так и меньшим экологическим ущербом от эксплуатации автобуса. Кроме того, НефАЗ-5299-21, по существу, первый газовый автобус нового поколения, созданный на базе серийных кузова и шасси. В дальнейшем, если это направление получит развитие и поддержку властей, очевидно, не составит проблемы разработать и наладить выпуск более оптимально сконструированной конструкции, в которой уже не будет вынужденных компромиссных решений.

В семействе предусмотрен также междугородный автобус туристического назначения — НефАЗ-52991 (рис. 4). Он — "высокопалубный", рассчитан на 44 пассажира, имеет кухонный отсек с холодильником и пятилитровым титаном, биотуалет, спальное место для сменного водителя и вместительные багажные отсеки. Комфортные климатические условия в салоне поддерживают два накрывных реверсивных турбовентилятора и кондиционер SR50 SW фирмы "ТермоКинг", а также жидкостной подогреватель DBW-300, автономный отопитель "Эйр Топ 2000" в кабине водителя. В салоне установлен DVD-проигрыватель с двумя мониторами; на панели приборов в кабине водителя вместо спидометра — тахограф.

Автобус оснащен турбонаддувным дизелем КамАЗ-740.50-60, развивающим максимальную мощность 265 кВт (360 л. с.) и максимальный крутящий момент 1470 Н·м (156 Н·м). Силовой агрегат комплектуется немецкими сцеплением MPZ-430 и коробкой передач ZF 6S 1600 — механической, шестиступенчатой, с тросовым приводом механизма переключения. Задний мост — фирмы "Раба", с передаточным числом 3,583 и блокировкой дифференциала. В остальном шасси данной модификации аналогично базовой модели.

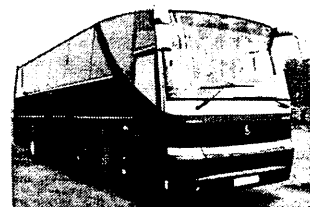


Рис. 4. НефАЗ-52991



Рис. 5. НефАЗ-3299

Как городские, так и междугородные НефАЗы уже не первый год представлены на автомобильных выставках, успешно поставляются во многие российские регионы и зарекомендовали себя как надежные и удобные в обслуживании АТС. В отличие от них малый городской автобус НефАЗ-3299 (рис. 5) — новая продукция предприятия, пока не известная широкому кругу потребителей.

Модель имеет полную массу 8 т, 23 места для сидения, т. е. составляет конкуренцию автобусам ПАЗ. В конструкции использовано много импортных компонентов: турбонаддувный четырехцилиндровый дизель "Камминз" В 3,9 140 (рабочий объем — 3,9 л, мощность — 104,5 кВт, или 140 л. с., крутящий момент — 502 Н·м, или 51,2 кгс·м), вытяжного типа сцепление MP-325 фирмы "ФЗ Сакс" (Бразилия), механическая пятиступенчатая коробка передач ZF 5S 42, рулевой механизм С300V.713-015 (113-15) фирмы "PBL" с насосом ZF, тормозной системой с АБС фирмы "Вабко" или "Кнорр-Бремзе".

Передняя и задняя подвески — рессорные с гидравлическими телескопическими амортизаторами и стабилизаторами поперечной устойчивости. Задние концы задних рессор выполнены скользящими.

Кузов, как и у семейства больших автобусов, имеет сварной каркас из прямоугольных стальных труб и обшит оцинкованным стальным листом. Передняя и задняя стенки — из стеклопластиковых панелей. Дизайн автобуса перекликается с дизайном междугородного НефАЗ-52991, т. е. выполнен в едином фирменном стиле НефАЗа.

Р.К. Москвин



Рис. 1. НефАЗ-5299-15



Рис. 2. НефАЗ-5299-16

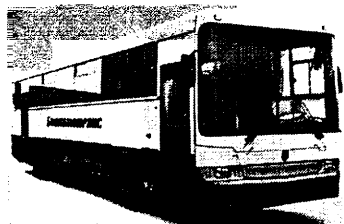


Рис. 2. НефАЗ-5299-17

ЦИЛИНДР КОМБИНИРОВАННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АТС

Канд. техн. наук В.Г. НЕКРАСОВ

"НЕТРОЭН", г. Алма-Ата

На сегодня самыми высокими экономическими и экологическими показателями, как известно, обладают дизели с турбонаддувом. Например, в варианте для легковых автомобилей их удельные расходы топлива составляют 212—255 г/(кВт·ч), или 156—188 г/(л. с. · ч), эмиссия таких наиболее опасных токсичных компонентов, как оксиды азота, снижена до 0,4 %, а углеводов — до 0,5 %. Однако и это не предел. Скажем, удельный расход топлива комбинированной силовой установки, состоящей из турбокомпаундированного дизеля и системы глубокой утилизации энергии газов на основе парового цикла, можно довести до 150—160 г/(кВт·ч), или до 110—118 г/(л. с. · ч). Аналогичная картина и с токсичностью отработавших газов: ступенчатое сгорание топлива, при котором в поршневой части реализуется богатая топливоздушная смесь, а затем продукты неполного сгорания дожигаются в камере вторичного сгорания, могут значительно улучшить данный показатель.

Такой метод, который в энергетике называют методом частичного окисления, уменьшает эмиссию оксидов азота в 5—7 раз и довольно заметно — эмиссию углеводов и монооксида углерода. Однако его внедрение в двигателестроении требует новых конструктивных решений. Один из возможных его вариантов и рассматривается ниже.

Для реализации метода частичного окисления необходимо выполнить два условия: во-первых, создать в цилиндре богатую, с коэффициентом α избытка воздуха $\sim 0,7$, топливоздушную смесь, т. е. такую, при которой образование оксидов азота практически прекращается; во-вторых, поддерживать $\alpha = 0,7$ на всех режимах работы дизеля.

Чтобы выполнить названные условия, необходимо регулировать соотношение цикловой подачи топлива и объема воздушного заряда. И если проблема цикловой подачи

давно решена с помощью ТНВД (положением его рейки), то с регулированием величины воздушного заряда, подаваемого в цилиндр, дело сложнее. Например, распространенное на практике дросселирование воздуха на впуске сопряжено с потерей мощности на преодоление дополнительного сопротивления воздушного тракта, что нежелательно. Поэтому нужны какие-то новые решения. И одно из них — цикл Аткинсона, при котором воздух на всех режимах подается в цилиндры без дросселирования, а регулирование режимов обеспечивается смещением фаз закрытия впускных клапанов.

Причем наилучший вариант такого регулирования, как показали исследования, дает гидравлическая система управления клапанами, исполнительные механизмы которой представляют собой (см. рисунок) плунжерные пары обычных топливных форсунок дизеля.

В головке опытного цилиндра, оборудованного такой системой, по образующей конуса размещаются шесть клапанов, три из которых — впускные, три — выпускные, установленные поочередно. Благодаря этому обеспечивается минимальное сопротивление газового тракта и, как следствие, требуемая частота вращения коленчатого вала.

Диаметр приведенного на рисунке цилиндра опытного двигателя равен 80 мм, диаметр тарелок всех его шести стандартных клапанов — 25 мм. В качестве задающего устройства механизма газораспределения, как уже сказано, используется стандартный ТНВД, который работает на масле и имеет откорректированные фазы начала и конца открытия и закрытия клапанов. То есть система газораспределения практически полностью выполняется из серийных элементов, выпускаемых промышленностью.

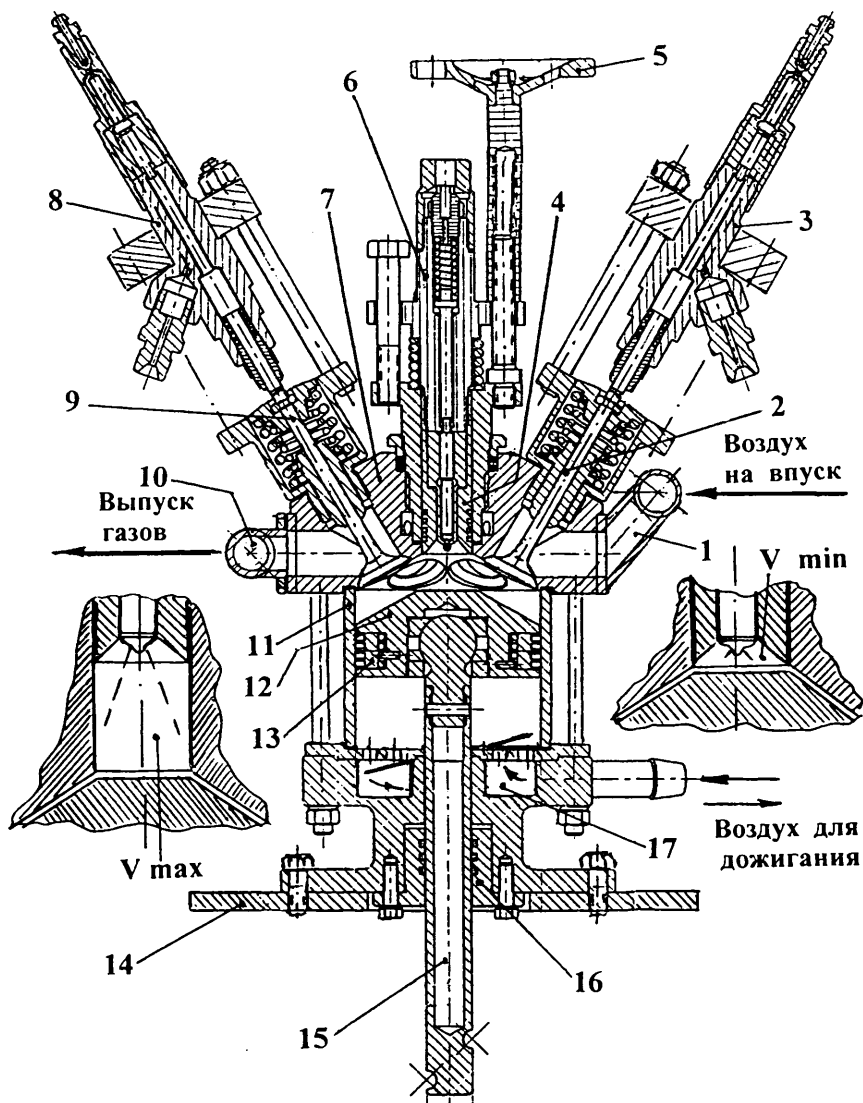
Таким образом, проблему регулирования соотношения цикловой по-

дачи топлива и объема воздушного заряда, когда в дизеле на всех режимах обеспечивается $\alpha = 0,7$, можно считать решенной. Но возникает вопрос: а сохранится ли в таком двигателе сам дизельный цикл? Ведь у обычного дизеля объем воздушного заряда не регулируется: он всегда равен объему цилиндра при полном ходе поршня (с учетом сопротивления впускного тракта, разумеется). За счет этого в конце такта сжатия температура воздуха поднимается, и инжектируемое топливо, попадая в цилиндр с горячим воздухом, воспламеняется. В цилиндре же рассматриваемого дизеля объем воздушного заряда меняется в зависимости от требуемой мощности, т. е. на режимах частичной нагрузки температура в конце такта сжатия может оказаться ниже температуры воспламенения топлива.

Избавиться от такого варианта труда не представляет: нужно, чтобы на всех режимах степень сжатия также была постоянной. Другими словами, если в обычном дизеле степень сжатия определяется отношением полного объема цилиндра к объему камеры сгорания, то для рассматриваемого двигателя в это отношение вместо объема цилиндра необходимо ввести объем воздушного заряда, который при частичных нагрузках меньше объема цилиндра. Иначе говоря, объем камеры сгорания необходимо сделать переменным. Как — видно из рисунка.

При данном техническом решении цилиндр по оси имеет подвижный плунжер 4, в котором установлена топливная форсунка 6. Положение плунжера задается в соответствии с режимом работы двигателя. (В опытном варианте — с помощью ручного механизма). Камера сгорания за счет перемещения плунжера может менять свой объем и форму (от цилиндрической при максимальной мощности двигателя до конической зазора между концом плунжера и днищем цилиндра при минимальной нагрузке или холостом ходе двигателя.) При этом на всех режимах обеспечивается степень сжатия на уровне 18—20, т. е. необходимая для работы двигателя в дизельном режиме.

Как известно, за счет изменения конфигурации камеры сгорания



Цилиндр опытного двигателя:

1 — впускной коллектор; 2 — впускные клапаны (3 шт.) с гидравлическим управлением и регулируемой фазой окончания впуска; 3 — исполнительный механизм гидравлического управления впускных клапанов; 4 — подвижной плунжер камеры сгорания; 5 — штурвал ручного управления изменением объема камеры сгорания; 6 — топливная форсунка; 7 — головка цилиндра; 8 — механизм гидравлического управления выпускными клапанами; 9 — выпускные клапаны (3 шт.); 10 — выпускной коллектор; 11 — гильза цилиндра; 12 — поршень; 13 — поршневые кольца; 14 — фланец картера; 15 — шток поршня; 16 — уплотнение штока поршня; 17 — клапанная камера воздушного компрессора

можно обеспечить полное сгорание топлива и минимальное количество токсичных компонентов в отработавших газах. При использовании метода частичного окисления требования к камере сгорания снижаются. Дело в том, что режим, при котором образуются продукты неполного сгорания (не все топливо обеспечивается окислителем), — режим заданный, рассчитанный на то, что все эти продукты дожигаются во вторичной камере, т. е. за пределами поршневого двигателя, где легко применить любой из известных ме-

тодов интенсификации сгорания (турбулизация, воздействие ультразвуком, обогащение дополнительного воздуха озоном и т. п.). Поэтому выполнение в цилиндре камеры сгорания переменного объема, которая на большинстве режимов работы дизеля представляет собой цилиндрическую камеру заданного диаметра с переменной высотой, не скажется отрицательно на интегральных характеристиках комбинированной силовой установки. К примеру, на режимах максимальной и близких к ней нагрузках, когда

плунжер находится в верхнем положении, цилиндр представляет собой продольное, по одной оси, сочетание двух цилиндрических объемов различного диаметра (ступенчатый цилиндр). То есть то, что уже нередко реализуется в мировой практике. Это так называемые двухпоршневые двигатели со встречно движущимися поршнями, работающие по двухтактному циклу с прямоточной продувкой и управлением газораспределения с помощью поршня (двигатель "Бурмейстер и Вайн" с приводом малого поршня от траверс, двигатель "Фарбенкс—Морзе" с поршневыми золотниками, управляемыми от распределительного вала через качающиеся рычаги, схема И.В. Свищунова, предложенная в 1937 г., и др.). Правда, у таких двигателей малый поршень или поршневой золотник движется постоянно и синхронно с основным поршнем. В нашем же случае плунжер изменяет свое положение только при изменении режима работы двигателя. То есть данная конструкция существенно проще двухпоршневого двигателя. Но в то же время приведенные примеры показывают, что уплотнение плунжера и его перемещение — задачи, уже решенные двигателестроителями.

Камера сгорания переменного объема имеет еще одно положительное свойство. Так как объем цилиндра на всех режимах работы дизеля остается неизменным, а количество топливоздушной смеси на режимах частичной нагрузки двигателя уменьшается, то на этих режимах будет проявляться эффект продолженного расширения — более глубокого по сравнению с режимом номинальной мощности расширения отработавших газов. Иначе говоря, давление выпуска за счет более полного использования потенциальной энергии газов при их расширении будет ниже, чем в обычном дизеле. Следовательно, термический КПД цикла — выше.

Несмотря на эффект продолженного расширения, в конструкции рассматриваемого двигателя предусмотрено турбокомпаундирование, что, согласно расчетам, дает дополнительный прирост термического КПД, равный 3—5 %.

Таким образом, на режимах высокой мощности рост данного КПД

будет происходить за счет срабатывания энергии отработавших газов на газовой турбине, а на режимах пониженной мощности — за счет продолжающегося их расширения.

К сказанному нужно добавить и еще одно. Газовая турбина турбулизует смесь газов, которая состоит из отработавших газов поршневого двигателя и дополнительного воздуха, поданного для дожигания продуктов неполного сгорания. (Как известно, температура воспламенения продуктов расщепления углеводородного топлива составляет 743—803 К, или 470—530 °С, монооксида углерода — 898—948 К, или 625—675 °С, а температура работы газовой турбины — 973 К, или 700 °С. Следовательно, если на турбину подана смесь газов и воздуха, в которой еще не закончились процессы дожигания продуктов неполного сгорания, там за счет интенсивной турбулизации окислитель вступает в контакт с горючими составляющими газов и происходит более полное дожигание токсичных их компонентов.)

Рассматриваемый цилиндр имеет и еще некоторые конструктивные особенности.

Так, его головка, гильза и поршень выполнены из хромомарганцевой (13 % хрома, 20 % марганца) или хромоникельвольфрамовой (13—15 % хрома, 13—15 % никеля, 2,0—2,8 % ванадия) сталей. Эти стали, во-первых, жаростойкие, во-вторых, имеют низкий, равный 15,5—18,2 ккал/(м·ч·°С) коэффициент теплопроводности, что более чем в 2 раза меньше, чем у стали или чугуна, применяемых для изготовления гильз цилиндров обычных дизелей, и более чем в 8 раз меньше, чем у алюминиевых сплавов. Следовательно, цилиндр может работать при минимальном охлаждении, имея температуру гильзы 773 К (500 °С). А это уже выгодно: при попадании топлива на горячие поверхности оно быстро испаряется, т. е. практически все участвует в процессе сгорания. Тогда как у обычных дизелей в охлаждаемой пристенной области гильзы пламя, как правило, гаснет, и образуются токсичные углеводороды. В нашем же случае даже в режиме частичного окисления, когда количество окислителя в цилиндре не обеспечивает сгорание всего то-

плива, при попадании его капель на поверхности с высокой температурой будут происходить глубокий крекинг и пиролиз углеводородов с образованием легких их фракций и газов крекинга, которые в дальнейшем, при введении дополнительного воздуха в камеру вторичного сгорания, быстро вступают в реакцию с окислителем и сгорают с образованием диоксида углерода и водяных паров, т. е. нетоксичных соединений.

Высокая температура гильзы цилиндра, естественно, потребовала пересмотреть систему уплотнения поршня в цилиндре. Как известно, в обычных дизелях рабочая температура гильзы, во избежание разложения масла и потери его смазывающих свойств, не должна превышать 473 К (200 °С), а максимальная — 503 К (230 °С). Но даже при таких температурах приходится применять маслосъемные кольца, заведомо увеличивающие потери на трение, но, к сожалению, не способные полностью устранить расход масла на угар. Кроме того, пленка масла на гильзе при контакте с горячими газами при их расширении (ходе поршня к НМТ) является источником образования особо токсичного углеводорода — бенз(а)пирена. Наконец, традиционная конструкция цилиндра не исключает попадания в масло продуктов сгорания топлива.

Данная конструкция цилиндра все перечисленные проблемы решает: в качестве уплотняющих элементов применены компрессионные кольца из твердого антифрикционного материала — меднографита. Он, как известно, обладает малым коэффициентом трения и высокими уплотняющими свойствами, что позволило исключить смазывание жидким маслом. Благодаря чему, как показывают расчеты, потери на трение снижаются почти в 2 раза.

Двигатель выполнен с бесшатунным механизмом преобразования движения (кривошипно-ползунный механизм С. С. Баландина), что сводит к нулю боковые силы, действующие на поршень обычного дизеля, и увеличивает механический КПД с 0,85 до 0,94.

Так как рассматриваемый дизель предназначен для работы в режиме частичного окисления и дожигания углеводородов и монооксида угле-

рода в паровом утилизаторе, то в камеру вторичного сгорания необходимо подавать воздух. Для этого предназначен компрессор, роль которого выполняет подпоршневое пространство цилиндра.

Шток 15 (см. рисунок), соединяющий поршень 12 с ползуном механизма преобразования движения и движущийся линейно, уплотнен, а в нижней части цилиндра выполнена камера 17 с лепестковыми клапанами. Поэтому при движении поршня его нижняя часть работает как двухтактный компрессор. Количество подаваемого им воздуха выбрано из следующих соображений.

Топливо в основной камере сгорания цилиндра, как сказано выше, всегда сгорает при $\alpha = 0,7$. Но из опыта применения каталитических нейтрализаторов известно, что для полного дожигания продуктов неполного сгорания необходимо, чтобы суммарный коэффициент избытка воздуха был равен 1,2. Значит, во вторичную камеру нужно подать еще 0,5 от стехиометрического количества воздуха. Кроме того, дополнительный воздух необходим и для снижения температуры отработавших газов, подаваемых в газовую турбину. Поэтому двухтактный компрессор, работающий без дросселирования, на всех режимах работы дизеля должен перекачивать примерно вдвое больше воздуха, чем необходимо при $\alpha = 1$.

Воздушный компрессор выполняет и еще одну функцию. Хотя головка цилиндра, гильза и поршень изготовлены из жаростойкого материала, их все же необходимо частично охлаждать, нейтрализуя особо большие тепловые потоки. И такое охлаждение предусмотрено. Компрессор, перекачивая воздух, одновременно им же частично охлаждает гильзу, а также тыльную сторону поршня. Головка цилиндра охлаждается впускным воздухом; кромка оправы, с размещенным в ней подвижным плунжером, расположена вблизи камеры сгорания и имеет каналы для прохода охлаждающего воздуха, которые подключаются к впускному трубопроводу компрессора.

Как видим, вся теплота, переданная воздуху в нижней части цилиндра, поступает с ним во вторичную камеру. Следовательно, рассмотрен-

ным способом уменьшены потери теплоты за счет охлаждения цилиндра, что отражается на увеличении относительного, а в конечном итоге, и эффективного КПД дизеля.

Клапанная камера и уплотнение штока поршня полностью изолируют горячий цилиндр от масляного картера. Благодаря этому в двигателе создаются более благоприятные условия смазывания кинематического механизма. Масло не подвергается угару и разложению, не загрязняется продуктами сгорания топлива и сохраняет смазывающие свойства длительное время.

Таким образом, приведенная выше конструкция цилиндра двигателя в сочетании с другими его узлами, в частности, с бесшатунным механизмом преобразования движения, а также системой глубокой утилизации на основе парового цикла, обеспечивают повышение всех составляющих эффективности — термического, относительного и механического

КПД, увеличивая топливную экономичность двигателя и снижая токсичность отработавших газов. Так, эффективный КПД поршневой части дизеля при эффективности парового утилизатора, равной 20 %, что характерно для средних параметров пара (температура — 623 К, или 350 °С, давление 3,5 МПа, или 35 кгс/см²), $\alpha = 0,7$, степени сжатия 20, термическом КПД 70 %, и его увеличении за счет турбокомпаундирования (режим большой мощности) или продолженном расширении на 3 %, относительном КПД 90 %, будет равен 0,445; тот же КПД парового утилизатора — 0,111, тогда суммарный эффективный КПД силовой установки составит 0,556, а соответствующий ему удельный расход топлива — 151 г/(кВт·ч), или 111 г/(л. с.·ч). То есть по сравнению с достигнутыми на традиционных дизелях легковых автомобилей 215—255 г/(кВт·ч), или 156—

158 г/(л. с.·ч) удельный расход топлива уменьшился в среднем на 25 %.

Метод частичного окисления с последующим дожиганием продуктов неполного сгорания снижает, как уже упоминалось, эмиссию оксидов азота в 5—7 раз, т. е. до 0,07—0,08 %.

Аналогичные показатели, конечно, можно получить и с помощью трехкомпонентного каталитического нейтрализатора. Однако параметры последнего во многом зависят от режима его работы. Главное же, его эффективность может резко упасть при отравлении катализаторов. (Кстати, то же можно сказать и о каталитических нейтрализаторах для дожигания продуктов неполного сгорания топлива — углеводородов и монооксида углерода.)

Рассмотренный цилиндр стал основой конструкции опытного дизеля, который в настоящее время изготавливает одно из предприятий Казахстана.

УДК 629.114.42:62-83

НОВЫЙ ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ БЕЛАЗ

С.Н. КУДИН, Н.В. БИГЕЛЬ, А.А. ПЕХТЕРЕВ

БелАЗ

До недавнего времени система автоматического управления тяговым электроприводом карьерных самосвалов БелАЗ с электромеханической трансмиссией строилась по принципу так называемой жесткой логики и была, в зависимости от модификаций, аналоговой или цифроаналоговой. То есть логика ее работы подчинялась алгоритму, собранному из элементов цифровой и аналоговой техники. И это, если подходить с современных позиций, было не лучшим решением, поскольку затрудняло корректирование алгоритма работы САУ без изменения аппаратной части, а также из-за большого числа дополнительных точек настроек, отвечающих за работу защит, формирования тяговых и тормозных характеристик самосвала; снижало ее работоспособность, так как с течением времени настройки "сбивались" в результате низкой надежности используемых в системе элементов и влияния погодных условий.

С таким положением приходилось, по вполне понятным причинам, мириться. Но в последние годы потребители стали предъявлять все более жесткие требования к большегрузным самосвалам. И прежде всего — к их надежности и тягово-динамическим характеристикам. И это естественно: темпы добычи полезных ископаемых растут, карьеры становятся все бо-

лее глубокими, следовательно, увеличиваются уклоны карьерных дорог.

Поэтому БелАЗ, чтобы сохранить свою в какой-то степени "монополию" в данном секторе рынка, не мог не заняться совершенствованием тягового электропривода своих самосвалов. И надо сказать, многое удалось сделать. Например, создал принципиально новый тяговый электропривод переменно-постоянного тока, в системе управления которого применен программируемый контроллер. Более того, оснастил таким электроприводом самосвалы, которые успешно работают во многих хозяйствах. И доказал его безусловное превосходство над ранее применявшимися системами. САУ гибче: все настройки ТЭП его диагностирования автоматизированы; у нее меньшее число электронных плат и т. д. Один пример: чтобы откорректировать параметры системы, достаточно подк...чить программный комплекс, и значения всех не...ходимых переменных, а также информация о состоянии самосвала в режиме реального времени окажутся перед глазами наладчика (рис. 1).

У аналоговой системы осталось, пожалуй, лишь одно преимущество — большее быстродействие. Однако и оно, по существу, сведено на нет за счет использования высокочастотной процессорной техники.

Есть, к сожалению, у САУ нового поколения и свой "собственный" недостаток: невысокая ремонтоспособность блоков, входящих в ее состав. Однако он компенсируется тем, что разработчики обеспечивают средний срок службы блока или электронной платы не

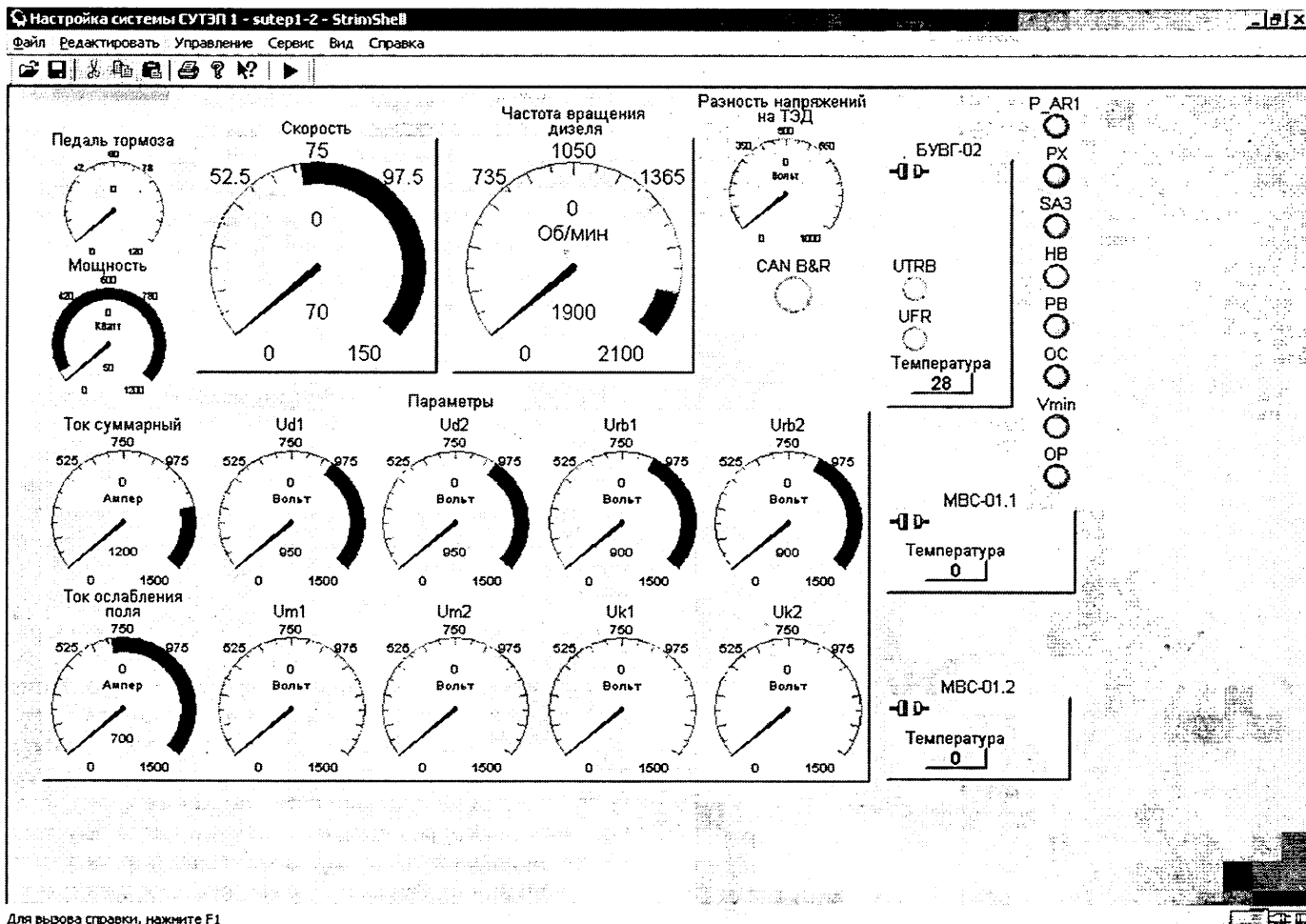


Рис. 1

менее 10 лет, а срок гарантийного обслуживания довели до двух лет.

Теперь по существу системы.

Силовая цепь электропривода включает (рис. 2) тяговый генератор G1, приводимый во вращение дизелем. Каждая из его двух статорных обмоток подключена к своему выпрямителю (соответственно UZ1 и UZ2). Цепи этих выпрямителей в тяговом режиме соединены последовательно с якорными обмотками и обмотками возбуждения тяговых электродвигателей M1 и M2. Управляет током возбуждения генератора система автоматического управления (CAU). В режиме же стандартного электродинамического торможения выходная цепь выпрямителя UZ1 подключается к обмоткам возбуждения тяговых электродвигателей.

Новый электропривод имеет ряд принципиальных особенностей, отличающих его от аналогичных устройств, применявшихся ранее.

Во-первых, источник его питания — бесколлекторный одноопорный тяговый генератор переменного тока повышенной удельной мощности, способный работать с дизелями, имеющими номинальную частоту вращения 1500 и 1900 мин⁻¹.

Во-вторых, в электроприводе нет вращающегося возбудителя: его работу осуществляет статическая силовая цепь, выполненная по схеме "электрического

дифференциала", в которой благодаря последовательному включению тяговых электродвигателей обеспечивается принудительное равенство их токов и моментов. Что, естественно, улучшает управляемость самосвала при поворотах, уменьшает износ шин, повышает ресурс тяговых двигателей.

В-третьих, плавное бесконтактное автоматическое регулирование магнитного потока тяговых двигателей в зоне ограничения максимального напряжения обеспечивает наиболее полное использование свободной мощности дизеля во всем скоростном его диапазоне и, как следствие, повышает производительность самосвала.

В-четвертых, электропривод имеет расширенный диапазон эффективного электрического торможения при движении самосвала на малых скоростях. При этом значительное тормозное усилие сохраняется даже при нулевой, что позволяет предъявлять значительно меньшие требования к тормозной системе, а значит, снизить эксплуатационные затраты на обслуживание и ремонт тормозных механизмов.

В-пятых, предусмотрена возможность контроля реальной внешней скоростной характеристики дизель-генератора путем нагрузки на его собственные тормозные резисторы. В итоге — и возможность настраивать систему без использования внешнего нагрузочного реостата.

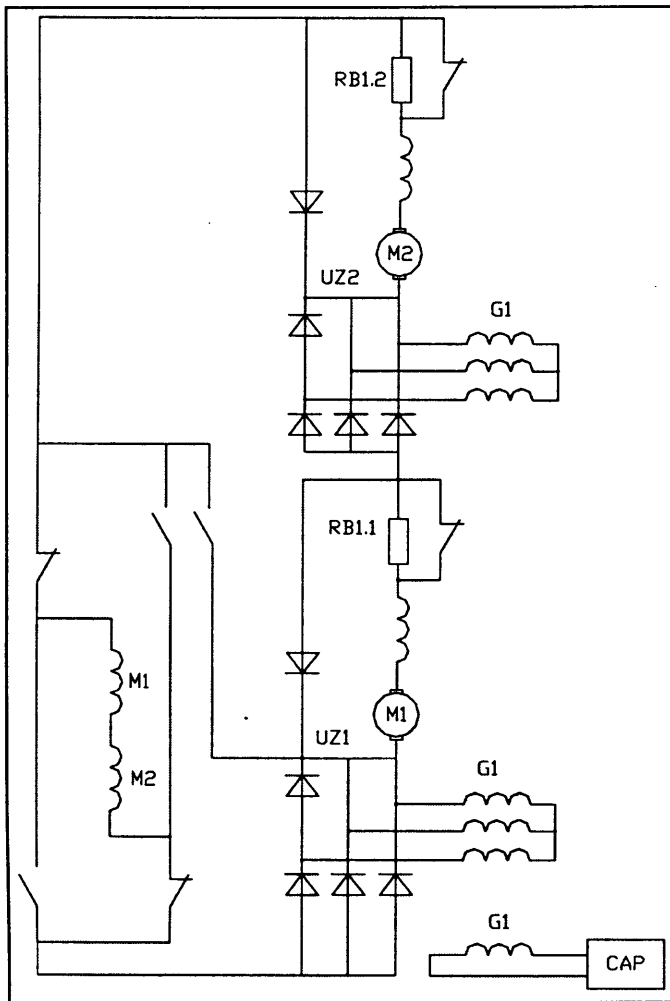


Рис. 2

в тепловую, рассеиваемую на тормозных резисторах. Как видно из рис. 3, ее структурная схема состоит из бортового компьютера, терморезисторов, контактов, датчиков скорости вращения колес, блоков: управления возбуждением тяговых двигателей, аналоговых преобразователей, управления ослаблением поля, а также расположенных в кабине водителя панели оператора, пяти светодиодов сигнализации, педали торможения, педали тяги, переключателя режимов.

Устройства, входящие в состав САУ ТЭП, обрабатывают сигналы, снимаемые с силовых выпрямителей и тяговых электродвигателей, выявляют максимальное значение напряжения, пропорционального наибольшему из выходных напряжений силовых выпрямителей, а также напряжений на тормозных резисторах. Кроме того, формируют: разности сигналов, пропорциональных напряжениям на якорных цепях тяговых электродвигателей, ограничивая буксование моторколес; а также выходным напряжениям выпрямителя, которые нужны для защиты бортовой системы при коротком замыкании выпрямителя или пробое вентили в нем; сигналы управления устройством защиты при реверсировании системы "режим тяги — режим торможения" и в случае превышения допустимого значения тока в силовой цепи на режимах частичной тяги, током возбуждения тягового генератора на всех режимах работы тяговых двигателей, ступенчатым ослаблением поля и ограничения скорости движения самосвала, контакторами и режимами их работы: сигналы уставки для поддержания постоянства заданного значения минимальной скорости v_{\min} и вообще скоростей; сигнал защиты при замыкании силовой цепи на "корпус" и превышении допустимого значения температуры силовых агрегатов тягового электропривода. Наконец, устройства оптимизируют параметры привода в соответствии с условиями эксплуатации самосвала, обеспечивают, как сказано выше, самодиагностирование управляющего комплекса и его "наладку", связь с панелью оператора (водителя), информируя его о работе тяговых генератора и электродвигателя, тормозного резистора, силовых выпрямителей, шунтов, датчиков частоты вращения коленчатого вала дизеля, напряжения и тока в силовых цепях, скорости движения самосвала, контролируют тепловое состояние генератора, электродвигателей и диодов силовых выпрямителей, а также коммутационной аппаратуры.

Развернутую структурную схему в целях экономии журнальной площади мы не приводим. Сказанное же выше представляет собой информацию "к размышлению". И прежде всего — для потребителей самосвалов БелАЗ. Вывод из нее однозначен: БелАЗы с новой САУ ТЭП практически ни в чем не уступают зарубежным аналогам и намного дешевле любого из них.

В заключение надо сказать, что конструкторы автозавода продолжают работу над новой системой (СУТЭП-3), которая будет обладать еще большими надежностью тягового электропривода, промежутками времени между плановыми техническими обслуживаниями карьерных самосвалов, снизит затраты на эксплуатацию и повысит их производительность.



Рис. 3

Таким образом, система автоматического управления тяговым электроприводом (САУ ТЭП) с программируемым контроллером обеспечивает контроль процесса преобразования механической энергии, вырабатываемой дизелем, в электрическую, а также электрической энергии при электродинамическом торможении

О РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ АВТОПОЕЗДОВ

Канд. техн. наук А.В. КЕЛЛЕР, Р.Ф. КУНАККИЛЬДИН,
д-р техн. наук **В.Н. КЫЧЕВ**

Челябинский ВАИ, Челябинский ГАУ

Перевозки грузов автопоездами отличаются, как известно, высокой экономической эффективностью. Однако использовать обычные автопоезда удается далеко не везде. Например, в районах с малой сетью усовершенствованных дорог, а также для многих видов специальных перевозок (вывоз урожая непосредственно с поля, удобрений на поля, транспортирование газопроводных труб к месту укладки и т. д.). Поэтому создание автопоездов высокой проходимости — задача весьма и весьма актуальная.

Для ее решения существует два основных пути — разработка многоосных тягачей с особо мощной силовой установкой и прицепов с активными осями. Первые — это специальные, имеющие большой сцепной вес тягачи, способные преодолевать участки бездорожья с достаточно большой нагрузкой на крюке; вторые — радикально решающие проблему проходимости без принципиальных изменений серийных автомобиль-тягачей. Причем, как показывают результаты многочисленных испытаний, включение активного привода осей прицепа или полуприцепа делает проходимость автопоезда равной, а в некоторых случаях и большей проходимости одиночного автомобиля.

Проблемами создания активных автопоездов занимались многие ученые, и в их работах, касающихся вопросов активизации колес полуприцепов и различного рода сельскохозяйственных машин, сделано многое. Однако не отражен в должной мере главный вопрос: в каких условиях привод колес прицепа действительно нужен, а когда его следует отключить?

Так, А.Х. Лефаров и Ю.В. Пирковский доказали целесообразность эксплуатации автомобилей со всеми ведущими (постоянно включенными) мостами на дорогах всех типов. Но что касается автопоездов с активным приводом, то однозначно распространять на них данные рекомендации без специальных исследований нельзя: есть опасения, что потери в трансмиссиях таких АТС могут оказаться слишком большими.

Чтобы удостовериться в обоснованности (или необоснованности) этих опасений, специалисты ЧВАИ и ЧГАУ такие исследования выполнили.

Исходили они из следующего.

Наиболее очевидное условие необходимости включения активного привода прицепа — недостаточность силы тяги тягача для преодоления сопротивления движению, т. е. превышение силы P_c сопротивления движению над суммарной силой P_Σ тяги, реализуемой на ведущих колесах тягача, т. е. $P_c > P_\Sigma$. Следовательно, если знать силу тяги, развиваемую колесами одного моста, можно определить число необходимых для движения мостов. И такую информацию получить можно. Ведь известно, что для многоосной полноприводной машины сила тяги ка-

ждого ведущего моста зависит от сцепных качеств движителей и физико-механического состояния опорной поверхности, а именно — коэффициентов сцепления (φ) и суммарного сопротивления (ψ). Учитывая, что движение в сложных условиях характеризуется постоянной и невысокой скоростью, условие движения автопоезда запишем в виде неравенства № 1 (табл. 1), справедливого для случая, когда крутящий момент двигателя больше момента сопротивления, реализованного по сцеплению движителя с опорной поверхностью.

Для предельных условий движения данное неравенство, очевидно, принимает вид равенства (формула № 2). То есть произведение коэффициентов сцепления и "сцепного веса" (отношение массы, приходящейся на ведущие колеса, к полной массе АТС) должно быть не менее коэффициента сопротивления движению.

Следовательно, коэффициент "сцепного веса" должен быть не меньше отношения коэффициента сопротивления к коэффициенту сцепления (формула № 3). Соответственно и число ведущих мостов, необходимых в данных условиях движения, будет прямо пропорционально этому коэффициенту (формула № 4).

Второе условие, определяющее рациональный момент включения в работу активного привода прицепа, — потери мощности на его движение: потери на проскальзывание ведущих колес относительно опорной поверхности и мощность, затрачиваемая для вращения ведущих колес прицепа и привода к ним. Причем потери в трансмиссии растут с увеличением числа ведущих мостов, а потери на буксование колес — уменьшаются. Следовательно, граничное условие включения ведущего моста в работу — превышение потерь $N_{\text{букс}}$ на проскальзывание колес над потерями мощности $N_{\text{тр}}$ на привод, т. е. $N_{\text{букс}} \geq N_{\text{тр}}$.

Далее рассмотрим уравнения мощностного баланса неактивного и активного автопоездов.

Так как мощность N_e двигателя равна сумме мощностей, затрачиваемых на преодоление различных сопротивлений, то уравнение мощностного баланса для любого из автопоездов в общем случае можно записать в виде формулы № 5, а если использовать известные из теории автомобиля зависимости, то и частные уравнения мощностного баланса для обычного (формула № 6) и активного (формула № 7) автопоездов в составе трехосного полноприводного тягача и двухосного прицепа. (В них, заметим, учтены лишь потери в механизмах ведущих мостов, так как потери в остальных агрегатах не зависят от числа ведущих мостов.) При этом потери в активном приводе прицепа (в формуле № 7) учтены через КПД привода $\eta_{\text{пр}}$ и величину передаваемой через привод мощности:

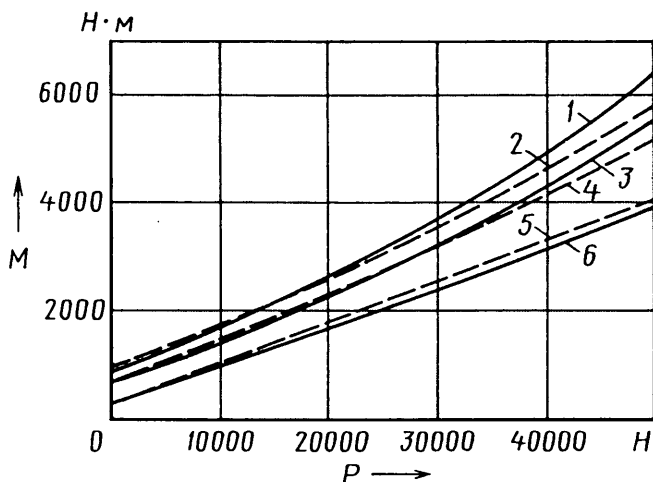
$$\omega_{\text{ан}} r_{\text{ан}} \left(\sum_{i=4}^5 P_{fi} + \frac{P_{\text{ка}}}{\beta} \right) (1 - \eta_{\text{пр}}).$$

Разность мощностей, требуемых для движения неактивного и активного автопоездов, выражается формулой № 8, анализ которой свидетельствует: существует определенное сочетание масс тягача и прицепа, а также силы внешних сопротивлений, при котором включение полного привода в данных дорожных условиях целесообразно. И такие параметры несложно

№ формулы	Формула	Примечания
1	$\sum_1^n P_{\kappa_i} > \sum_1^n P_{\psi_i}$	$P_{\kappa_i} = G_{\kappa_i} \varphi_1$ — максимальное значение касательной силы тяги по сцеплению с опорной поверхностью колес i -го ведущего моста; G_{ψ_i} — сила тяжести автопоезда, приходящаяся на колеса i -го ведущего моста; n — число ведущих мостов; P_{ψ_i} — сила сопротивления движению колес i -й оси; G_i — сила тяжести автопоезда, приходящаяся на колеса i -й оси; m — общее число осей автопоезда
2	$\sum_1^n G_{\psi_i} \varphi_i = G \lambda_{\psi} \varphi_{\text{ср}} > \sum_1^m G_i \psi_i = G \psi_{\text{ср}}$	$\lambda_{\psi} = G_{\psi} / G$ — коэффициент, показывающий долю силы тяжести автопоезда, приходящуюся на колеса ведущих мостов; $\varphi_{\text{ср}}$ — среднее значение коэффициента сцепления ведущих колес с опорной поверхностью; $\psi_{\text{ср}}$ — среднее значение суммарного коэффициента сопротивления движению
3	$\lambda_{\kappa} > \psi_{\text{ср}} / \varphi_{\text{ср}}$	—
4	$m = n \lambda_{\kappa} = n \psi_{\text{ср}} / \varphi_{\text{ср}}$	n — число колес (мостов) многоосной машины; m — необходимое число ведущих колес (мостов) для заданных условий движения
5	$N_e = N_{\text{трап}} + N_{\text{ба}} + N_{\text{фа}} + N_{\text{ва}} + N_{\text{иа}} + N_{\text{жа}}$	$N_{\text{трап}}$ — потери мощности в узлах трансмиссии тягача и привода прицепа; $N_{\text{ба}}$ — мощность, расходуемая на буксование (скольжение) колес автопоезда; $N_{\text{фа}}$ — мощность, расходуемая на сопротивление качению колес автопоезда; $N_{\text{ва}}$ — мощность, необходимая для преодоления сопротивления воздуха; $N_{\text{иа}}$ — мощность, необходимая для преодоления подъемов; $N_{\text{жа}}$ — мощность необходимая для изменения скорости движения автопоезда
6	$N_{\text{об}} = 3M_{\text{трап}} \omega_{\text{ап}} + \omega_{\text{ап}} r_{\text{ап}} \sum_{i=1}^5 P_{fi} +$ $+ \omega_{\text{ап}} \sum_{i=1}^3 \left(\frac{P_{ki}}{6} \right)^2 \gamma_i + \omega_{\text{ап}} \sum_{i=1}^3 \left(\frac{\sum_{i=4}^5 P_{fi}}{6} \right)^2 \gamma_i + P_{\text{ка}} \omega_{\text{ап}} r_{\text{ап}}$	—
7	$N_{\text{акт}} = 5M_{\text{трап}} \omega_{\text{ап}} + \omega_{\text{ап}} r_{\text{ап}} \sum_{i=1}^5 P_{fi} + \omega_{\text{ап}} \sum_{i=1}^5 \left(\frac{P_{ki}}{10} \right)^2 \gamma_i +$ $+ \gamma_{\text{ап}} \omega_{\text{ап}} \frac{(r_{\text{кт}} - r_{\text{кп}})^2}{\gamma_{\text{т}} \gamma_{\text{п}}} + P_{\text{ка}} \omega_{\text{ап}} r_{\text{ап}} +$ $+ \omega_{\text{ап}} r_{\text{ап}} \left(\sum_{i=4}^5 P_{fi} + \frac{P_{\text{ка}}}{\beta} \right) (1 - \eta_{\text{пр}})$	где $r_{\text{ап}}$ — обобщенный радиус качения автопоезда; $r_{\text{кт}}$ — обобщенный радиус качения тягача; $r_{\text{кп}}$ — обобщенный радиус качения прицепа; $\omega_{\text{ап}}$ — угловая скорость колес автопоезда; γ_i — коэффициент тангенциальной эластичности пары шина-грунт; $\gamma_{\text{ап}}$ — обобщенный коэффициент тангенциальной эластичности автопоезда; $M_{\text{трап}}$ — момент трения в механизмах ведущих мостов
8	$\Delta N = N_{\text{об}} - N_{\text{акт}} = 2M_{\text{трап}} \omega_{\text{ап}} +$ $+ \omega_{\text{ап}} \sum_{i=1}^3 \left(\frac{P_{ki}}{6} \right)^2 \gamma_i + \omega_{\text{ап}} \sum_{i=1}^3 \left(\frac{\sum_{i=4}^5 P_{fi}}{6} \right)^2 \gamma_i -$ $- \omega_{\text{ап}} \sum_{i=1}^5 \left(\frac{P_{ki}}{10} \right)^2 \gamma_i - \gamma_{\text{ап}} \omega_{\text{ап}} \frac{(r_{\text{кт}} - r_{\text{кп}})^2}{\gamma_{\text{т}} \gamma_{\text{п}}} -$ $- \omega_{\text{ап}} r_{\text{ап}} \left(\sum_{i=4}^5 P_{fi} + \frac{P_{\text{ка}}}{\beta} \right) (1 - \eta_{\text{пр}})$	—

Таблица 2

Условие включения в работу активного привода	Показатель	Значения показателя в дорожных условиях		
		асфальт	суглинистая пахота	песок
Недостаточность сцепных возможностей тягача	Удельная сила тяги тягача	0,65	0,44	0,32
	Буксование	18 %	45 %	38 %
Превышение потерь на буксование над потерями на привод	Удельная сила тяги тягача	1,07	0,273	0,222
	Буксование	—	19 %	20 %



Зависимость крутящего момента на валу раздаточной коробки от силы внешних сопротивлений при движении неактивного и активного автопоездов в различных дорожных условиях:

1 — песок, обычный автопоезд; 2 — песок, активный автопоезд; 3 — пахота, обычный автопоезд; 4 — пахота, активный автопоезд; 5 — асфальт, активный автопоезд; 6 — асфальт, обычный автопоезд

вычислить, зная характеристики режимов движения из экспериментов. Что и было сделано для автопоезда в составе автомобиля "Урал-4320" и опытного прицепа на базе шасси ГАЗ-66, где для активизации мостов привода использовали гидрообъемный привод ГСТ-90.

Исследования проводили для трех вариантов дорожных условий: асфальта, суглинистой пахоты и пес-

ка. Мощность, затрачиваемую на движение, оценивали по крутящему моменту на ведущем валу раздаточной коробки тягача. Его зависимость от силы внешних сопротивлений движению (в ходе эксперимента имитировались с помощью тормозного автомобиля) приведена на рисунке, а обобщенные результаты расчетно-экспериментального исследования — в табл. 2.

Анализ полученной зависимости позволяет сделать следующие выводы.

При движении по твердой опорной поверхности активизация привода прицепа рациональна только в случае недостаточных сцепных свойств, так как во всем диапазоне внешних сил сопротивления крутящий момент на валу раздаточной коробки у неактивного автопоезда меньше, чем у активного, что связано с низкой тангенциальной эластичностью системы "шина—опорная поверхность". При движении же по суглинистой пахоте и песку, для которых характерны более высокие значения тангенциальной эластичности, напротив, привод осей прицепа весьма полезен: при силе внешних сопротивлений более 25 кН, или 2,5 тс (буксование колес тягача около 20 %), крутящий момент на валу раздаточной коробки у активного автопоезда меньше, чем у неактивного, т. е. уменьшение потерь на буксование компенсирует потери, связанные с приводом прицепа.

Таким образом, очевидно, что активный привод прицепа обязательно должен быть отключаемым. Причем гидравлический — отключаться одновременно в двух точках: у гидронасоса и ведущих колес.

УДК 629.03

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ С ДЕФОРМИРУЕМОЙ ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

Канд. техн. наук Е.В. МЕДВЕДЕВ, А.М. КЛИНШОВ

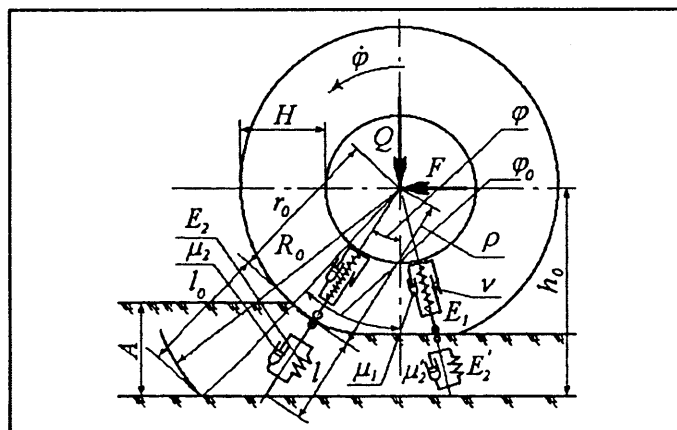
Рязанский ВАИ

Наиболее важный элемент математического описания (моделирования) движения транспортного средства с комбинированным (колеса + гусеницы) движителем — пятно контакта эластичного колеса и жесткой гусеницы с деформируемой опорной поверхностью. Потому что именно здесь реализуются все потенциальные свойства системы. Однако аналитическое описание процессов взаимодействия колеса с опорной поверхностью затруднено значительными деформациями обоих контактирующих тел. Кроме того, линия их контакта отличается от прямой, что не укладывается в постулаты контактной теории упругости. Задачу, тем не менее, решать нужно. В интересах практики. И одно из таких решений рассматривается ниже.

Деформируемость пневматических шин и деформируемых опорных поверхностей (грунта) достаточно полно отражают предложенные Л.А. Галиным и М. Рейнером трех- и двухэлементные реологические модели, а также схема взаимодействия эластичного колеса с поч-

вой, разработанная И.И. Водяником, В.Ф. Бобковым и др. Эти модели и схема позволяют найти показатели для описания процессов взаимодействия контактирующих тел. Причем для решения задачи элементарный сектор схемы взаимодействия (см. рисунок) достаточно представить в виде последовательно расположенных моделей шины и грунта и определить, какие параметры модели подвергаются изменениям при качении колеса по деформируемой опорной поверхности.

Пусть φ — угол, описывающий положение любой точки линии контакта колеса и грунта, φ_0 — угол начального положения точки контакта, $\dot{\varphi}$ — угловая скорость колеса. Если время t отсчитывать от момента,



№ формулы	Формула	Примечания
1	$\Delta\rho + \Delta l = \Delta R$	$\Delta\rho, \Delta l, \Delta R$ — изменения линейных размеров ρ, l, R (см. рисунок); $R = \rho + l$
2	$\Delta\rho + \Delta l = \Delta R$	—
3	$\varepsilon_1 E_1 \pm \dot{\varepsilon}_1 \mu_1 \pm v E_1 \operatorname{sgn} \varepsilon_1 = \varepsilon_2 E_2 \pm \dot{\varepsilon}_2 \mu_2$	$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ — относительные деформации шины и грунта; $\dot{\varepsilon}_1, \dot{\varepsilon}_2$ — скорости деформирования шины и грунта; μ_1, μ_2 — вязкость шины и грунта; E_1, E_2 — модули деформации шины и грунта
4	$R_0 \cos \varphi_0 = R \cos(\varphi_0 - \dot{\varphi} t)$	R_0, R — начальное и текущее значения параметра R
5	$\varepsilon_2 = \frac{\Delta R - \varepsilon_1 H}{l_0}; \dot{\varepsilon}_2 = \frac{dR/dt - \dot{\varepsilon}_1 H}{l_0}$	H — высота профиля шины
6	$\Delta R = R_0 \left(1 - \frac{\cos \varphi_0}{\cos(\varphi_0 - \dot{\varphi} t)} \right)$	—
7	$dR/dt = -\dot{\varphi} R_0 \cos \varphi_0 \frac{\sin(\varphi_0 - \dot{\varphi} t)}{\cos^2(\varphi_0 - \dot{\varphi} t)}$	—
8	$\pm \dot{\varepsilon}_1 \left(\mu_1 + \frac{H \mu_2}{l_0} \right) + \varepsilon_1 \left(E_1 + \frac{H E_2}{l_0} \right) =$ $= \frac{R_0 E_2}{l_0} \pm v E_1 \operatorname{sgn} \varepsilon_1 - \frac{R_0 E_2 \cos \varphi_0}{l_0 \cos(\varphi_0 - \dot{\varphi} t)} \pm \frac{R_0 \mu_2 \dot{\varphi} \cos \varphi_0 \sin(\varphi_0 - \dot{\varphi} t)}{l_0 \cos^2(\varphi_0 - \dot{\varphi} t)}$	v — коэффициент, показывающий, какую часть E_1 составляют контактные напряжения, обусловленные внутренним трением в шине
9	$\varepsilon_1 = \frac{r_0 - \rho}{H}$ $\rho = r_0 - \frac{h_0}{1+m} \left(\frac{1}{\cos \varphi_0} - \frac{1}{\cos \varphi} \right)$ $\rho = \rho_0 + \frac{h_0}{1+m'} \left(\frac{1}{\cos \varphi} - 1 \right)$ $\rho_y = \frac{\cos \varphi_y}{\cos \varphi}$	r_0 — свободный радиус колеса; h_0 — расстояние от пятна контакта до оси колеса; m — скорость деформирования взаимодействующих тел; m' — скорость восстановления деформаций; ρ_0 — значение ρ при $\varphi = 0$; ρ_y — полярный радиус точки контакта, в которой прекращается восстановление деформации опорной поверхности; φ_y — угол точки контакта, в которой прекращается восстановление опорной поверхности
10	$m = \frac{l_0(E_1 \Delta R + \mu_1 \dot{R} + v E_1 H)}{H(E_2 \Delta R + \mu_2 \dot{R} - v E_1 l_0)}$	—
11	$m' = \frac{l_0(E_1 \Delta R + \mu_1 \dot{R} + v E_1 H)}{H(E_2' \Delta R + \mu_2' \dot{R} - v E_1 l_0)}$	\dot{R} — среднее значение R ; E_2' — модуль деформации уплотненного грунта; ε_2' — вязкость уплотненного грунта
12	$\Delta R = R_0 \left(1 - \frac{\cos \varphi_0}{2\varphi_0} \ln \frac{1 + \sin \varphi_0}{1 - \sin \varphi_0} \right)$	—
13	$\dot{R} = \frac{\dot{\varphi} R_0 (1 - \cos \varphi_0)}{\varphi_0}$	—
14	$Q = \int_0^{\varphi_0} E_1 \left(\varepsilon_1 + \frac{\mu_1}{E_1} \dot{\varepsilon}_1 + v \right) \cos \varphi B \rho d\varphi + \int_0^{\varphi_0'} E_1 \left(\varepsilon_1' + \frac{\mu_1}{E_1} \dot{\varepsilon}_1' - v \right) \cos \varphi B \rho d\varphi$	Q — нормальная нагрузка на колесо; B — ширина пятна контакта; ρ — полярный радиус точек, соответствующий углам φ_0 и φ_0' ; φ_0' — угол, в пределах которого происходит взаимодействие контактирующих тел при восстановлении деформаций
15	$\varepsilon_1 = \frac{1}{H(1+m)} \left(\frac{1}{\cos \varphi_0} - \frac{1}{\cos \varphi} \right)$	—
16	$\varepsilon_1' = \frac{r_0}{H} - \frac{r_0 - \varepsilon_0 H}{H \cos \varphi}$	ε_0 — относительная деформация при $\varphi = 0$

№ формулы	Формула	Примечания
17	$Q = BE_1 \frac{r_0^2}{H} \lambda_Q$	λ_Q — безразмерный показатель, определяемый по формуле № 18
18	$\lambda_Q = \Delta \left[\left(\frac{1}{\cos \varphi_0} + \frac{s}{\Delta} - \frac{\Delta}{\cos^2 \varphi_0} - \frac{s}{\cos \varphi_0} \right) \sin \varphi_0 - \left(1 - \frac{2\Delta}{\cos \varphi_0} - s \right) \varphi_0 - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} \Delta \ln \frac{1 + \sin \varphi_0}{1 - \sin \varphi_0} + \frac{\mu_1 \dot{\varphi}}{E_1} \left(\frac{\Delta}{\cos \varphi_0} - \Delta - \left(1 - \frac{\Delta}{\cos \varphi_0} \right) \ln \cos \varphi_0 \right) \right] + \\ + \cos^2 \varphi_0 \left[\frac{\varphi_0''(1-s)}{\cos \varphi_0''} - \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \sin \varphi_0''}{1 - \sin \varphi_0''} - \frac{\mu_1 \dot{\varphi}}{E_1} \left(\frac{1}{\cos \varphi_0''} - 1 \right) \right]$	—
19	$\Delta = \frac{A/r_0 + \cos \varphi_0}{1 + m}$	A — высота до твердого подстилающего слоя (см. рисунок)
20	$s = vH/r_0$	—
21	$\cos \varphi_0 = 0,5[(1 + m)\cos \varphi_0' - A/(r_0 - m)] + \\ + \sqrt{0,25[(1 + m)\cos \varphi_0' - A/(r_0 - m)]^2 + A/r_0}$	—
22	$\cos \varphi_0' = \frac{(1-s)\cos \varphi_0''}{1 + \frac{\mu_1 \dot{\varphi} \varphi_0''}{E_1}}$	—

когда $\varphi = \varphi_0$, то на переднем участке контакта, очевидно, всегда выполняется равенство $\varphi = \varphi_0 - \dot{\varphi}t$, а на заднем — $\varphi = \dot{\varphi}t - \varphi_0$. Тогда в любой момент времени в пределах углов контакта колеса с опорной поверхностью будут справедливы соотношения, записанные в виде формул № 1—4 (см. таблицу).

Если разделить левые и правые части формул № 1 и 2 на произведение Hl_0P_0 , получим уравнения взаимосвязи относительных деформаций опорной поверхности и их скоростей (формула № 5).

Значения ΔR и dR/dt позволяют определить формулы № 6 и 7.

Если, далее, с учетом всего сказанного в формулу № 3 подставить значения ε_2 и $\dot{\varepsilon}_2$, то дифференциальное уравнение взаимодействия колеса с грунтом примет вид формулы № 8. Что и сделал в свое время И.И. Водяник (см. "Воздействие ходовых систем на почву", М.: "Агропромиздат", 1990).

Общее решение предложенного им уравнения может быть выражено системой, состоящей из четырех уравнений (формулы № 9). Причем три последние — это уравнения продольной линии контакта в координатах ρ и φ на переднем участке, участках в пределах угла φ_y и восстановления деформаций опорной поверхности, а также на заднем участке в пределах восстановления деформаций колеса.

Соотношения скоростей деформирования (m) и восстановления деформаций (m') взаимодействующих тел выражаются формулам № 10 и 11 соответственно.

При расчетах по данным формулам И.И. Водяник рекомендует использовать средние значения ΔR и R

(dR/dt), которые, по теореме о среднем интегральном исчислении для переднего участка контакта, можно определить по формулам № 12 и 13 соответственно.

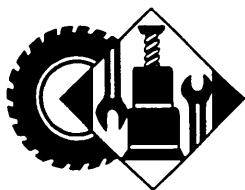
Когда угол φ_y вследствие незначительной упругости опорной поверхности пренебрежимо мал (например, асфальт) и задний участок контакта можно считать линейным, уравнение, отражающее равенства действующих на колесо активных сил суммам соответствующих элементарных реакций опорной поверхности, принимает вид формулы № 14.

По формулам № 15 и 16 рассчитываются величины относительных деформаций ε_1 и ε_1' колеса на переднем и заднем участках линии контакта. Тогда, подставив их в формулу № 14 и проинтегрировав ее, получаем формулу № 17. Входящий в нее коэффициент λ_Q подсчитывается по формуле № 18, четыре параметра которой (Δ , s , φ_0 и φ') дают соответственно формулы № 19—22, а пятый (φ'') определяется при решении формул № 17—22.

Приведенная модель взаимодействия дает полное описание напряженно-деформированного состояния в контакте эластичного колеса с грунтом, так как позволяет определять относительные деформации, скорости деформирования и элементарные реакции в каждой точке продольной линии контакта. Значения этих реакций и закономерности их распределения по опорной поверхности отражают физическую сущность процессов одновременного деформирования колеса и грунта на переднем участке контакта и восстановления деформаций на заднем участке.

Поправка.

В статье П.С. Макаревича и А.А. Макушина "Конструкции распределительного вала и показатели дизелей КамАЗ" (АП, 2005, № 5) характеристики мощности и удельного расхода топлива на рисунке приведены соответственно в л.с. и г/л.с.



УДК 621.892

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАБОТАЮЩИХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Канд. техн. наук Ю.А. ГУРЬЯНОВ

Челябинский ГАУ

Качество свежих масел, как известно, оценивают по единичным показателям, утвержденным соответствующими нормативными документами. Число таких показателей может достигать 20, а для некоторых специальных масел и более. Правда, для товарных масел, т. е. масел, используемых при эксплуатации машин и механизмов, это число обычно не превышает 10, поскольку те 20 уже проверены при сертификации масла, и заводской технологией его производства. Перечень этих контролируемых свойств свой для каждого типа масла. Зависит он также и от климатических условий, особенностей конструкции АТС, условий эксплуатации и т. д. Но здесь хотелось бы обратить внимание читателей на то, что показатели работающих масел могут и должны служить критериями, позволяющими оценить не только физико-химические свойства самого масла, но и техническое состояние механизма, для которого предназначено это масло. Более того, первые однозначно связаны со вторым.

Так, при неисправностях систем охлаждения, топливоподдачи или очистки воздуха в масле могут появиться охлаждающая жидкость, топливо и абразивные частицы. А это — сигнал, позволяющий предупредить повышенный износ поверхностей трения и даже аварийные ситуации.

Однако, загрязнения такого рода в больших количествах — явление, в общем-то, не частое и проявляющееся, как правило, при полнейшей бесконтрольности за состоянием механизма, в том числе и масла. Чаще, как ни странно, проявляется другое, а именно недостаточное внимание к старению масла в процессе его эксплуатации. Масло стареет постепенно и поэтому при ежедневном обслуживании этот процесс просто не замечают. Но наступает момент, когда несколько единичных показателей качества работающего масла достигают своего предела и — "неожиданный" отказ, скажем, ДВС.

Как же избежать таких неприятных последствий? Ответ простой: необходимо научиться мониторингу работающих масел.

Против этого вряд ли кто возразит. Но возникают очередные вопросы. Какие характеристики подлежат постоянному наблюдению? Как их оценивать в условиях эксплуатации? Ведь ясно, что владелец одного

или даже десятка АТС не будет организовывать у себя специальную лабораторию или искать ее на стороне.

Однако дело не столь безнадежное, как может показаться на первый взгляд. Анализ известных групп единичных показателей качества масел свидетельствует: подавляющее их большинство всегда в той или иной мере проявляются в одном из них — вязкости. Возьмем, к примеру, ДВС. Известно, что при штатном его функционировании залитое в него масло постепенно густеет, поскольку в нем появляются нерастворимые примеси — продукты изнашивания деталей и старения масла, сажа и т. п. Кроме того, по мере наработки снижается активность присадок, препятствующих загрязнению ДВС. С другой стороны, в масло может попадать топливо, которое разжижает его, а также охлаждающая жидкость, загущающая масло. Но несмотря на такую противоречивость действия факторов, которые обуславливают старение масла, вязкость масла можно и должно рассматривать как базовый его диагностический параметр, поскольку по ней в большинстве случаев легче всего судить о техническом состоянии систем того же ДВС.

Очевидно, что для оценки вязкости (впрочем, как и других показателей) работающих масел нужно применять методы, которые, во-первых, доказали свою эффективность; во-вторых, не слишком трудоемки; в-третьих, не требуют высокой квалификации персонала; в-четвертых, не связаны с большими затратами на оборудование и расходные материалы. Другими словами, методы, дающие быстрые и достаточно достоверные результаты, позволяющие принять правильное решение. Поэтому выбор наиболее предпочтительного с рассматриваемых точек зрения метода — задача не совсем простая, поскольку методов оценки вязкости существует очень много: по времени истечения масла, ротационный, пьезоэлектрический и т. п. Но большинство из них, к сожалению, можно реализовать лишь в лабораторных условиях. В большей степени для экспресс-оценки подходит один — сравнение с эталоном.

На практике применяют два варианта данного метода: сравнение скоростей при одновременном погружении одинаковых стальных шариков в испытуемом масле и в нескольких эталонных маслах, имеющих разные вязкости; сравнение скоростей истечения испытуемого и эталонного масел по двум наклонным желобам, каждый из которых через калиброванные отверстия соединен со своей мерной емкостью. При первом (он широко используется в отечественной практике) число эталонных масел (стеклянных трубочек или пробирок) может быть от трех до восьми. Еще одна пробирка (с риской "окончание испытания")

предназначена для испытуемого масла. Заполнив этим маслом, ее, как и пробирки с эталонными маслами, выдерживают в вертикальном положении в течение 10—15 мин — с тем, чтобы температура образцов стала одинаковой. Затем все пробирки (вискозиметр) одновременно и резко поворачивают вокруг горизонтальной оси на 180°. Благодаря этому стальные шарики, находившиеся на дне пробирок, начинают перемещаться, и как только тот из них, который находится в пробирке с испытуемым маслом, достигнет риски, вискозиметр поворачивают еще на 90°. Все шарики прекращают движение. Вязкость испытуемого масла, очевидно, равна вязкости того из эталонных масел, чей шарик успел пройти тот же путь, что и шарик в испытуемом масле.

Второй вариант, разработанный американской фирмой "Мобил", у нас менее известен. Его суть: в качестве эталонного используется свежее масло той же группы вязкости, что и испытуемое. Для обеспечения одинаковых объемов обоих масел в вискозиметре предусмотрены (рис. 1) мерные емкости, которые при горизонтальном положении вискозиметра заполняют так, чтобы началось истечение масла в резервные полости. В этом положении его, как и при предыдущем варианте, выдерживают в течение 10—15 мин, а затем переводят в наклонное положение и выдерживают до тех пор, пока эталонное масло достигнет риски "стоп". Вискозиметр сразу же возвращают в горизонтальное положение и дают оценку вязкости испытуемого масла.

Теперь допустим, что вязкость масла оказалась выше или ниже установленной для него нормы. Понятно, что на таком масле работать нельзя. Но не менее важно узнать причину этого: не выявив и не устранив ее, простой заменой масла проблемы неисправности смазываемого механизма не решить.

Для поиска причины (или причин) недопустимого изменения вязкости необходимо исследовать те факторы, от которых она зависит. И, желательно, тоже с помощью экспресс-методов.

Таких факторов, как уже упоминалось, несколько: наличие охлаждающей жидкости и топлива, а также абразивных частиц; снижение эффективности моюще-диспергирующе-стабилизирующих присадок; ухудшение противоизносных и нейтрализующих свойств самого масла; присутствие в нем других механических примесей.

Рассмотрим некоторые из методов выявления данных факторов.

Наличие охлаждающей жидкости в масле в лабораторных условиях, в принципе, можно определить двумя методами — дистилляции и термохимическим. Но существуют еще и методы экспресс-анализа. И каждый из них — со своими достоинствами и недостатками. Так, визуальный и акустический дают только качественную оценку масла; седиментационный — применим для грубой количественной оценки, а индикаторный — предполагает использование "фирменных" расходных материалов; микроволновой — находится в стадии разработки; диэлектрический — не обладает свойством однозначности потому, что не позволяет отличить охлаждающую жидкость в масле от частиц

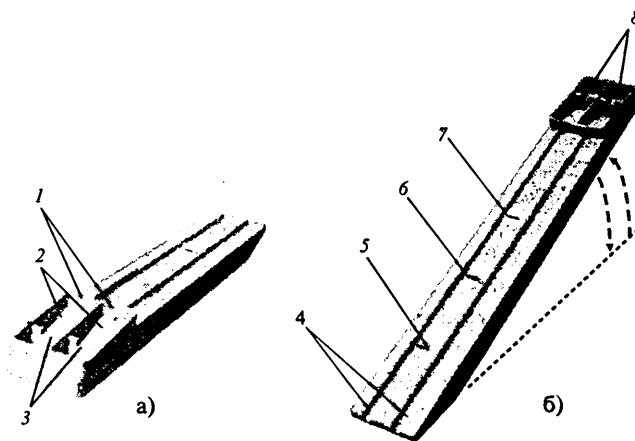


Рис. 1. Вискозиметр фирмы "Мобил" в горизонтальном (а) и наклонном (б) положениях:

1 — калиброванные отверстия; 2 — мерные полости; 3 — кромки уровня, обеспечивающие фиксированный объем масла в мерных полостях; 4 — желоба; 5 — отметка предельно допустимого разжижения масла; 6 — отметка "стоп"; 7 — отметка предельно допустимой вязкости при загущении масла; 8 — резервные полости

износа; бумажная хроматография — тоже дает лишь качественную оценку и не обладает свойством однозначности при постановке диагноза состояния системы охлаждения (эффективен в качестве дублирующего). Более привлекателен термический метод, имеющий несколько экспресс-вариантов реализации: германский, дающий чисто качественную оценку состояния масла, и японский, дополняющий ее количественной оценкой. Суть обоих заключается в нагревании некоторого объема (капли) масла до температуры выше 373 К (100 °С) и наблюдении за его "поведением".

При первом методе оценивается, реагирует или нет масло на нагрев: если не реагирует, то в нем нет охлаждающей жидкости; если же на поверхности капли появляются пузырьки, она есть.

При втором методе результаты более точные (в какой-то мере количественные): при нем одновременно нагревают не только каплю испытуемого масла, но и эталонного образца, приготовленного путем добавки в свежее, обязательно "сухое" масло определенного количества охлаждающей жидкости (например, 0,2, 0,5 % и т. д.).

Технология такого экспресс-анализа довольно проста. Все пробы интенсивно встряхивают в течение 5—7 мин, чтобы перемешать масло с жидкостью. Затем масло из них поочередно капают на предварительно нагретый до 423 К (150 °С) тигель. В объеме и на поверхностях капель смесей-эталонных после их прогрева начинают выделяться пузырьки, причем тем интенсивнее, чем больше охлаждающей жидкости в масле. Будут пузырьки и на поверхности испытуемого масла, если жидкость в нем есть. Интенсивность их выделения, близкая к интенсивности у конкретного эталона, и дает ответ на вопрос, каково содержание жидкости в испытуемом масле: меньше 0,2 % — оно еще пригодное к эксплуатации, больше 0,2 % — его нужно менять. Концентрация же, равная 1 % и более, считается аварией.

К сказанному следует добавить, что концентрацию охлаждающей жидкости в масле можно оценить (правда, лишь приблизительно) и без эталонных смесей: если при его нагреве в тигле размеры пузырьков составляют 1—3 мм, а вверх они поднимаются плавно, концентрация не превышает 0,2 %; если размеры пузырьков достигают 5—10 мм, причем они быстро увеличиваются и рвут каплю на части, концентрация близка к 1 % или даже превышает ее.

Наличие топлива в масле лучше всего обнаруживают методами газожидкостной хроматографии, а также диэлектрическим. Однако на практике для экспресс-анализа чаще всего используют метод определения концентрации топлива в масле по температуре вспышки.

Вариантов данного метода много. Однако самым удобным считается основанный на применении портативного прибора японской фирмы "Камагу". По нему ~5 см³ испытуемого масла нагревается за 1 мин до определенной температуры (с дизельным топливом — до 453 К, или 180 °С), затем, сняв крышку с тигля, к поверхности масла подносят источник открытого пламени. Если вспышки нет, считается, что количество топлива в масле не превышает предельно допустимых 3 %.

Наличие абразивов (частиц кремния) в масле надежнее всего выявить с помощью спектрального метода. Кроме того, он дает количественную картину. Но он, опять-таки, лабораторный. Для экспресс-оценки же целесообразно использовать метод истирания на стекле, суть которого сводится к следующему.

Берут два чистых предметных стекла, накладывают друг на друга и проверяют плавность их взаимного скольжения, т. е. отсутствие скрипа и заеданий. Затем на одно из стекол наносят 1—2 капли испытуемого масла; предварительно перемешанного встряхиванием. Окончательная операция — оценка плавности взаимного перемещения стекол. И если такая плавность есть, масло считается пригодным к дальнейшей эксплуатации.

Для оценки загрязненности масла другими механическими примесями в лабораторных условиях применяют методы центрифугирования, фильтрования и седиментации, но для экспресс-анализа они не подходят. Метод оценки по плотности масла гораздо проще, но он не обладает свойством однозначности в случаях, когда работающее масло загрязнено охлаждающей жидкостью или топливом; визуальный — позволяет дать только качественную оценку; пьезоэлектрический и по электропроводности реализованы на уровне индикаторов; электрооптический дает неплохие результаты только на относительно чистых маслах (трансмиссионных и гидравлических), на моторных же он не обеспечивает достоверную оценку из-за сильного загрязнения масла механическими примесями, особенно в дизелях; метод "по градиенту поверхностного натяжения" пока лишь исследуется. Таким образом, в распространении эксплуатационников остается, по существу, один из известных методов — бумажной хроматографии. Он и получил широкое распространение в экспресс-варианте, поскольку позволяет оценить масло и качественно, и количественно. Правда, в последнем

случае — не в абсолютных цифрах, а в баллах, с помощью шкалы образцов "капельных проб", наносимых на фильтровальную бумагу. Осмотр ядра хроматограммы через линзу не менее чем с десятикратным увеличением позволяет обнаружить металлические частицы износа, следовательно, выявлять и даже предупреждать аварийные ситуации, обусловленные разрушением поверхностей трения.

Моюще-диспергирующе-стабилизирующие свойства масла тоже, в принципе, можно оценить многими методами. Но для условий эксплуатации пригодны не все. Например, методы озоления и "по плотности масла" — чисто лабораторные; термохимический предполагает использование фирменных реагентов. Рассмотренный же выше метод бумажной хроматографии имеет и вариант, позволяющий получить результат в течение 10—12 мин, очень удобен и в данном случае. Его основа — фильтровальная бумага "синяя лента". Из нее делается фильтр размером не менее 50×50 мм, на который наносят каплю испытуемого масла, предварительно тщательно перемешанного встряхиванием. Затем фильтр помещают в электротигель или сушильный шкаф, где и выдерживают при температуре 373—433 К (100—160 °С) в течение 10 мин. В результате на фильтре образуются (рис. 2) четыре характерные зоны, по которым судят о работоспособности (активности) моющей и диспергирующе-стабилизирующей присадки. Качество масла обычно оценивается, как и в предыдущем случае, по девятибалльной шкале образцов "капельных проб". Но возможна и безразмерная количественная оценка, получаемая по различным формулам на основе данных обмера концентрических зон хроматограммы.

В общем же случае диспергирующе-стабилизирующие свойства масла характеризуют ядро и зону диффузии: чем больше отношение ширины этой зоны к диаметру ядра, тем выше работоспособность присадки. Дополнительным признаком активности моющей присадки считается наличие прозрачного светлого кольца снаружи зоны диффузии. Но следует иметь в виду, что хроматограммы загрязненных охлаждающей жидкостью масел обычно не имеют зоны диффузии. У них ядро черное, а краевая зона зубчатая. Поэтому данный метод целесообразно использовать в качестве

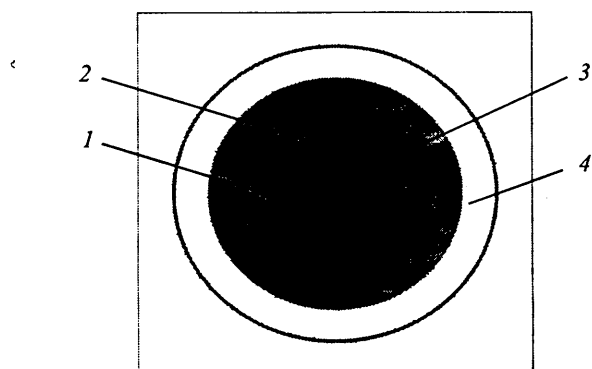


Рис. 2. Хроматограмма работающего масла:
1 — ядро; 2 — краевая зона (кольцо); 3 — зона диффузии;
4 — прозрачное (светлое) кольцо

дублирующего при оценке наличия охлаждающей жидкости в масле.

Примерно то же самое можно сказать и о методах оценки *противоизносных и нейтрализующих свойств* масел. Скажем, тонкослойная хроматография — лабораторный метод; термохимический и индикаторный методы предполагают использование фирменных реагентов. Для экспресс-анализа же в большей степени подходит оценка электропроводности масла, в основе которой лежит четкая связь между изменением водородного показателя (рН) и этих свойств масла. Реализуется данный метод с помощью относительно дешевых карманных рН-метров. Причем на анализ тратится, включая подготовку рН-метра и его очистку после предыдущих измерений, не более 5 мин.

Таким образом, из сказанного выше следует: для практического использования в условиях любого, особенно небольшого, транспортного предприятия можно рекомендовать следующие экспресс-методы оценки качества работающих масел: по концентрации охлаждающей жидкости — термический как основной и бумажной хроматографии как дублирующий; по наличию топлива — "температура вспышки масла в закрытом электротигле" — как основной и "сравнение с эталоном" по вязкости как дублирующий; по наличию абразивных частиц — метод истирания; по вязкости — сравнение с эталоном (любой из двух его вариантов) как основной и термический как дублирующий, по моюще-диспергирующе-стабилизирующим свойствам и загрязненности масла механическими примесями — метод бумажной хроматографии; по противоизносным и нейтрализующим свойствам — водородный показатель рН.

От правильности выбора метода зависят затраты времени и труда на контроль качества масла. Так, при использовании метода бумажной хроматографии достаточно получить одну хроматограмму и по ней оценить три свойства: моюще-диспергирующе-стабилизирующие, загрязненность масла механическими примесями и наличие охлаждающей жидкости в масле (дублирующая проверка). При этом одновременно можно проверить противоизносные и нейтрализующие свойства масла и его вязкость.

На основе рекомендуемых выше методов специалистами Челябинского ГАУ разработан портативный комплект средств (КДМП-3), который позволяет как в стационарных, так и полевых условиях оценивать качество свежих и работающих масел. Он, как показал опыт, очень удобен именно для эксплуатации. Во-первых, в нем нет химической стеклянной посуды, которая "не терпит" грубого с собой обращения; во-вторых, имеет пробоотборник для отбора горячего масла из ДВС через отверстие масломерной линейки; в-третьих, в его состав входит многофункциональный электротигель, работающий от бортовой сети, который помогает оценивать четыре свойства масел — концентрации охлаждающей жидкости и топлива, моюще-диспергирующе-стабилизирующие свойства и загрязненность механическими примесями; в-четвертых, рассчитан на применение не только основных, но и дублирующих методов, что позволяет исключить ошибки при оценке работоспособности масла и исправности систем ДВС; в-пятых, его габаритные размеры составляют 400 × 310 × 80 мм, а масса не превышает 5 кг.

УДК 629.1.014

ЛЮФТОМЕР ДЛЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

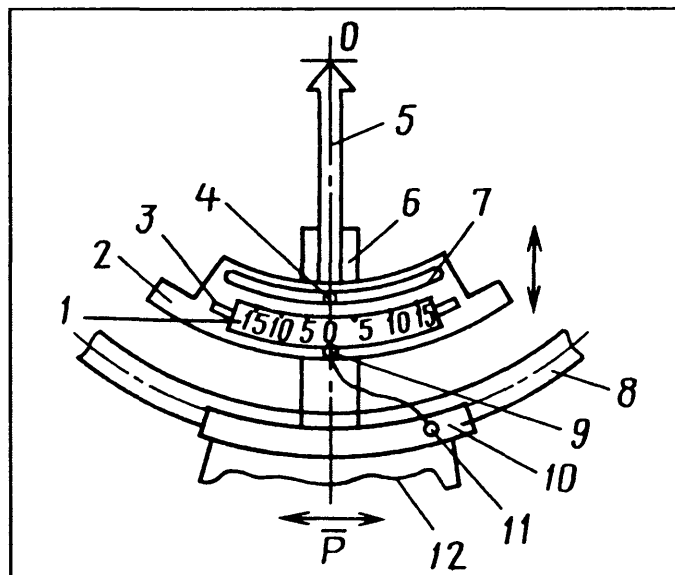
Д-р техн. наук В.А. ХАРИТОНАШВИЛИ

Грузинский ТУ

Как известно, основной диагностический критерий рулевого управления АТС — "суммарный люфт". Определяют его с помощью люфтомеров НИИТ К-402, К-187 и др. Однако опыт их применения свидетельствует, что ни один из них точных результатов не дает. Дело в том, что при измерении люфта необходимо одновременно фиксировать и начало поворота управляемых колес автомобиля, и показания люфтомера. В этом случае их должны выполнять два человека. Кроме того, при участии человека (а в данном случае даже двух) срабатывает субъективный фактор. То есть метод инструментального контроля фактически превращается в метод экспертных оценок, что при небольших допустимых люфтах (скажем, для легковых автомобилей — не более 10°) неприемлемо: погрешность измерения может достигать десятков процентов. Тем более что ее величина зависит также от усилия, прикладываемого к рулевому колесу, и от диаметра последнего, поскольку шкала люфтомеров крепится именно на колесе.

Поэтому и приходится придумывать методы корректирования измерений (см., например, "АП" 2001, № 10).

Понятно, что любые корректировки усложняют процедуру измерений, поэтому применяют их весьма неохотно. Значит, нужны новые технические реше-



ния. И одно из них — рассматриваемый ниже люфтомер.

Данный прибор (см. рисунок) состоит из корпуса 10; двухсторонней динамометрической рукоятки 12; шкалы 1, размещенной на основании 2; стрелки—указателя 5, перемещающейся в пазу 3 основания 2; прозрачной трубки 7 с шариком 4 внутри.

Люфтомер прижимают к рулевому колесу 8, основание 2 смещают по пазу 3 до совпадения стрелки-указателя 5 с центром *O* вращения колеса и поворачивают последнее с усилием *P*, которое фиксирует шкала (на рисунке не показана) динамометрической рукоятки.

Затем шкалу 1 перемещают по пазу 3 направляющей 6 корпуса 10 до совпадения ее нулевого деления с положением шарика 4, нажимают на кнопку 11 фиксатора 9, который и фиксирует шкалу в этом положении. Наконец, поворачивают устройство совместно с рулевым колесом тем же усилием *P* и по шкале 1 определяют суммарный люфт.

Рассмотренный люфтомер, очевидно, можно дополнять электронным измерителем с цифровыми указателями усилия *P* и суммарного люфта рулевого управления. Но и без них оно явно превосходит серийные люфтомеры.



ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.4.077.62-192

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

Канд. техн. наук Э.Н. НИКУЛЬНИКОВ

НИЦИАМТ

Нормативные показатели и режимы нагрева автомобильных тормозов при их испытаниях утверждены соответствующими Правилами ЕЭК ООН, Директивами ЕС, стандартами ИСО, государственными и руководящими техническими документами ведущих автомобильных фирм. Причем основным директивным документом в этой области стал, по общему признанию, стандарт ИСО CD 12161 "Дорожные автомобили. Износостойкие тормозные системы механических транспортных средств и прицепов. Методы испытаний", который закрепил три способа исследований нагрева тормозных механизмов (при непрерывном спуске на реальном уклоне, буксировании на горизонтальном участке и имитации движения на динамометрическом стенде), а также идеологию испытаний: "торможения должны производиться таким образом, чтобы поглощенная за время нагрева двумя последними способами тормозными механизмами автомобиля энергия была эквивалентна количеству энергии, поглощаемой за тот же промежуток времени тормозными механизмами данного автомобиля, движущегося с заданной постоянной скоростью на спуске с требуемым уклоном на определенном расстоянии".

Но нельзя не отметить и то, что он узаконил обязательность проверки остаточной эффективности действия тормозов при циклических торможениях, имитирующих его городскую езду. И тем самым значительно усложнил технологию испытаний. Во-первых, методом циклических торможений в дорожных условиях очень трудно довести температуры тормозных механизмов до "горячего" состояния. Во-вторых, это состояние технически сложно выдерживать постоян-

ным на участках большой (15—20 км) протяженности. В-третьих, режимы нагрева сильно зависят от начальной и конечной скоростей торможения, величины замедления, числа торможений и интервалов времени между ними.

Все это сразу же стало очевидным для специалистов НИЦИАМТа. Поэтому они поставили перед собой задачу разработать и внедрить в практику дорожных испытаний методы и средства экспериментально-расчетного определения режимов работы автомобильных тормозных механизмов при их оценке в условиях нормируемой энергетической нагруженности.

Накопленные опыт и банк данных позволяли, на первый взгляд, легко решить ее. Однако на практике оказалось: многого не хватает. В частности, не было данных о движении воздушного потока в надколесных кожухах, а также о влиянии его распределения на охлаждение элементов тормозной системы; отсутствовала количественная информация, характеризующая связь между эффективностью торможения и нагрузками на шины, конструкцией систем отвода теплоты от тормозных механизмов и т. д. Мешало и то, что для тесно связанных процессов энергонагруженности и охлаждения тормозных механизмов не было единой для их оценки системы показателей, определение которых экспериментальным путем позволило бы дать объективную характеристику этим процессам. Наконец, решению задачи не способствовало разнообразие существующих методов и режимов нагрева тормозов и их оценки по остаточной эффективности, а главное — необходимость введения в режимы испытаний корректирующих коэффициентов, учитывающих протекание процесса охлаждения в зависимости от скорости движения, температуры окружающей среды и многих других факторов.

Тем не менее НИЦИАМТ поставленной цели достиг. Для этого его специалисты выполнили специальное теоретическое исследование, в ходе которого удалось установить, что при конвективном теплообмене

№ формулы	Формула	Примечания
1	$\frac{d\Delta T}{d\tau} = m(\tau)\Delta T + q(\tau)$	<p>ΔT — начальная разность температуры тормозов и окружающей среды; m_τ — темп охлаждения тормоза при циклических (m_τ) или непрерывном ($m_\tau^{\alpha(\varepsilon)}$) торможениях, определяемый непосредственно на автомобиле; $q(\tau) = \frac{dT}{d\tau}$ — функция, описывающая подвод теплоты к тормозам во времени; τ — текущее время</p>
2	$\Delta T_\tau = \int_0^\tau \exp\left[-\int_{\tau'}^\tau m(\tau) d\tau\right] q(\tau') d\tau'$	<p>τ' — момент времени</p>
3	$q(\tau) = \sum_{n \geq 0} \Delta T_{zn} \delta(\tau - \tau_n)$	<p>ΔT_{zn} — повышение температуры тормозного механизма после однократного торможения; δ — функция Дирака, характеризующая подвод теплоты за пренебрежимо малый промежуток времени; τ_n — момент времени n-го циклического торможения</p>
4	$\Delta T_\tau = q \int_0^\tau \exp[-m(\tau - \tau')] d\tau' = \frac{q(1 - e^{-m\tau})}{m}$	<p>—</p>
5	$\Delta T_{zni} = \frac{E\beta'_q \psi (1 - e^{-nimz\tau_0})}{G_{ci} c_{ci} Z_{ci} (e^{m_i \tau_0} - 1)}$	<p>E — энергия, преобразуемая тормозными механизмами при однократном торможении; β'_q — условное обозначение коэффициента тормозной силы, который для переднего моста равен β_q, а для заднего — $(1 - \beta_q)$; ψ — коэффициент распределения тепловых потоков; G_{ci} — масса тормозного механизма, эффективно участвующего в теплопоглощении (обечайка барабана, диск); C_{ci} — удельная теплоемкость материала; Z_{ci} — число тормозных механизмов на мосту тележки</p>
6	$E = G_a \left\{ \frac{(v_0^2 - v_k^2) \delta'}{2} - S_{tz} [j_i \delta' (1 - s) + jgs] \right\}$	<p>v_0, v_k — начальная и конечная скорости торможения; δ' — коэффициент учета инерции вращающихся масс автомобиля; S_{tz} — тормозной путь; j_i — среднее замедление автомобиля; s — коэффициент продольного скольжения колес, ϕ — коэффициент сцепления шин с дорогой</p>
7	$\Delta T_{fni}^{\alpha(\varepsilon)} = \frac{E^{\alpha(\varepsilon)} \beta'_g \psi (1 - e^{-n_f m_i^{\alpha(\varepsilon)} \tau_f})}{G_{ci} c_{ci} Z_{ci} (e^{m_i^{\alpha(\varepsilon)} \tau_f} - 1)}$	<p>$\Delta T_{fni}^{\alpha(\varepsilon)}$ — температура тормозного механизма в конце нормативного времени непрерывного торможения; α, ε — параметры торможения на уклоне и при буксировании автомобиля, соответственно; $\tau_f n_f = \tau_\alpha$ — время предварительного нагрева тормозных механизмов; $E^{\alpha(\varepsilon)}$ — энергия, преобразуемая в теплоту в конце τ_f; n_f — фиксированный отрезок пути</p>
8	$E^{\alpha(\varepsilon)} = G_a \{ A^{\alpha(\varepsilon)} - [j_i \delta (1 - s) + \phi g s] \} v^{\alpha(\varepsilon)} \tau_f$	<p>$A^\alpha = g \sin \alpha_0$ — торможение на уклоне; $A^\varepsilon = 0,01 i_a g$ — торможение при буксировании; v^α, v^ε — скорости на спуске и при буксировании; i_a — уклон; α_0 — угол уклона дороги; g — ускорение силы тяжести</p>
9	$n_\varepsilon = \frac{1}{m_\tau^\varepsilon \tau_0^\varepsilon} \ln \left[1 - \frac{E^\varepsilon (1 - e^{-n_\varepsilon m_\tau^\varepsilon \tau_0^\varepsilon})}{E^\varepsilon e^{m_\tau^\varepsilon \tau_0^\varepsilon} - 1} (e^{m_\tau^\varepsilon \tau_0^\varepsilon} - 1) \right]^{-1}$	<p>—</p>
10	$n_f^{\varepsilon(\Theta)} = \frac{1}{m_i^{\varepsilon(\Theta)} \tau_f^{\varepsilon(\Theta)}} \ln \left[1 - \frac{E^{\varepsilon(\Theta)} (1 - e^{-n_f^{\varepsilon(\Theta)} m_i^{\varepsilon(\Theta)} \tau_f^{\varepsilon(\Theta)}})}{E^{\varepsilon(\Theta)} e^{m_i^{\varepsilon(\Theta)} \tau_f^{\varepsilon(\Theta)}} - 1} (e^{m_i^{\varepsilon(\Theta)} \tau_f^{\varepsilon(\Theta)}} - 1) \right]^{-1}$	<p>—</p>
11	$m_i = m_{oi} + K_{vi} V_i$	<p>m_i — приведенный к пути темп охлаждения тормозного механизма, учитывающий влияние температуры окружающей среды и скорости движения автомобиля; m_{oi} — то же для неподвижного автомобиля; K_{vi} — коэффициент вентиляции тормозного механизма, определяющий прирост темпа охлаждения механизма из-за движения; v — скорость движения автомобиля</p>
12	$F\tau'_i / G\tau'_i C\tau_i$	<p>—</p>

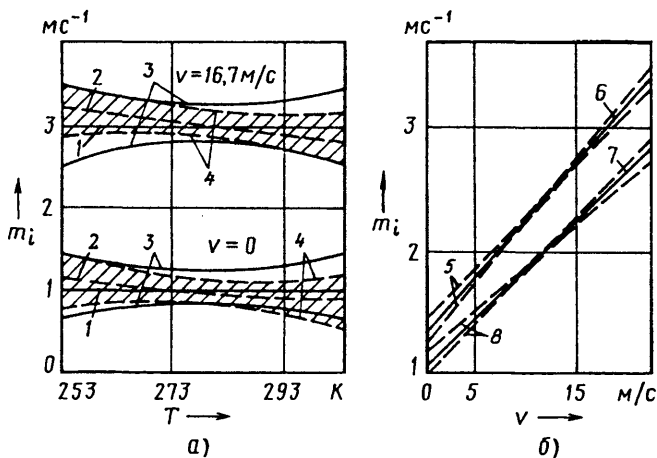


Рис. 1

реальное нестационарное температурное поле автомобильного тормоза по своим характеристикам очень близко к температурному полю, создаваемому регулярным режимом. Для последнего же, как известно из термодинамики, изменения текущего значения температуры подчиняются закону экспоненты, показатель степени которой (темп охлаждения) характеризует интенсивность процесса охлаждения. Другими словами, динамику изменения температуры тормозных механизмов можно описать формулой № 1 (табл. 1).

Решение данного неоднородного линейного дифференциального уравнения относительно ΔT в общем случае имеет вид формулы № 2. В частном же случае, при $m_\tau = m = \text{const}$, — формулы № 3. Функция подвода теплоты при циклических торможениях описывается формулой № 4, тогда как для непрерывного торможения она, очевидно, представляет собой равенство $q_\tau = q = \text{const}$, так как скорость движения автомобиля, а также уклон дороги, на котором проводятся испытания, и тяговые усилия буксирования — величины постоянные. Поэтому значению ΔT_τ при непрерывном торможении можно определить по формуле № 4, полученной из формулы № 2.

Далее на основании предыдущих соображений и формул легко получить формулу № 5 для расчета повышения (ΔT_{zni}) температуры тормозного механизма в конце многократных циклических торможений.

В данную формулу, как видим, входит энергия E , преобразуемая тормозными механизмами в теплоту при однократном торможении. Подсчитывается она по формуле № 6.

Формулу № 5 можно также записать приближенно, представив непрерывное торможение как циклическое с условным интервалом времени τ_f (формула № 7). Для определения входящего в данную формулу значения $E^{\alpha(\varepsilon)}$ предназначена формула № 8.

Теперь, располагая возможностью учета тепловых потерь в тормозных механизмах, на основе температурного эквивалента, характеризуемого равенством температур барабана или диска в конце известного нормативного и эквивалентного режимов нагрева, можно определить режимы нагрева.

Решение сводится к расчету по формулам № 9 и 10 необходимого числа эквивалентных циклических торможений (n_e) и фиксированных отрезков пути n_f непрерывного торможения (индексом "θ" обозначены параметры нормативных, а индексом "ε" — эквивалентных режимов нагрева тормозных механизмов).

Таким образом, были получены расчетные (математические) модели. Но в отношении испытаний тормозных механизмов методом буксирования найдено и еще одно решение. Это технология расчета режимов нагрева механизмов с учетом влияния на процесс их охлаждения температуры окружающей среды и скорости движения — кривые, полученные при движении автомобилей с заданными постоянными скоростями, а также в неподвижном состоянии. С их помощью уточняются формулы № 9 и 10 для темпов охлаждения тормозных механизмов, предварительно нагретых до температуры 573 ± 10 К, или 300 °С (барабаны) и 673 ± 15 К, или 400 °С (диски). Для этого использовалась формула № 11.

Пример расчетов приведен на рис. 1. Так, на рис. 1, а показаны кривые регрессии (кривые 1 и 2) и границы 95 %-ой доверительной области (кривые 3 и 4) для темпа охлаждения, первые из которых (1 и 3) определены без учета, а вторые (2 и 4) — с учетом влияния температуры окружающей среды (заштрихованная область); на рис. 1, б — то же самое в функции скорости движения автомобиля (6 и 7 — кривые регрессии, 5 и 8 — границы доверительных областей). Экспериментальные значения темпов охлаждения лежат внутри доверительных областей (основная ошибка в определении темпа охлаждения — не более 3 %). Поэтому темп охлаждения тормозных механизмов, характеризуемый данными кривыми, в НИЦИАМТе принят независимым от температуры окружающей среды, а от скорости движения автомобиля его зависимость — линейная (см. формулу № 11).

По рассмотренной выше методике были выполнены оценки и систематизированы результаты охлаждения тормозных механизмов базовых моделей автомобилей различных категорий. Их результаты приведены в табл. 2.

Как видим, тормозные механизмы передних мостов, как и следовало ожидать, охлаждаются значительно быстрее, чем задних, поскольку первые обдуваются встречным воздушным потоком лучше. По этой же причине для трехосных автомобилей темп охлаждения тормозных механизмов промежуточного моста чуть

Таблица 2

Категория автомобиля	Темп охлаждения при неподвижном автомобиле (m_o), мс^{-1}		Коэффициент k_{vi} вентиляции, мм^{-1}	
	переднего моста (оси)	заднего моста (оси)	переднего моста (оси)	заднего моста (оси)
M_1, N_1	1,0—1,4	0,9—1,2	0,09—0,14	0,025—0,12
$M_{2,3}; N_{2,3}$	0,7—1,1	0,5—0,8	0,05—0,10	0,020—0,06
O_{2-4}	0,6—0,8		0,03—0,07	

больше (если данный показатель для переднего моста принять за 100 %, то у заднего он составляет 30—35, а у промежуточного — 45—50 %). Главенствующим в данном случае являются эффекты вращения колес и встречного потока на протекание процесса охлаждения тормозных механизмов.

На характеристику процесса охлаждения тормозных механизмов оказывает влияние масса и температурное состояние соприкасающихся с ним узлов автомобиля (бортовые редукторы, картеры ведущих мостов, колеса с шинами и др.). В частности, темп охлаждения тормозных механизмов ведущих мостов с бортовыми редукторами — самый низкий из возможных. Например, для неподвижного автомобиля он (m_{oi}) составляет $0,58 \text{ мс}^{-1}$, а с ростом скорости движения увеличивается в 1,3—1,8 раза медленнее темпа охлаждения тормозных механизмов мостов без бортовых редукторов. Потому что есть тепловой поток, создаваемый за счет работы трения в бортовом редукторе.

В общем, если пренебречь незначительным влиянием некоторых конструктивных факторов (форма тормозного диска, различия в материалах, зазор между ободом колеса и наружной поверхностью барабана или диска) на процесс охлаждения тормозных механизмов, то можно, как это сделано в НИЦИАМТе, работать с обобщенным конструктивным параметром, который представляет собой отношение площади F'_{τ_i} поверхности тормозного механизма, эффективно участвующей в охлаждении, к произведению массы G'_{τ_i} обечайки тормозных барабана или диска на удельную теплоемкость материала к общей массе G_{τ_i} тормозных колодок. Установлено: данное отношение для тормозных механизмов автомобилей категорий M_1 и N_1 составляет $0,040—0,085 \text{ (м}^2\text{К)/кДж}$, а для автомобилей, автобусов и прицепов категорий O_3 и O_4 — $0,020—0,040 \text{ (м}^2\text{К)/кДж}$. И чем больше величина рассматриваемого конструктивного параметра, тем выше может быть темп охлаждения.

Таким образом, процесс охлаждения тормозного механизма в НИЦИАМТе характеризуют обобщенным конструктивным параметром и величиной темпа охлаждения, связь между которыми можно определить по номограмме, приведенной на рис. 2.

Учитывая составляющие величины показателя η , естественно, возникает предложение: нужно увеличивать поверхность охлаждения проектируемого тормоза. Однако, к сожалению, реализовать ее, как правило, очень трудно: габаритные размеры и массу тормозного диска или барабана ограничивает "строительный" объем колеса.

Решение задачи осложняется и тем, что значительную долю в нестабильность показателей эффективности действия тормозных механизмов при их испытаниях вносит обязательность процедуры испытаний (в том числе соблюдение водителями режимов испытаний — начальной скорости торможения, усилия и темпа нажатия на тормозную педаль, нагрева тормозов, а также факторы, влияющие на коэффициент тре-

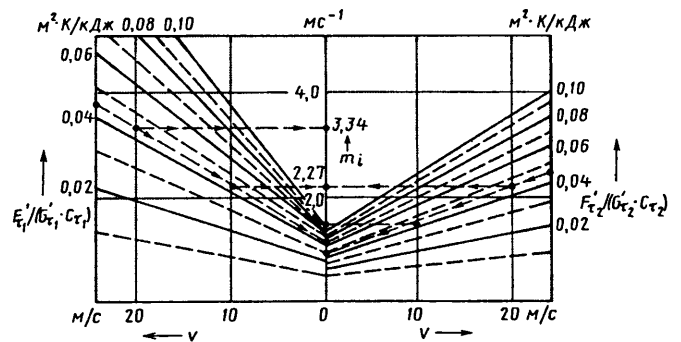


Рис. 2

ния фрикционной пары тормоза, — нагрузка, скорости относительного перемещения элементов фрикционной пары, шероховатость поверхностей, природа трущихся тел и т. д.). Например, доказано, что коэффициент трения фрикционного материала накладки в значительной степени зависит от температуры: соответствующая кривая может падать в интервале температур $473—543 \text{ К}$ ($200—270 \text{ }^\circ\text{C}$), а затем идти практически горизонтально или вверх. То есть очевидно, что уже на стадии проектирования в конструкцию тормозного узла закладывается отклонение его контролируемых свойств от их начальных, заданных ТУ параметров. И это надо воспринимать как неизбежность. Поэтому одним из резервов повышения эффективности процесса торможения следует считать выбор фрикционных пар тормозных механизмов с учетом их наиболее вероятной энергетической нагруженности. И она, как показали исследования отечественных и зарубежных автомобилей, на нормативных режимах испытаний для дисковых тормозных механизмов равна 713 К ($440 \text{ }^\circ\text{C}$), а для барабанных — $473—653 \text{ К}$ ($200—380 \text{ }^\circ\text{C}$).

Причем температурные режимы тормозных механизмов передних, промежуточных и задних мостов существенно отличаются, что оказывает влияние на протекание процесса распределения суммарной тормозной силы, ухудшая динамику торможения автомобиля (устойчивость при торможении).

Чтобы помочь конструктору обеспечить равную нагруженность тормозных механизмов мостов автомобиля, в НИЦИАМТе разработали методику выбора характеристики фрикционного материала тормозных накладок, номограмма (рис. 3) которой состоит из трех квадрантов.

В первом из них приведены удельные нормативные энергетические нагруженности автомобильных тормозных механизмов согласно Правилам № 13 ЕЭК ООН: кривая 1 — нагрев II; кривая 2 — нагрев I, $i = 7 \%$, $s = 1700 \text{ м}$; кривая 3 — нагрев I, $i = 10 \%$, $s = 1000 \text{ м}$; кривая 6 — при циклическом торможении; кривая 4 — по стандарту ФРГ; кривая 5 — при циклическом торможении по стандарту России; кривая 7 — нагрев I по стандарту № 105 США; кривая 8 — нагрев II по стандарту № 105 США; кривая 9 — при циклическом торможении по стандарту № 135 США; кривая 10 — нагрев II по стандарту № 121 США.

В квадранте II даны различные значения конструктивного параметра интенсивности охлаждения, вели-

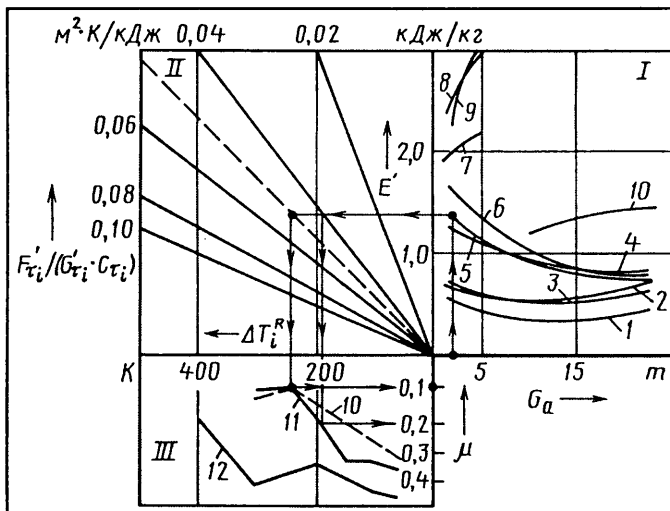


Рис. 3

чины повышения температуры тормозного механизма, а также значения E' за время нагрева в соответствии с требованиями различных стандартов.

В квадранте III приведены зависимости коэффициента μ трения фрикционного материала от температуры. Он позволяет на стадии проектирования оценить изменения величин μ отдельно для каждого тормозного механизма, и если эта разница более 15 %, необходимо выполнить соответствующую корректировку.

Нельзя не напомнить (подробнее см. "АП", 2005, № 3) и еще об одном элементе нестабильности, также "спланированном" конструкторами автомобиля, комплектующих и рабочих жидкостей. В частности о сниженной параметрической надежности гидравлических тормозных систем в случае попадания в них даже не-

большого количества влаги. При проектировании тормозных систем решения здесь очевидны: снижение температурной нагруженности как тормозного узла, так и применяемых в нем тормозных жидкостей за счет улучшения вентиляции тормозных механизмов встречным потоком воздуха, регламентации допустимого уровня износа тормозных накладок и т. п. При этом следует помнить, что экспериментальная проверка таких конструктивных мероприятий и изменений эксплуатационных условий сложна и небезопасна. Например, движение легковых автомобилей на горных скоростных спусках повышает температуру тормозных механизмов до 1023 К (750 °С), тогда как в условиях городской езды — только до 573 К (300 °С).

Использование рассмотренной выше методики, в том числе номограммы, вполне себя оправдало. Например, экспериментально-расчетная оценка эффективности действия гидравлического тормозного привода автомобилей ЗАЗ-1102, ВАЗ-2109, ГАЗ-3102, "Москвич-2141", РАФ-2203 показала, что запас безотказной работы их гидравлических тормозных приводов — не менее 50—80 К. Установлены зоны "провала" тормозной педали и полного отказа тормозного привода, границы выделения пузырьков воздуха из тормозной жидкости и нижней точки ее кипения. Все это накладывает определенные и очевидные условия на работу как конструкторов, так и испытателей, и эксплуатационников.

Таким образом, разработанные в НИЦИАМТе методики позволяют оценить уровень надежности АТС, закладываемый при конструировании (на стадии проектирования) и, особенно, в производстве. То есть решить главную задачу — оценить, насколько АТС соответствует требованиям безопасности.

УДК 621.794.61.002.51/.52

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Канд. техн. наук Б.В. ШАНДРОВ, д-р техн. наук **В.М. СМЕЛЯНСКИЙ**, канд. физ.-мат. наук Е.М. МОРОЗОВ, А.В. ЖУКОВСКИЙ

МГТУ "МАМИ"

Микродуговое (микроплазменное) оксидирование (МДО) — один из наиболее эффективных методов упрочнения поверхности деталей сложной формы. Однако широкого распространения в промышленности оно, к сожалению, пока так и не получило. Этому препятствуют не только сложность и недостаточная изученность сопутствующих ему физико-химических процессов, но и отсутствие типового, серийно выпускаемого промышленного технологического оборудования. И прежде всего — источников технологиче-

ского тока. Более того, до сих пор среди специалистов идут споры на тему, какому напряжению следует отдать предпочтение: постоянному или переменному. Дело в том, что качество покрытий, получаемых на переменном напряжении и сериях чередующихся разнополярных импульсов, при прочих равных условиях оказывается выше, чем на положительном постоянном напряжении или однополярных положительных импульсах. Но скорость формирования покрытия в первом случае ниже, чем во втором, так как отрица-

тельная составляющая напряжения не формирует, а, наоборот, растрывает покрытие. Поэтому технологичности приходится тратить много сил и времени, чтобы подобрать режим обработки, приемлемый как с точки зрения качества покрытий, так и производительности. Кроме того, когда даже среди исследователей идет речь о выборе технологического оборудования, все понимают, что оно должно быть адаптировано к условиям промышленности, т. е. быть экономичным, надежным, по возможности дешевым, экологичным, способным встраиваться в автоматические поточные линии и работать от заводской электросети.

Специалисты МГТУ "МАМИ", занимающиеся данной проблемой, исходят из того, что все промышленные предприятия "питаются" от трехфазной сети 380 В (50 Гц). Следовательно, создаваемые на ее осно-

ве источники постоянного тока, хотим мы того или нет, обязательно должны включать управляемый или неуправляемый выпрямитель, а если оксидирование вести на однополярных положительных импульсах с частотой, отличающейся от 50 Гц, то не обойтись и без преобразователя выпрямленного напряжения в серию импульсов.

Все это ведет к дополнительным затратам энергии сети на процесс преобразования питающего напряжения в рабочее и удорожает оборудование. Поэтому более заманчиво использовать питающую сеть "напрямую", т. е. проводить оксидирование на синусоидальном напряжении с частотой 50 Гц, не преобразуя его в постоянное или импульсное на другой частоте.

Правда, чтобы организовать процесс оксидирования, напряжение сети в любом случае нужно снижать. Но здесь проблем нет: уже разработано несколько вариантов источников, работающих на переменном напряжении промышленной частоты, которые условно можно разделить на две группы: трансформаторные, где в качестве элемента регулирования напряжения используется трансформатор, и конденсаторные, в которых эту функцию выполняет конденсаторная батарея. Причем с точки зрения габаритных размеров, экономичности, экологии (малый уровень вибрации и шумов), универсальности (наличие в составе только серийно выпускаемых элементов) преимущество, безусловно, на стороне конденсаторных источников. Что же касается главного их недостатка, неизолированности выхода от питающей сети, то он легко устраняется конструктивным путем.

Все перечисленные выше соображения определили направление работ лаборатории упрочняющих технологий МГТУ "МАМИ", когда ей поручили создать промышленный источник технологического тока для МДО. В результате на основе конденсаторов был разработан источник, схема которого приведена на рис. 1.

Главный его элемент, как видно из рисунка, — конденсаторная батарея 3, емкость которой можно регулировать, меняя число включенных конденсаторов. Батарея соединена одним своим полюсом с фазой А сети, а вторым — через тоководущую

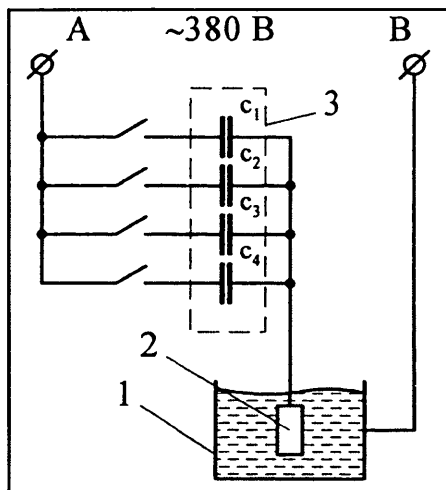


Рис. 1

шину с оксидируемой деталью 2. Вторая фаза (В) подается непосредственно на ванну 1. То есть ванна в течение всего процесса находится под напряжением. Значит, должны быть приняты меры, обеспечивающие электробезопасность обслуживающего персонала.

Параллельно с разработкой источника тока специалисты МГТУ "МАМИ" исследовали и возможности оптимизации технологии МДО.

Известно, например, что МДО-процесс зависит от материалов, на которых он идет. В частности, то, что на материалах с высоким содержанием кремния (силумины), которые чаще всего используются при литье, искрение всегда начинается на участках поверхности с максимальной кривизной, т. е. там, где есть максимальные градиенты электрического поля. Из-за этого покрытие получается неоднородным как по толщине, так и по свойствам, имеет градиенты механических напряжений, которые, в свою очередь, могут вызвать отслоения и сколы, а также инициировать появление очагов дуговых разрядов, прожигающих покрытие до основы.

Исследованиями структуры покрытия удалось установить: все дело в том, что на начальной (доискровой) стадии на поверхности детали формируется тонкая оксидная пленка, обладающая полупроводниковыми свойствами. Именно ее электрической пробой инициирует искровой процесс, нужный для оксидирования. Но в случае, скажем, тех же силуминов, пленки не получается. Отсюда вывод: если на поверхность

детали каким-либо из уже существующих методов (например, анодированием) заранее нанести оксидную пленку, процесс МДО должен начинаться легче и распространяться по всей поверхности детали равномерно. При этом покрытие получится однородным по толщине и свойствам, а вероятность развития дуговых пробоев будет значительно меньше.

Эксперименты полностью подтвердили правильность данного вывода. Поэтому стадию подготовки поверхности детали к оксидированию решили включить в технологический процесс, а в функциональную схему источника технологического тока — соответствующий узел.

Далее. Процесс микродугового оксидирования — длительный (до 60 ч) и энергоемкий. Поэтому возникла идея его интенсификации. В частности, увеличить общепринятую плотность рабочего тока, равную 10 А/Дм², до 50 и даже 100—150 А/Дм².

Результаты экспериментов показали, что в таких случаях продолжительность процесса оксидирования, действительно, сокращается соответственно до 20—30 и 5—10 мин. Однако получить высокое качество покрытий удастся только при изменении степени асимметрии (соотношение анодной и катодной составляющих) рабочего напряжения на детали. (Кстати, термин "асимметрия" в определенной степени условен. Дело в том, что сама по себе асимметрия рабочего тока существует в любом случае, она обусловлена нелинейным характером нагрузки, так как формируемое на поверхности детали покрытие обладает вентиляльными свойствами, т. е. различной проводимостью на отрицательной и положительной полуволнах приложенного напряжения. Так что в данном случае речь идет о дополнительном вкладе в "естественную" асимметрию, осуществляемом принудительно каким-либо внешним узлом оборудования.)

Такого рода устройства есть. Но большинство из них, к сожалению, маломощны и несовершенны. Поэтому без экспериментальной проверки включать их в разрабатываемую установку в качестве функционального узла вряд ли имеет смысл. Однако, как показал анализ науч-

но-технической и патентной информации, "претендентами" для использования в промышленной установке могут быть как минимум два, предложенные А.П. Ефремовым (а. с. № 1504292) и Г.А. Марковым (а. с. № 1389818).

Первое (А.П. Ефремова) устройство (рис. 2) работает следующим образом. В ванне с электролитом одновременно оксидируются две детали. Но режимы их обработки разные: в одном преобладает положительная составляющая (анодно-катодный режим), во втором — отрицательная (катодно-анодный режим). Перераспределяются эти составляющие с помощью цепочки вентилей D_1 и D_2 , включенных между оксидируемыми деталями и конденсаторными батареями C_1 , C_2 и C_3 , а изменение соотношения анодной и катодной составляющих — изменением соотношения емкостей батарей C_1 и C_3 . Батарея же C_2 , которую можно отключать и подключать с помощью прерывателя "Пр", задает режим оксидирования при циклировании.

Такова идея схемы. Однако при ее проверке на действующем макете установлено, что данной схеме присущи, по крайней мере, два недостатка.

Во-первых, обеспечиваемая ею степень изменения соотношения анодной и катодной составляющих даже при значительном изменении соотношения емкостей батарей C_1 и C_2 незначительна, т. е. невелик диапазон регулирования. Видимо, автор в расчетах не учел то, что электролит, по сути, работает как шунт, подключенный параллельно вентилям D_1 и D_2 . Что и сводит практически на нет эффект перераспределения составляющих напряжения.

Во-вторых, устройство предусматривает одновременное оксидирование двух (или двух партий) деталей, близких по площади поверхностей и, желательно, изготовленных из одного и того же материала. Что не так-то просто обеспечить.

Блок-схема устройства, предложенного Г.А. Марковым, показана на рис. 3. Она, как видим, состоит из двух контуров. Первый из них — рабочий: он включает оксидируемую деталь в цепь конденсаторной батареи C_1 и находится под рабочим напряжением. Второй — регули-

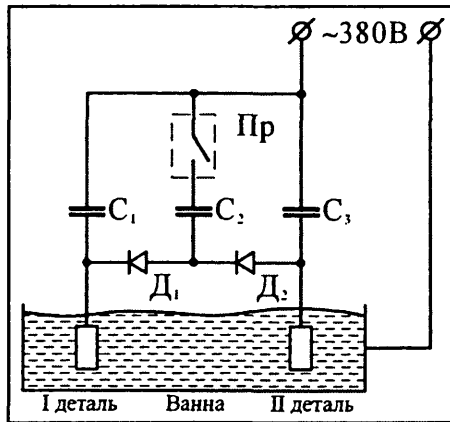


Рис. 2

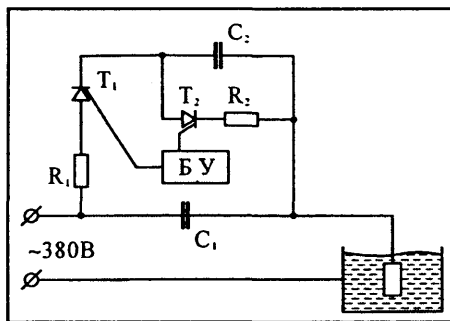


Рис. 3

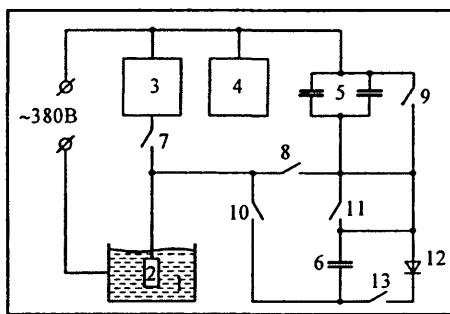


Рис. 4

рующий: он запараллелен с конденсаторной батареей C_1 , предназначен для изменения соотношения анодной и катодной составляющих в рабочем контуре и состоит из конденсаторной батареи C_2 , которая заряжается и разряжается через тиристоры T_1 и T_2 , запускаемые блоком управления (БУ), зарядного резистора R_1 и разрядного балластного сопротивления R_2 .

Таким образом, во время работы часть анодной или катодной составляющей напряжения из рабочего контура отводится в регулирующий контур, а оставшаяся часть участвует в процессе оксидирования. Все это повторяется автоматически с частотой питающей сети.

Глубина регулирования, которая может быть обеспечена таким устройством, зависит от соотношения емкостей батарей C_1 и C_2 , а также от времени (угла) "зажигания" тиристоров T_1 и T_2 . Но не зависит от проводимости электролита. Однако данная схема уступает первой с точки зрения экономичности.

Действительно, та часть мощности, которая отводится от питающей сети в регулирующий контур, рассеивается на балластном сопротивлении R_2 и никак не используется в самом процессе оксидирования, что в условиях массового промышленного производства крайне нежелательно.

В связи со всем перечисленным специалистам МГТУ "МАМИ" пришлось заняться разработкой собственного устройства регулирования степени асимметрии. В итоге получилось устройство (пат. № 2224828, РФ), блок-схема которого приведена на рис. 4.

Устройство работает следующим образом.

В ванну 1 с электролитом, на которую подано напряжение 380 В (50 Гц) с одной из клемм трехфазной сети, а ко второй клемме подключен формирователь 3 напряжений электрохимического травления и нанесения тонкой оксидной пленки в доискровом режиме, погружена деталь 2. Блок 4 задает режим и определяет время подключения к оксидируемой детали узлов источника. Сначала подключает блок 3, с которого в течение 1 мин подается напряжение электрохимического травления (переменное или отрицательные однополярные импульсы амплитудой ~20—30 В), затем отключает напряжение травления, в течение 1 мин подает напряжение доискрового оксидирования (положительные однонаправленные импульсы с амплитудой до 50 В) и после завершения подготовительной стадии (подготовки поверхности детали к оксидированию) отключает блок 3.

Начинается основная стадия, в ходе которой блок 4 прежде всего подключает конденсаторную батарею 5. При этом переменное напряжение и величина тока, требуемые по технологии, регулируются числом конденсаторов, подключаемых вручную параллельно в цепь батареи 5. (Направление и ток с увели-

чением числа включенных конденсаторов возрастают.)

При необходимости реализовать асимметричный режим (со смещенной анодной или катодной составляющей рабочего напряжения) последовательно с конденсаторной батареей 5 включается нелинейная электрическая цепь, состоящая из конденсаторной батареи 6 и электрического вентиля 12, включенных параллельно. Сопротивление данной цепи для положительной и отрицательной полуволн рабочего напряжения различно. Так, если на вход цепи воздействует положительная полуволна, то она (полуволна) проходит на оксидируемую деталь напрямую, поскольку сопротивление вентиля в прямом (проводящем) направлении мало. Если же полуволна отрицательная, то она проходит через конденсаторную батарею, так как вентиль в обратном (непроводящем) направлении закрыт. Величина тока при этом определяется реактивным сопротивлением конденсаторной батареи. Это означает, что в первом преобладает анодная (положительная) составляющая, а во втором — катодная.

Изменением числа конденсаторов в батарее 6 дополнительно регулируются величины рабочего тока и напряжения.

Пускатели 7, 8, 9, 10, 11 и 13, задающие последовательность работы блоков и узлов источника, также включают и отключают блок управления 4. И когда источником задается симметричный режим (точнее, режим "естественной" асимметрии), пускатели 7 и 8 разомкнуты, 9, 10, 11

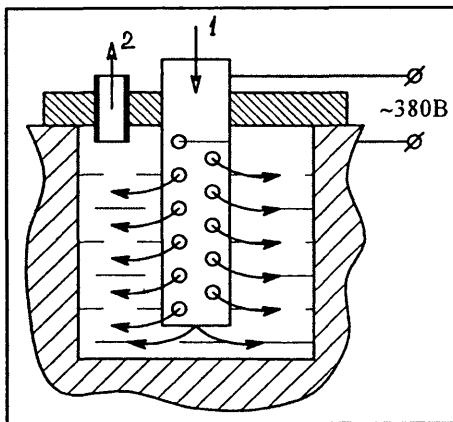


Рис. 5

и 13 замкнуты. Пускатели, с помощью которых изменяется полярность вентиля 12 и емкости батарей 5 и 6, на рисунке, чтобы его не загромождать, не показаны.

Опыт эксплуатации созданного в МГТУ "МАМИ" источника технологического тока для МДО подтвердил, что он вполне может служить прообразом промышленного устройства и использоваться для реализации процесса МДО как автономно, так и в технологической цепочке с прочим оборудованием.

Параллельно с разработкой источника технологического тока в МГТУ "МАМИ" вели исследования технологии и механизма процессов, лежащих в основе МДО. То есть исследования, имеющие чисто прикладное значение. В их числе — технологический процесс оксидирования алюминиевых сплавов с высоким (до 25 %) содержанием кремния; повышение антикоррозионных свойств МДО-покрытий и т. д. В ходе таких

исследований оказалось, что за счет нестандартных рецептур электролита и специальной подготовки поверхности изделия, выполненного из материалов с большим содержанием кремния, можно подобрать оксидирование в циклическом режиме. Но — подбирая значения асимметрии рабочего напряжения, а для повышения антикоррозионных свойств покрытий на таких деталях можно всегда подобрать варианты пропитки покрытий, сформированных на различных режимах МДО-процесса. Например, различные органические фторполимерные лаки, образующие стойкую беспористую пленку.

Что же касается технологии МДО внутренних полостей деталей в проточном электролите, то здесь стандартная технология, базирующаяся на погружении оксидируемой детали в ванну с электролитом, годится для обработки лишь внешних поверхностей, поскольку во внутренние полости электрическое поле просто не проникает. Следовательно, в них отсутствуют условия для развития микродугового процесса.

Разработанная технология решает обе эти проблемы. Ее суть иллюстрирует рис. 5: внутренняя поверхность оксидируемой детали омывается электролитом, который подается через трубку 1 с отверстиями, изготовленную из нержавеющей стали. Данная трубка одновременно выполняет и роль электрода, соединенного с выходом источника технологического тока.

Второй выход источника подан на деталь, благодаря чему внутри последней создается электрическое поле.

Электролит по центральной трубке 1 нагнетается в зону оксидирования насосом, а выходит из нее через отводную трубку 2 и направляется в бак, охлаждаемый проточной водой. В результате электролит в зоне оксидирования непрерывно перемещается (обновляется). Скорость его прокачки регулируется дроссельной заслонкой.

Установка прошла апробирование в процессе оксидирования внутренней поверхности гильз ДВС, а также внутренней поверхности цилиндров в блоках двигателей, отлитых из алюминиевых сплавов. И доказала полное свое соответствие требованиям производства.

Технические характеристики источника технологического тока, разработанного в МГТУ "МАМИ"

Амплитуда рабочего напряжения на выходе, В	до 500
Рабочий ток, А	до 200
Регулирование рабочих напряжения и тока	ступенчатое, изменением числа включенных конденсаторов
Общие режимы работы:	
на предварительных стадиях МДО	полуавтоматический
на основных стадиях	коммутацией вручную
Режимы работы на основной стадии	симметричный (естественная асимметрия) и асимметричный (принудительная асимметрия)
Пределы регулирования асимметрии	отношения амплитуды положительной полуволны к амплитуде отрицательной полуволны — 1, 5-5
Питающее напряжение	промышленная трехфазная сеть 380 В (50 Гц)
Общая емкость конденсаторных батарей, мкФ	2000
Охлаждение источника технологического тока	естественное
Режим работы в эксплуатации	круглосуточный с перерывом для обслуживающего персонала
Шумы и вибрации, вредные для обслуживающего персонала	нет

КЛЕИ В ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА АТС

Д-р техн. наук Г.В. МАЛЫШЕВА

МГТУ имени Н.Э. Баумана

Длительный опыт использования клеевых материалов при восстановлении автомобильной техники, в том числе и в полевых условиях, показал: склеивание — самый универсальный из методов ее восстановления. Во-первых, оно, по сравнению с такими традиционными методами, как сварка, электролитическое наращивание, металлизация и др., гораздо проще с технологической точки зрения. В частности, позволяет выполнять ремонтные работы специалистам средней квалификации и не требует какого-либо специального оборудования. Во-вторых, склеивание — процесс предельно экономичный: он неэнергоемок, высокопроизводителен, поскольку во многих случаях не требует разборки восстанавливаемых узлов и агрегатов.

Тот же опыт утверждает, что клеи особенно эффективны при ремонте корпусных деталей — устранении нарушений их геометрических размеров, повреждений элементов несущих каркасов, сквозных коррозионных повреждений, пробоин, трещин и т. п. Причем клеевые соединения обеспечивают, как правило, деталям гораздо бóльшую долговечность и коррозионную стойкость, чем клепаные и сварные швы. Что же касается герметичности соединений, то здесь клеям, как говорится, конкурентов нет. Тем более, что они способны соединять между собой разнородные материалы.

Несколько слов о главном преимуществе клеев: например, для ликвидации пробоин и трещин их достаточно заполнить клеем или наложить на них предварительно намазанную им накладку, которая в зависимости от размеров дефектов и условий эксплуатации поврежденной детали может быть металлической или из стеклоткани. И никаких других технологических "ухищрений" не нужно.

Конечно, склеивание, как и любой другой метод восстановления деталей, имеет и свои недостатки. И основной из них — отсутствие универсального, пригодного на все случаи жизни, клеевого материала, при помощи которого можно было бы решить "набор" проблем, возникающих при ремонте АТС. Однако данный недостаток устраняется уже тем, что в настоящее время промышленность наладила выпуск очень широкой гаммы клеев. Поэтому задача технолога-ремонтника сводится к грамотному выбору марки клея. Например, он должен знать, что для устранения наиболее распространенных повреждений деталей кузова легкового автомобиля (трещин, пробоин и коррозионных раковин) лучше всего подходят клеи холодного отверждения, изготовленные на основе эпоксидных смол. Потому что они обладают высокими смачивающей способностью по отношению к большому числу материалов, когезионной и адгезионной прочностью, превосходящей прочность склеиваемых материалов; не выделяют "летучие" продукты в процессе отверждения, что позволяет склеивать поверхности значительной площади без давления при отверждении (при использовании других клеев, например, фенолоформальдегидных, необходимы дренажные отверстия для

удаления выделяющихся при отверждении таких продуктов); дают гораздо меньшую, чем полиэфирные, акриловые и фенольно-формальдегидные клеи, усадку; обладают более низкой, чем термопластичные клеи, ползучестью; их прочность практически не зависит от толщины клеевого шва, тогда как, скажем, увеличение толщины слоя акрилатного клея с 0,05 до 0,15 мм снижает ее в 2,5 раза и более. Очень важно и то, что свойства эпоксидных клеевых швов сохраняются и при длительном воздействии агрессивных сред. Наконец, разнообразие эпоксидных смол и отверждающих реагентов позволяет получить после отверждения материалы с широким сочетанием свойств.

Более чем десятилетний опыт автора по выполнению ремонтных работ колесных и гусеничных машин показал: наиболее универсальными из всех выпускаемых отечественными предприятиями материалов следует считать клеи "Лео", "Полирем", "Маком", "Десан", К-153, К-300, К-300-61 и К-400. Именно они отличаются высокими адгезионными прочностью, вибро- и ударопрочностью, стойкостью к длительному воздействию воды, минеральных масел и топлив. То есть их можно (и нужно) использовать для устранения трещин и пробоин (в том числе и аварийных повреждений), ликвидации протечек в корпусных деталях, кавитационных, коррозионных и эрозионных раковин и свищей; крепления пробок, втулок, шпилек, заклепок, концентрических соединений и валов, каркасных (рамных) конструкций; при создании соединений типа "вал—ротатор" (детали электродвигателей, коробок передач, подшипники); герметизации различных соединений (стыков труб, швов металлических канистр, всякого рода коробок, топливных баков) и крышек. И даже в качестве антикоррозионных покрытий для металлических и железобетонных резервуаров, трубопроводов и оборудования, контактирующего с агрессивными средами, в том числе с концентрированными растворами кислот и щелочей.

Наибольшее распространение данные эпоксидные клеевые материалы уже нашли, как показывает анализ статистических данных, при ликвидации пор, трещин, пробоин, отколов, вмятин на различных изделиях, восстановлении герметичности неподвижных сопряжений и посадочных мест под подшипники.

По своим технологическим и прочностным характеристикам эпоксидные клеи близки между собой, поэтому во многом взаимозаменяемы (табл. 1 и 2). Однако по стоимости они могут различаться в 2 раза и более. Есть у них и другие отличия. Скажем, по удобству расфасовки (клей марки "Полимер-паста" промышленно выпускается в таре от 25 г до 100 кг), информативности этикеток (например, на таре для клеев "Десан" и "Полирем" есть подробная инструкция), технологичности (к примеру, в комплект клея "Полимер-паста" входит средство для удаления ржавчины, "шкурка" и растворитель для очистки поврежденных поверхностей, стеклоткань и шпатель, а к клею "Десан" прилагаются стеклоткань и шпатель). Но в целом нужно отметить, что наиболее технологичным считается (и не без оснований) клей "Полирем": он, по сравнению с другими клеящими материалами, не требует предварительного взвешивания компонентов, так как выпускается в виде одной упаковки.

Таблица 1

Марка, стандарт	Число компонентов	Технология склеивания			Жизнеспособность, ч, при 288-308 К (15-35)°С	Срок хранения компонентов, мес.	Интервал рабочих температур, К (°С)	Назначение
		температура, К (°С)	время, ч	давление, МПа				
"Десан-Супер", "Десан-Термо" ТУ 06-05-05278121-003-94	2	288-308 (15-35)	24	Контактное	0,5	12	88-573 (-185 ÷ +300)	Для ликвидации крупных трещин и раковин, склеивания металлов и неметаллических материалов
К-153 ТУ 2225-509-00203521-94	3	288-308 (15-35)	24	0,08-0,2	1,5	12	77-333 (-196 ÷ +60) 373 (100) не менее 500 ч	Для ликвидации трещин и раковин, склеивания сталей, алюминиевых, титановых и магниевых сплавов, углепластиков, асбо- и стеклотекстолитов, пенопластов, графита, прессматериалов, химически обработанных фторопласта-4, полиэтилена, полипропилена, вулканизированных резин, содержащих до 30 масс.ч. пластификатора, выполнения комбинированных клея-механических соединений
К-300 (термостойкий вакуумплотный) ОСТ В 6-05-5100-96		293-298 (20-25)	24-30	0,05	1	12	213-573 (-60 ÷ +300)	Для ликвидации трещин и раковин, герметичного склеивания сталей, алюминиевых и титановых сплавов, латуни, асбо- и стеклопластиков, керамики, пенопластов, графита, теплоизоляционных материалов, выполнения комбинированных клея-механических соединений
К-300-61 ОСТ 92-0948-74 ОСТ 92-0949-74		288-308 (15-35)	24	0,05-0,1	1	12	77-523 (-196 ÷ +250) кратковременно 573 (+300)	Для ликвидации трещин и раковин, выполнения комбинированных клея-механических соединений
К-400 ОСТ В 6-05-5100-96			48	0,05-0,2			213-573 (-60 ÷ +300) кратковременно 623 (+350)	Для ликвидации трещин и раковин, выполнения комбинированных клея-механических соединений, склеивания металлов, асбо- и стеклотекстолита, пенокерамики, графита, химически обработанного фторопласта
"ЛЕО-антифрикционный" ТУ 2257-002-48460567-00	2	288-308 (15-35)	24	Контактное	0,75	12	153-473 (-120 ÷ +200)	Для восстановления резьб и изношенных посадочных мест
"ЛЕО-Керамика" ТУ 2257-002-48460567-00					0,4-0,75	12		
"ЛЕО-Сталь" ТУ 2257-002-48460567-00					0,4-0,75	12		
"ЛЕО-Сталь-Керамика" ТУ 2257-002-48460567-00					0,4-0,75	12		
"ЛЕО-Г" ТУ 2257-002-48460567-00					0,3	12		
"Маком-Г" ТУ 2252-335-07500935-2002					0,75	6	123-473 (-150 ÷ +200)	
"Полирем-паста" ТУ 225261-001-51049574-99				0-0,1	5-6	12	213-423 (-60 ÷ +150)	Для восстановления резьб, изношенных посадочных мест, ликвидации крупных раковин и трещин
"Полирем-пластлин" ТУ 225261-001-51049574-01	1		3	0-0,1	0,4-0,5	12		

Марка клея	Склеиваемые материалы	Разрушающее напряжение, МПа, при сдвиге, при температуре К (°С)			Разрушающее напряжение, МПа, при отрыве, при температуре К (°С)			Стойкость клевого соединения к воздействию	Предел прочности, МПа, при			Коэффициент (λ), теплопроводности, Вт/мК	Удельное объемное сопротивление (ρ_v), Ом·м, при частоте 10^6 Гц	Тангенс угла (δ) диэлектрических потерь	Диэлектрическая проницаемость (ϵ)
		293 (20)	423 (150)	473 (200)	293 (20)	423 (150)	473 (200)		сжатия	растяжения	изгибе				
"Десан-Сулер"	Сталь 30ХГСА + Сталь 30ХГСА	30	—	—	32	—	—	Атмосферных факторов, топлива, масел. Потери массы при выдержке в течение 60 дней для: 20 % HCl — 13,6 %; 50 % H ₂ SO ₄ — 0,7 %; 40 % NaOH — 0,09 %; 45 % Al ₂ (SO ₄) — 0,6 %	25	100	50	—	$7,8 \cdot 10^{12}$	0,01	4,2
"Десан-Термо"	Сталь 30ХГСА + Сталь 30ХГСА	12	—	—	15	—	—	Атмосферных факторов, топлива, масел. Потери массы при выдержке в течение 60 дней для: 20 % HCl — 13,3 %; 50 % H ₂ SO ₄ — 0,6 %; 40 % NaOH — 0,08 %; 45 % Al ₂ (SO ₄) — 0,6 %	25	100	50	—	$8 \cdot 10^{12}$	0,012	5,4
К-153	Сталь 25 + Сталь 25 АМг6 + АТ-1 АМг6 + АМг6 Д16 + Д16 Дюралюминий + Дюралюминий	15 5,3 12,0	4,0 1,7 3,0	—	—	—	—	Атмосферных факторов, топлива, минеральных масел, ацетона	—	—	—	—	10 ¹³	0,05	—
К-300	Сталь 30ХГСН + Сталь 30ХГСН	9	—	1,5	20	—	—	То же	—	—	—	—	—	—	—
К-300-61	Сталь 1Х16Н4Б + Сталь Х18Н10Т Сталь 25 + Сталь 25 АМг6 + АМг6 АМг6Т + АМг6Т	10,4 12 11,8	— — —	— 2,0 1,3	— — 22,0	— — —	— — —	После ускоренного старения при 98 % влажности при 313 К (40 °С) в течение 56 суток: ρ_v (при 293 К, 20 °С) = $5 \cdot 10^{11}$; $tg\delta = 0,042$; $\epsilon = 7,4$; $E_{пр} = 10$	—	—	—	—	$8,0 \cdot 10^{13}$	0,02	5,6
	Сталь 45 + Сталь 45	—	—	—	20	—	—		—	—	—	—	—	—	—

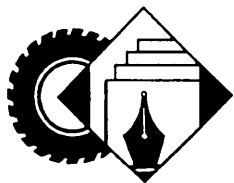
К-400	Сталь 25 + Сталь 25 АМг6 + АТ-1В	18,0 5,9	—	2,5 0,4	17,0	—	—	—	—	—	—	—	0,017	4,2	4,2 · 10 ¹² (при 298 К, или 25 °С); 1,4 · 10 ⁹ (при 373 К, или 100 °С)	
	Д16 + Д16	9,8	—	1,5 (при 573 К, или 300 °С)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Сталь 30ХГСА + Сталь 30ХГСА	19	—	0,4 (при 673 К, или 400 °С)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—
"ЛЕО-ан- тифрикци- онный"	Сталь 30ХГСА + Сталь 30ХГСА Д16 + Д16	38 35	—	—	41 39	—	—	—	—	—	145	61	60	—	—	
	Сталь 30ХГСА + Сталь 30ХГСА Д16 + Д16	40 38	—	—	43 42	—	—	—	—	—	178	78	70	—	—	
"Лео- сталь"	Сталь 30ХГСА + Сталь 30ХГСА Д16 + Д16	44 40	—	—	45 44	—	—	—	—	—	175	80	74	—	—	
	Сталь 30ХГСА + Сталь 30ХГСА Д16 + Д16	45 44	—	—	47 45	—	—	—	—	—	190	80	75	—	—	
"ЛЕО-Г"	Сталь 30ХГСА + Сталь 30ХГСА Д16 + Д16	39 35	—	—	42 42	—	—	—	—	—	160	75	69	—	—	
	Сталь 25 + Сталь 25	16,4	2,3	—	25	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	
"Полигтерм- паста"	Сталь 40Х + Сталь 40Х	50	30	3,4	35	20	—	—	4	100	—	55	0,4—0,6	10 ¹³ (при 293 К, или 20 °С); 10 ¹⁰ (при 373 К, или 100 °С)	—	4,5—6
"Поли- рем-пла- стилин"	Сталь 40Х + Сталь 40Х	23	18	2,2	25	20	—	—	3,5	90	—	40	0,4—0,6	(5—10)10 ¹⁴ (при 293 К, или 20 °С); 10 ¹² (при 373 К, или 100 °С)	0,0025	3,5—5,5

И у других клеев есть свои достоинства. Например, клей "Полирем-паста" обладает наибольшей (до 6 ч) жизнеспособностью, т. е. может быть использован практически в течение всей рабочей смены; клей "Десан" относится к группе относительно низковязких композиций, поэтому его целесообразно применять совместно со стеклотканью, получая полимерные накладки на поврежденных трубопроводах, в том числе и трубопроводах высокого давления; композиции "Лео", наоборот, наиболее высоковязкие и их можно использовать без армирующих наполнителей из тканых материалов; клеи К-300, К-300-61 и К-400 отличаются высокой теплостойкостью, поэтому швы, выполненные на их основе, могут долго работать при температурах до 573 К (300 °С). То есть там, где, к примеру, клей "Десан" долго сохранять свои свойства не может. Наибольшей стойкостью к длительному воздействию криогенных температур обладают соединения, выполненные на клеях К-153 и К-300-61. (Заметим, что последний можно было бы считать самым универсальным, если бы не такой его недостаток, как высокое содержание летучих веществ, что связано с наличием в связующем низкомолекулярных хлорсиланов.)

Перечисленные выше клеевые материалы пригодны, естественно, не только для ремонтных работ, но и,

скажем, в основных производствах. Например, для склеивания металлов (алюминиевых и титановых сплавов, сталей), конструкционных стекло- и углепластиков между собой и в сочетаниях, пенопласта и сотовых трехслойных конструкций. С их помощью изготавливают топливные баки из полиэфирного стеклопластика, корпуса аккумуляторных батарей, инструменты промышленного и бытового назначения; крепят усиливающие элементы к тонкостенным деталям с целью повышения их жесткости; осуществляют сборку кузовных панелей и судостроительных конструкций; комплектуют пакеты пластин якорей электродвигателей и трансформаторов и многое другое. Кроме того, клеевые соединения успешно заменяют клепаные и операции пайки при изготовлении кузовов АТС.

Казалось бы, клеи — очередная революция в технологии производства машин, и за них должны буквально "уцепиться" технологические службы автозаводов. Но дело идет медленно. Видимо, сказываются не инженерные, а психологические барьеры. Мол, как же так: создали сложнейшие (и весьма дорогостоящие, кстати) сварочные производства и вдруг от них нужно отказаться. Но отказать придется: экономика заставит. Заставит и сама технология. Например, сварка оцинкованных сталей — процесс дорогой. Клеи же "равнодушны" к соединяемым с их помощью материалам.



ИНФОРМАЦИЯ

За рубежом



УДК 629.067

УСТРОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КОНТРОЛЯ СИСТЕМЫ "ПОДУШКИ БЕЗОПАСНОСТИ"

Канд. техн. наук С.П. СКВОРЦОВ

ОАО "Родник Софт"

Средств защиты водителя и пассажиров легковых автомобилей при ДТП много: энергопоглощающие элементы конструкции кузова, складывающаяся рулевая колонка, мягкая обивка панелей приборов, подголовники кресел, ремни безопасности и т. п. Однако практика доказала: наиболее эффективным инструментом пассивной безопасности все-таки остаются надувные подушки. Отсюда и повышенное внимание к ним. Например, в США действует норма: каждый легковой автомобиль должен быть оборудован такими подушками. Правда, в Европе законодательных норм пока нет. Но большинство фирм-производителей автомобильной техники подушками безопасности свою продукцию оснащают. Более того, непрерывно их совершенствуют. В качестве примера можно сослаться на фирму "Рено": данной проблемой занимаются ~600 ее специалистов, а на научно-исследовательские и конструкторские работы в данной области она ежегодно тратит до 100 млн евро.

Такое отношение вполне понятно и объяснимо. Подушки безопасности — средство, предназначенное для сохранения жизни человека в условиях ДТП любой тяжести, поэтому и должны срабатывать абсолютно надежно. Следовательно они, в принципе, не могут быть простым устройством, а представляют собой целую систему, состоящую из собственно подушки, пиротехнического устройства, нагревающего в нее газ, датчиков ускорений и блока управления, приводящего всю систему в действие. Естественно, специалисты постоянно совершенствуют все элементы данной системы. В частности, уже появились опытные образцы интеллектуальных систем, в которых используются не только датчики ускорений (перегрузок), но и датчики положения, массы, размеров водителя и пассажиров, силы натяжения ремней безопасности, а также двоянные пиротехнические устройства (нагнетатели, обеспечивающие ступенчатую подачу газа в подушки, что исключает травмы, не редкие при быстром их раздувании).

Ответственность предназначения и конструктивная сложность систем "подушки безопасности" заставляют столь же ответственно относиться к их контролю при производстве и в эксплуатации. В результате уже появились фирмы, активно работающие в данной области. Одна из наиболее известных — американская "Кейтли". Она разрабатывает и поставляет системы контроля для подушек безопасности, а также технологии применения таких систем на легковых автомобилях. Причем заложенные в них принципы предельно просты и понятны.

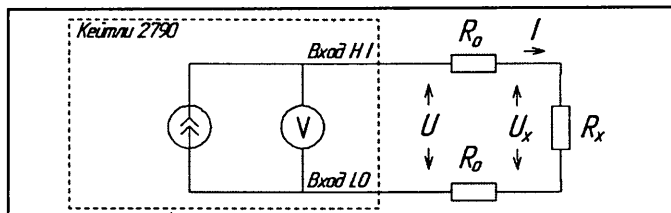


Рис. 1. Двухэлектродная система измерения сопротивлений тестируемых узлов системы "подушка безопасности"

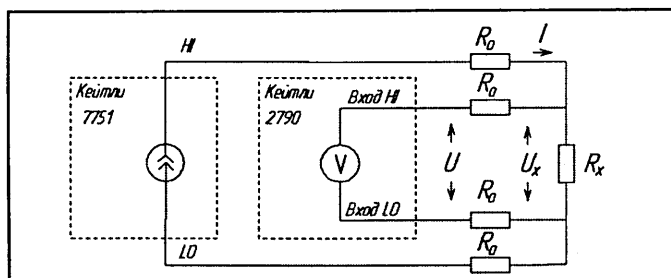


Рис. 2. Четырехэлектродная система измерения сопротивлений тестируемых узлов системы "подушка безопасности"

Так, для проверки нагнетателя используется три электрических теста: измерение электрического сопротивления воспламенителя; контроль исправности закорачивающего шунта, устанавливаемого на входные контакты воспламенителя во время сборки системы; измерение сопротивления между воспламенителем и корпусом нагнетателя (изоляция воспламенителя). Каждый из тестов базируется на общих законах физики. Например, процедура измерения электрического сопротивления воспламенителя напоминает процедуру тестирования предохранителя: нельзя в него подавать слишком большой ток, иначе воспламенитель выйдет из строя (сработает), т. е. испытательный ток должен быть не выше заданного для проводимого теста; степень изоляции воспламенителя от корпуса нагнетателя, наоборот, не должна быть меньше заданной, так как в противном случае система из-за утечек тока при ДТП может просто не сработать.

Что касается технологии измерений, то она тоже не отличается особой сложностью. Ведь воспламенитель — это проводник, покрытый веществом, которое воспламеняется, когда в цепи появляется ток, способный нагреть данное вещество до определенной температуры. Сопротивление проводника, как правило, равно 2 Ом. Значит, по закону Ома при подаче напряжения 12 В сила проходящего по проводнику тока составляет 6 А. Но закон Ома — линейный. Следовательно, при проверке через проводник можно пропустить гораздо меньший ток и измерить напряжение на концах проводника. На практике в целях безопасности допустимый ток — ≤ 50 мА. Тогда падение напряжения на воспламенителе должно быть равно или менее 100 мВ. То есть проблем здесь нет. За исключением одной: при измерении падения напряжения на воспламенителе приходится учитывать и падение напряжения на токоподводящих проводах, сопротивление R_0 которых соизмеримо с сопротивлением R_x воспламенителя (рис. 1). Поэтому фирма применила четырехэлектродную схему измерения, выполненную на основе мультиметра "Кейтли 2790" и программируемого источника тока "Кейтли 7751" (рис. 2). Эта схема позволяет измерять сопротивление R_x воспламенителя, подавая в него требуемую величину тока I , что исключает влияние проводов и качества контактов в питающей цепи "HI—LO". Дело в том, что внутреннее сопротивление вольтметра V на много порядков больше напряжения других участков измерительной цепи "Вход HI — Выход LO", поэтому протекающий по ней ток практически не создает падения напряжения на подводящих проводах, а также контактных измерительных электродах. Следовательно, регистрируемое вольтметром падение напряжения U будет фактически равно напряжению U_x на сопротивлении R_x воспламенителя.

С измерением сопротивления изоляции проблем нет вообще: для этой цели, в принципе, можно воспользоваться любым мегомметром. Ведь типичные сопротивления изоляции воспламенителя обычно составляют 10—100 МОм, а тестовое напряжение, создаваемое мегомметром, — 500 В. Следовательно, тестовый ток при исправной изоляции будет равен 5—50 мкА.

Технология измерений сопротивления изоляции — традиционная: один электрод крепится к корпусу нагнетателя, а второй поочередно прикладывается к контактам воспламенителя и таким образом измеряется ток, возникающий в образовавшейся цепи. Он, очевидно, должен лежать в пределах 5—50 мкА. Нужно выполнять лишь одно условие: контакт электрода с корпусом нагнетателя должен быть надежным. В противном случае можно измерить не сопротивление изоляции, а сопротивление разомкнутой цепи. Поэтому в системах "Кейтли" предусмотрены не два, а три электрода, два из которых крепят на корпусе нагнетателя. Если сопротивление между электродами, установленными на корпусе, мало, контакт надежен. Значит, любой из этих электродов можно считать измерительным.

Схема электрических соединений в тестирующей системе, выполненной на основе "Кейтли 2790" и "Кейтли 7751" (или "Кейтли 7752"), приведена на рис. 3. Как видим, она позволяет проверять самые современные системы "подушки безопасности", в том числе имеющие два (или один двойной) нагнетателя и, соответственно, два (А и В) воспламенителя. "Кейтли 7751" или "Кейтли 7752" используется в ней, как уже упоминалось, в качестве источника тока или напряжения, обеспечивая благодаря встроенным программно-управляемым переключателям каналов необходимые соединения цепей.

Так, при измерении сопротивления изоляции используются группы № 1 и № 2 или № 2 и № 3. На результаты измерения сопротивления изоляции, как известно, могут сказываться всякого рода помехи, которые возникают из-за электромагнитных полей работающих электрогенераторов, электродвигателей, осветительных приборов и т. п. Причем это влияние особенно существенно при измерении высоких сопротивлений изоляции и большой длине токоподводящих кабелей, с помощью которых промышленные контрольные устройства подключают к автомобилю. И фирма "Кейтли" учла данное обстоятельство в своих контрольных системах.

Так, чтобы исключить влияние помех между зажимами HI и LO (см. рис. 3) измерительной цепи, она применила витую экранированную пару проводов, а для исключения влияния пульсаций питающего напряжения — так называемое циклическое интегрирование, при котором время усреднения результатов аналого-цифрового преобразователя выбирается точно равным числу периодов (циклов) пульсаций в питающей сети. Но поскольку результат усреднения синусоиды за время, равное целому числу периодов, всегда равен нулю, то результат измерения не зависит от пульсаций напряжения источника питания.

Так, чтобы исключить влияние помех между зажимами HI и LO (см. рис. 3) измерительной цепи, она применила витую экранированную пару проводов, а для исключения влияния пульсаций питающего напряжения — так называемое циклическое интегрирование, при котором время усреднения результатов аналого-цифрового преобразователя выбирается точно равным числу периодов (циклов) пульсаций в питающей сети. Но поскольку результат усреднения синусоиды за время, равное целому числу периодов, всегда равен нулю, то результат измерения не зависит от пульсаций напряжения источника питания.

Так, чтобы исключить влияние помех между зажимами HI и LO (см. рис. 3) измерительной цепи, она применила витую экранированную пару проводов, а для исключения влияния пульсаций питающего напряжения — так называемое циклическое интегрирование, при котором время усреднения результатов аналого-цифрового преобразователя выбирается точно равным числу периодов (циклов) пульсаций в питающей сети. Но поскольку результат усреднения синусоиды за время, равное целому числу периодов, всегда равен нулю, то результат измерения не зависит от пульсаций напряжения источника питания.

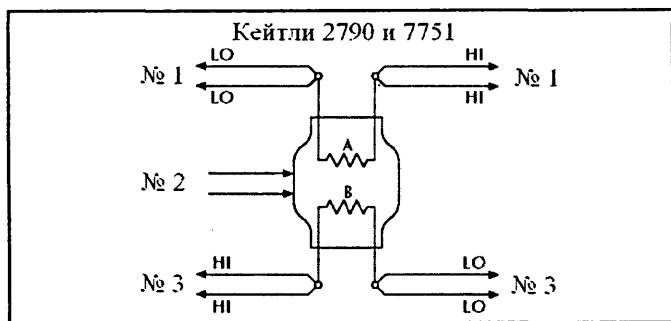


Рис. 3. Схема электрических соединений тестирующей системы

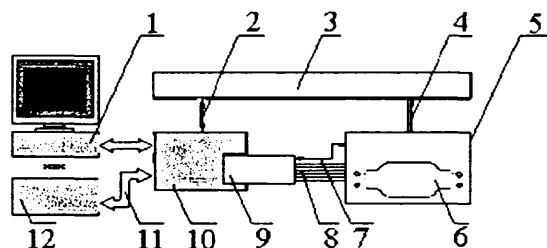


Рис. 4. Структурная схема устройства тестирования нагнетателя системы "подушка безопасности":

1 — персональный компьютер с интерфейсом IEEE-488 (GPIB); 2 — цифровой интерфейс; 3 — механическое устройство позиционирования; 4 — механическое соединение; 5 — экран защиты оператора; 6 — тестируемый нагнетатель; 7 — линия блокировки; 8 — измерительные и питающие кабели; 9 — модуль "Кейтли 7751"; 10 — мультиметр "Кейтли 2970"; 11 — интерфейс RS-232; 12 — программируемый логический контроллер

Наконец, для подавления неперiodических и импульсных помех фирма использует цифровую фильтрацию.

Далее. Те, кто занимается контролем системы "подушки безопасности" во время ее сборки, всегда с известной настороженностью относятся к выполнению проверок воспламенителя: пиропатрон все-таки. Поэтому при измерении сопротивления изоляции воспламенителя между его контактами устанавливается закорачивающий шунт. Это полностью снимает проблему случайного (например, из-за накопившегося заряда статического электричества) срабатывания воспламенителя.

Сопротивление такого шунта — 10–100 мОм; его величину измеряют с помощью четырехэлектродной схемы. При этом желательно обеспечивать условия "сухой" схемы измерений, т. е. не допуская напряжения более 20 мВ: благодаря этому исключается возможность повреждения оксидной пленки на поверхности металла и, следовательно, получения значения сопротивления, которое меньше существующего в реальных условиях.

Что же собой представляют перечисленные выше устройства?

"Кейтли 2790" — это полнофункциональный $6\frac{1}{2}$ -разрядный цифровой мультиметр с разрешением АЦП 0,00005 % в каждом поддиапазоне. "Кейтли 7751" — блок, в состав которого входят: программируемый источник постоянного напряжения 50–500 В; программируемый источник постоянного тока 0–50 мА; преобразователь "ток—напряжение"; набор из четырех двуполярных реле, которые обеспечивают коммутацию каналов при тестировании одного, двух одиночных или одного двойного нагнетателя. Что упрощает

процедуру проверки наличия контакта с корпусом нагнетателя при измерении сопротивления изоляции, а также дает возможность дополнительно измерять испытательные (подаваемые) токи и напряжения, тем самым повышая точность определения сопротивлений. Кроме того, программное управление каналами позволяет устанавливать необходимые задержки между коммутациями, что необходимо для предотвращения несанкционированного срабатывания воспламенителя из-за переходных процессов в коммутируемых цепях. Наконец, при двух "Кейтли 7751" система "Кейтли 2790" получает возможность параллельного тестирования двух двойных нагнетателей в таком режиме, когда в один и тот же момент времени первый модуль, например, устанавливает испытательное напряжение на одном нагнетателе, а второй — считывает данные со второго нагнетателя.

Структурная схема тестирования системы "подушки безопасности" приведена на рис. 4. Она может функционировать как автономно, т. е. в соответствии с программой, введенной в "Кейтли 2790", так и под управлением программируемого логического контроллера или персонального компьютера. Для этого в "Кейтли 2790" предусмотрены встроенные контроллеры интерфейсов IEEE-488 (GPIB) и RS-232. Кроме того, для непосредственного взаимодействия с механическим устройством позиционирования нагнетателей есть встроенный цифровой интерфейс, включающий пять выходных и две входные TTL-линии. Дополнительные удобства при взаимодействии компонентов системы предоставляют триггерные линии "Кейтли 2790" (одна — входная и одна — выходная) и линия блокировки модуля "Кейтли 7751".

Основные технические характеристики мультиметра "Кейтли 2790" приведены ниже.

Диапазоны измерения:

постоянных напряжений, В	$1 \cdot 10^{-7}$ —1000
переменных напряжений, В	$1 \cdot 10^{-7}$ —750
постоянных токов, А	$1 \cdot 10^{-8}$ —3
переменных токов, А	$1 \cdot 10^{-6}$ —3
сопротивлений по двух- и четырехэлектродным схемам, Ом	$1 \cdot 10^{-4}$ — $12 \cdot 10^7$
частоты, Гц	3 — $5 \cdot 10^5$
периодов (временных интервалов), с	$2 \cdot 10^{-6}$ — $333 \cdot 10^{-3}$
температуры (внешними термисторами или терморезисторами), К (°С)	73—903 (–200—+630)
Внутренняя память	на четыре независимые программы испытаний и на 55 тыс. отсчетов во внутреннем буфере данных

Встроенные математические функции	сложения, вычитания, умножения, деления и др.
Внешние интерфейсы	RS-232, IEEE-488 (GPIB), цифровые линии ввода—вывода, входная и выходная триггерные линии

Блок электронного контроля, устанавливаемый в автомобиле и входящий в систему "подушки безопасности", имеет следующий набор внешних соединений: аналоговые входы для мониторинга ситуации с помощью датчиков ускорения, силы натяжения ремней безопасности, массы водителя и пассажиров и др.; цифровые выходы для запуска воспламенителей; дополнительный CAN-интерфейс (в некоторых моделях).

Учитывая, что число одних только датчиков ускорения на автомобиле может быть более 20, а подушек безопасности — более 10 (т. е. более 20 цифровых линий управления двойными нагнетателями), то для тестирования блока электронного контроля системы безопасности, очевидно, необходима многоканальная система, воспроизводящая возможные комбинации входных сигналов и измеряющая параметры ответных сигналов управления в реальном масштабе времени. И такую систему фирма "Кейтли" выпускает. Принцип ее работы: на вход тестируемого блока подаются сигналы с частотой преобразования 100 мкс на канал, записанные с датчиков во время проведения натурных испытаний. Одновременно регистрируются время реакции блока электронного контроля и параметры сигналов запуска воспламенителей. В более сложных тестах могут также параллельно имитироваться реальные информационные потоки по CAN-интерфейсу.

Основа стенда для тестирования блока электронного контроля — разработанная фирмой система ADwin, концепция которой заключается в том, что процессор с операционной системой реального времени размещается как можно ближе к источнику сигнала и использует только собственные ресурсы для обработки данных. Потому что лишь такая структура обеспечивает возможность точной реакции с заранее известными временными задержками. Применение же дополнительных аналоговых и цифровых линий ввода—вывода, контроллеров стандартных интерфейсов и других устройств позволяет при необходимости обеспечить любой уровень сложности системы управления.

В качестве дистанционного процессора в системе используется быстрый 32-разрядный сигнальный про-

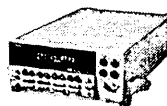
цессор "ADSP 21062" с плавающей точкой, внутренней памятью 256 кбайт (с возможностью расширения до 512 кбайт) и внешней памятью SDRAM (для хранения полученных данных) до 32 Мбайт.

ADwin может работать как в автономном режиме, так и под управлением внешних устройств или совместно с персональным компьютером и использованием различных внешних интерфейсов.

KEITHLEY

ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Keithley Instruments Inc. (www.keithley.com) является ведущим разработчиком и производителем оборудования для проведения точных измерений. Компания производит: цифровые мультиметры, системы сбора данных реального времени, многоканальные системы сбора и обработки данных, карты для коммутационных систем, прецизионные источники питания, комбинированные системы, измерители малых токов/высоких сопротивлений, измерители малых напряжений/малых сопротивлений, карты сбора данных.



Поставщиком оборудования Keithley Instruments Inc. в России, странах СНГ и Балтии является компания «Родник Софт»

ОАО «Родник Софт»
Тел.: (095) 113-7001, 113-2888
E-mail: info@rodnik.ru, www.rodnik.ru



Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Погосян А. А. — Отслужившая автомобильная техника как источник сырья	1
Добринский Е. С. — Программа "Российское качество" в системе повышения конкурентоспособности отечественного машиностроения	4
АСМ-факты	6

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Москвин Р. К. — Автобусы НефАЗ	7
Некрасов В. Г. — Цилиндр комбинированного двигателя перспективных АТС	9
Кудин С. Н., Бигель Н. В., Пехтерев А. А. — Новый тяговый электропривод карьерных самосвалов БелАЗ	12
Келлер А. В., Кунаккьявдин Р. Ф., [Кычев В. Н.] — О рациональных режимах использования активных автопоездов	15
Мелведев Е. В., Клиншов А. М. — Модель взаимодействия колесного движителя с деформируемой опорной поверхностью	17

АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Гурьянов Ю. А. — Показатели качества работающих моторных масел и методы их определения	20
Харитоновичи В. А. — Люфтомер для рулевого управления	23

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Никольников Э. Н. — Оценка параметрической надежности тормозной системы автомобиля	24
Шандров Б. В., [Смелянский В. М.], Морозов Е. М., Жуковский А. В. — Технологическое оборудование для микродугового оксидирования	28
Мальшева Г. В. — Клеи в технологии ремонта АТС	32

ИНФОРМАЦИЯ

За рубежом	
Скворцов С. П. — Устройства и технология промышленного контроля системы "подушки безопасности"	36
Юбилей	
К 75-летию ХАДИ-ХНАДУ	40

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. В. Бахмутов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, М. А. Григорьев, Ю. К. Есеновский-Лашков, А. Л. Карунич, Г. И. Мамити, Р. В. Козырев (ответственный секретарь), С. М. Круглов, Ю. А. Купеев, В. А. Марков, Э. Н. Никольников, В. И. Пашков, Н. Т. Сорокин, А. И. Титков, Н. Н. Яценко

Белорусский региональный редакционный совет:

М. С. Высоцкий (председатель),
Л. Г. Красневский (зам. председателя), Д. А. Дубовик,
Н. В. Коритко, П. Л. Мариев, А. П. Ракомсин,
И. С. Сазонов, Г. А. Синеговский, В. Е. Чвялев

Художественный редактор Т. Н. Погорелова
Корректор Р. А. Чодарова
Сдано в набор 1.08.2005. Подписано в печать 12.09.2005.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,9. Уч.-изд. л. 6,79. Зак. 1492.
Отпечатано в Подольской типографии — филиале ОАО "ЧПК"
142110, г. Подольск, ул. Кирова, 15

Ордена Трудового Красного Знамени
ОАО «Издательство "Машиностроение"»
Адрес издательства и редакции:
107076, Москва, Стромьинский пер., 4
Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97
E-mail: avtprom@mashin.ru
www.mashin.ru www.avtomash.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство ПН № 77-7184

Цена свободная
Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.
За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.
Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.

К 75-ЛЕТИЮ ХАДИ—ХНАДУ

Харьковский автодорожный институт (ныне — Харьковский национальный автодорожный университет) основан в 1930 г. и состоял из двух факультетов — автомобильного и дорожно-строительного. Первым его ректором стал И.А. Беседовский, а после него эту должность занимали П.К. Тьезичный, Н.М. Чупис и А.П. Хмельницкий. Именно они создавали материальную базу, комплектовали кафедры и развертывали учебный процесс, научную деятельность преподавателей и сотрудников. Например, если в 1932 г. функционировали 13 кафедр, то в 1943 г., т. е. накануне Великой Отечественной войны, — уже 21; по результатам их исследований было опубликовано 370 научных статей, издано 14 монографий, книг и брошюр. Научные исследования велись под руководством профессоров О.К. Бирули, М.И. Волкова, И.А. Романенко, Е.М. Милославского, В.А. Константинова и др.

В 1934—1935 гг., создаются первые студенческие научные кружки, в работе которых уже в 1940—1941 учебном году принимал участие, что было рекордным даже по тем временам, каждый третий студент.

Однако с началом Великой Отечественной войны институт вынужден был прекратить свою работу. Чтобы его наиболее ценное оборудование, библиотека, архив не попали противнику, их эвакуировали в Саратов, а большинство преподавателей, сотрудников, студентов ушли на фронт.

Вынужденный перерыв продолжался до 3 марта 1945 г.: в этот день новый его ректор, А.К. Бирули, подписал приказ о возобновлении функционирования ХАДИ, и уже к началу 1950-х годов восстановление довоенных материальной базы кафедр и комплектование их необходимым штатом преподавателей завершились. Более того, в 1947 г. был сформирован третий (механический) факультет, а несколько позже, в 1966 г., институт получил и четвертый факультет — инженерно-экономический.

Но этим дело не ограничилось. Произошли изменения, направленные на повышение качества подготовки инженеров, уровня учебно-методической и научно-исследовательской работы.

Так, именно в эти годы организуются кафедры автоматизации и вычислительной техники, подъемно-транспортных машин, экономики производства и др. И надо сказать, что институт нашел правильные ориентиры в учебной и научной работе: курс на глубокую интеграцию учебного процесса, производства и науки. Преподаватели, сотрудники, аспиранты опубликовали свыше 2 тыс. научных статей, сообщений, ~100 монографий, брошюр. Возрождалась научно-исследовательская работа и техническое творчество студентов, хорошо зарекомендовавшие себя в предвоенные годы. Например, в середине 1970-х годов каждый четвертый студент занимался в научных кружках.

В 1991 г. Украина становится независимым государством. Сменились ее ориентиры: на смену плану пришел рынок. Многие растерялись. Но в 1992 г. институт возглавил А.М. Туренко, а в 1992 г. создается Северо-Восточный научный центр, цель которого — объединить научный и производственный потенциалы Харьковской, Полтавской и Сумской областей. В связи с этим инженерно-экономический факультет ХАДИ превращается в факультет управления и бизнеса.

Новые власти заметили это, и в августе 1993 г. институту присваивают статус университета (он становится Харьковским автомобильно-дорожным техническим), а в 2001 г. — статус национального и имя "Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет (ХНАДУ)".

Все эти события — результат сделанного ХАДИ в предыдущие годы. Прежде всего — результат работы возникших в институте нескольких научных школ, внесших весьма заметный вклад в развитие теории и практики эксплуатации автомобилей.

Например, вокруг А.М. Туренко объединились те, кто занимается проблемами динамики торможения и тормозными свойствами автомобилей, повышением эффективности торможения грузовых и пассажирских автотранспортных средств. Об успехах этой школы можно судить хотя бы по тому, что из объединяющих ее более 20 ученых, шесть стали лауреатами государственной премии Украины за разработку теоретических и практических основ создания и промышленного освоения нового поколения конкурентоспособных, высокоэффективных и надежных аппаратов пневматических систем. В частности, регуляторов тормозных сил воздушораспределителей тормозов прицепов, регуляторов уровня пола в пневматической подвеске, пневмогидравлического усилителя привода сцепления, двух- и трехсекционных тормозных кранов, вакуумного усилителя тормозов и др. Причем эти устройства внедрены в серийное производство (в условиях рыночной экономики) и применяются на автомобилях КраЗ, ЛАЗ, ЛиАЗ, УАЗ и троллейбусах "Тролза". Причем этим проблемам посвящены 190 печатных работ, в том числе 12 — за рубежом, восемь монографий, 12 патентов Украины и России, две международные конференции. Всего же, если подсчитать, что вполне уместно в дни юбилея, учеными, причисляющими себя к школе А.М. Туренко, а ученые данной школы занимались решением не только чисто практических, но и теоретических проблем, опубликовано 718 работ, из них восемь монографий, 18 статей в периодических изданиях дальнего зарубежья, получено 85 свидетельств на изобретения.

Вторая из научных школ ХАДИ занимается (под руководством В.А. Золоторева) вопросами "физико-химии, механики и долговечности органических вяжущих и бетонов на их основе", т. е. механика и реология битумов, летей, бетонов на их основе; оптимизация технологий изготовления; прогнозирование долговечности дорожных покрытий с учетом действий внешней среды. И, надо сказать, занимается довольно успешно. Например, учеными данной школы создан и внедрен в производство цветной асфальтобетон, разработаны четыре государственных стандарта Украины и три ведомственных нормативных документа на этот материал, т. е. то, без чего невозможно создать современную дорожную сеть. Очень важно, также, что школа В.А. Золоторева подготовила более 50 ученых, а сам он был в свое время (1996—2003 гг.) единственным постоянным членом технического комитета ТС 7/8 "Дорожные одежды" Всемирной дорожной ассоциации от Украины, а в течение многих лет был и остается сопредседателем Ассоциации исследователей асфальтобетона стран СНГ. Не случайно ученый совет МАДИ присвоил ему в 2001 г. звание "почетный профессор".

За годы своей работы ученые школы опубликовали 790 научных и научно-прикладных работ. В том числе 12 монографий, 26 статей за рубежом, 19 — в академических изданиях.

Третья из научных школ ХАДИ, пользующихся безусловным авторитетом в мировом научном сообществе, — школа, руководимая И.П. Гладким и С.С. Дьяченко. Ее главная тема — проблемы высокопрочных состояний материалов. Именно здесь разработаны теория новой экологически чистой технологии химико-термической обработки материалов, а на ее основе созданы технологии, позволяющие повысить потребительские свойства деталей машин и инструментов; рекомендации, позволяющие заменять дорогие и дефицитные материалы более доступными и дешевыми.

О результатах работы данной школы свидетельствуют следующие факты: только С.С. Дьяченко воспитала двух докторов и 26 кандидатов технических наук, получила 22 авторских свидетельства и патента, опубликовала свыше 350 научных работ, выступала с докладами на конференциях в США, Германии, Польше, Бол-



гарии, Франции, руководила научной работой в вузах и научных учреждениях Кубы и Перу.

Четвертая научная школа, честь рождения которой принадлежит Л.В. Назарову, получила название "Повышение эффективности строительных и дорожных машин". Круг ее интересов очень большой. Это динамика и мощность землеройно-транспортных машин; рабочие процессы землеройно-транспортных машин, их надежность, ускоренные испытания; создание модульных строительных и дорожных машин. И результаты ее деятельности впечатляющие. Здесь созданы: стелды для ускоренных испытаний землеройно-транспортных машин; технологические модули к тракторам Т-16М и С11-25; автогрейдеры ДЗК-250 и ДЗК-251; ковшовый фронтальный погрузчик ПФ-04. Научные поиски обобщены в четырех сборниках научных работ, 300 статьях, двух монографиях и трех учебных пособиях.

В университете появилась и уже очень интенсивно начинает проявлять себя и пятая школа, руководимая Н.Я. Говорушенко.

Ее суть — диагностика и прогнозирование технического состояния автомобилей. Иначе говоря, занимается она теоретическими основами технологии диагностирования, профилактического обслуживания и ремонта автомобилей, вопросами внедрения стационарных передвижных и бортовых средств диагностирования, прогнозированием технического состояния автомобилей с применением приборов и ЭВМ. Причем занимается не только "умозрительными" оценками. Например, в институте еще в 1974 г. создана проблемная научно-исследовательская лаборатория диагностирования и прогнозирования технического состояния. Разработаны и внедрены в сервис 30 наименований диагностического оборудования (в том числе станции комплексного диагностирования автомобилей) в 23 городах Советского Союза. За период существования школы (с 1959 г.) изданы 50 учебников, учебных пособий и монографий, из которых особое внимание и признание вызвали материалы по диагностированию системной техники транспорта технической и экономической кибернетики. Достаточно оказать, что только за последние пять лет учеными школы получено более 80 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

Нельзя не сказать и о научной школе "Эффективность проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог" (руководители — В.К. Жданко и С.И. Михович). Ее работы по таким направлениям, как интенсивные ресурсосохраняющие технологии ремонта автомобильных дорог и организация их эксплуатации; структурно-активационная технология дорожно-строительных материалов для строительства и ремонта автомобильных дорог; автоматизированное проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог; физико-химические основы экологизации технологии использования отходов строительной индустрии. Как и в свое время вызвал да и сейчас вызывает безусловный интерес специалистов многих стран пакет прикладных программ автоматизированных технологий, проектирования и строительства автомобильных дорог "Кредо", в разработке которого участвовали представители данной школы.

Перечень можно, разумеется, продолжить. Но, думается, сказанное выше говорит само за себя. Тем более, что о качестве разработок свидетельствует возрастающий интерес к ним зарубежных ученых. Например, в проводимых в университете международных конференциях постоянно участвуют ученые из России, Франции, Хорватии, Польши, Германии, Индии, Австрии; очень интенсивно сотрудничает с ХНАДУ Жилинский университет (Словакия); кафедра строительства и эксплуатации дорог в системе Интернет зарегистрирована как участник международного (г. Саппоро) конгресса по зимнему содержанию дорог. Очень важное событие с точки зрения фундаментальной науки стал для ХАДИ—ХНАДУ и выход в свет в Нью-Йорке 20-го тома обзора по физике плазмы ("Нелокальная теория диклоногого) и черенковского углубления в плазме в неоднородном магнитном поле"). Дело в том, что один из соавторов данного обзора, А.И. Пятак, — заведующий кафедрой физики.

Есть и другие факты. К примеру, в "Полетехнике" Гданьска (Польша) В.Г. Соколов прочитал курс лекций и выступил с докладами в Польской академии наук; А.В. Грищенко участвовал в ежегодной экологической конференции информационного центра неправительственных экологических организаций "Евразия" (г. Стамбул, Турция); А.М. Туренко выступил с научными докладами в национальной ассоциации инженеров Индии и в греческой образовательной фирме "Фитила"; С.С. Дьяченко по приглашению американского университета в Цинцинати сделал доклад о стабильности субструктурного упрочнения металлов. И т. д., и т. п.

В целом очевидно: ХАДИ (ХНАДУ) явление — далеко не случайное в автомобильной и других связанных с ним отраслях. Именно поэтому при ХНАДУ создана международная кафедра ЮНЕСКО "Экологически чистые технологии", основной задачей которой считается координация подготовки специалистов по реализуемым в ней направлениям. Впрочем, другого не могло и быть. Он — по своему весьма "серьезный" вуз: в нем 10 факультетов, на которых обучаются более 100 тыс. студентов; обучают их 420 преподавателей, из которых свыше 70 % имеют научную степень. За их "спиной" — их предшественники, которые подготовили более 50 тыс. специалистов для народного хозяйства. За время существования вуза защищены 850 кандидатских и 30 докторских диссертаций, издано более 200 монографий, 425 учебников и пособий, опубликовано почти 9 тыс. научных статей. Так что 75 лет — это, вообще говоря, самый расцвет ХНАДУ.

Д-р техн. наук А.М. Туренко, ректор ХНАДУ



ИЗДАНИЕ

Цена
с НДС,
руб.

Богодухов С.И. и др. КУРС МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ: Учебное пособие	220-00
Бондаренко В.А., Якунин Н.Н. ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ И СЕРТИФИКАЦИЯ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ: Учебное пособие	275-00
Волчкевич Л.И. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ: Учебное пособие	275-00
Дунаев П.Ф., Леликов О.П. ДЕТАЛИ МАШИН. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ: Учебное пособие	297-00
Еремин В.Г., Сафронов В.В., Схиртладзе А.Г. и др. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В МАШИНОСТРОЕНИИ В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ: Учебное пособие	110-00
Каширцев Л.П. ЛИТЕЙНЫЕ МАШИНЫ. ЛИТЬЕ В МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ФОРМЫ: Учебное пособие	275-00
Кожевников Ю.В. ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА: Учебное пособие	220-00
Косов Н.П., Исаев А.Н., Схиртладзе А.Г. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА: ВОПРОСЫ И ОТВЕТЫ: Учебное пособие	330-00
КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК МЕТАЛЛИСТА / Под общ. ред. А.Е. Древаля, Е.А. Скороходова	1650-00
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА. СПРАВОЧНИК / Под ред. В.В. Ключева	770-00
ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ: Справочник технолога / Под общ. ред. А.А. Панова	1100-00
Окопный Ю.А., Радин В.П., Хроматов В.Е. и др. МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ. СБОРНИК ЗАДАЧ: Учебное пособие	220-00
ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ: Учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, В.Ю. Замятин, А.Ю. Замятин, Ю.П. Замятин	440-00
САМОЛЕТЫ ПОБЕДЫ	220-00
СВАРКА. РЕЗКА. КОНТРОЛЬ: Справочник: В 2 т. / Под общ. ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышова	1430-00
Свешников В.К. СТАНОЧНЫЕ ГИДРОПРИВОДЫ: Справочник	385-00
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ / В.А. Голенков, А.М. Дмитриев, В.Д. Кухарь и др.	330-00
Степнов М.Н., Шаврин А.В. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ: Справочник	330-00
Сторожук О.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВАРИАНТНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ	198-00
Фалевич Б.Я. ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ: Учебное пособие	88-00
МАШИНОСТРОЕНИЕ. ЭНЦИКЛОПЕДИЯ / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Т. II-4: НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	660-00
МАШИНОСТРОЕНИЕ. ЭНЦИКЛОПЕДИЯ / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Т. III-1: ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	440-00
МАШИНОСТРОЕНИЕ. ЭНЦИКЛОПЕДИЯ / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Т. IV-4: МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО И ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА	660-00
МАШИНОСТРОЕНИЕ. ЭНЦИКЛОПЕДИЯ / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Т. IV-25: МАШИНОСТРОЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ТЕХНИКИ. В 2-х кн.	1760-00

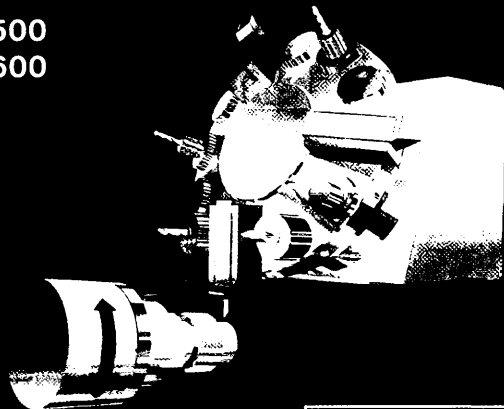
Книги можно приобрести в издательстве "Машиностроение", прислав заявку в отдел реализации по факсу: (495) 269-48-97 (работает круглосуточно), по e-mail: realiz@maashin.ru; по почте: 107076, г. Москва, Стромынский пер., д. 4.

Вологодская областная библиотека
Справки о наличии книг, выписке счетов и об отправке изданий по телефонам: (495) 269-66-00, 269-52-98

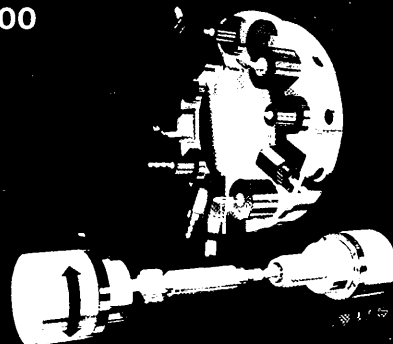


Токарные станки в любой необходимой конфигурации

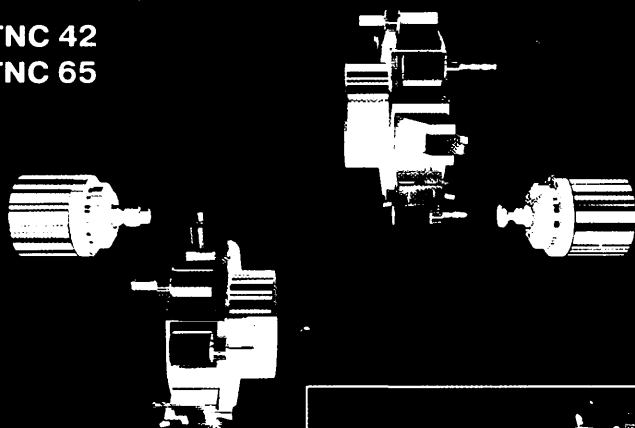
TNA 500
TNA 600



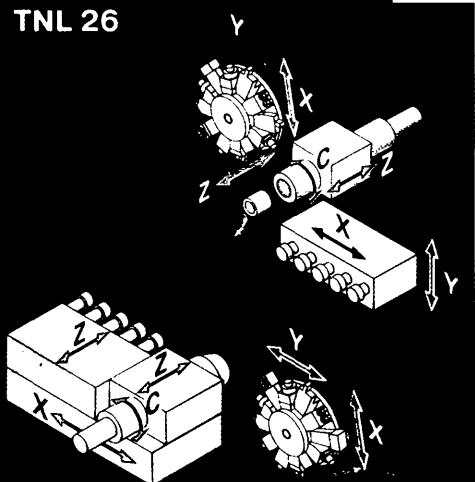
TNA 300



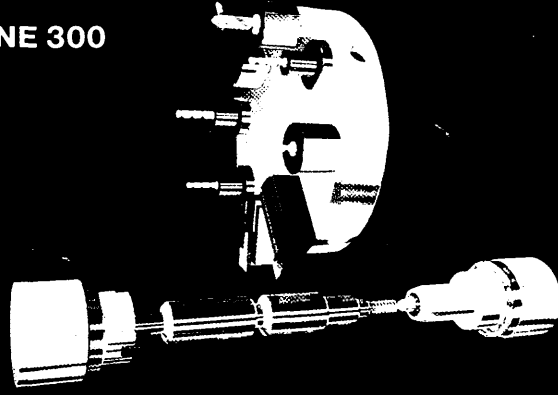
TNC 42
TNC 65



TNL 26



TNE 300



Проведение консультаций, продажа, ввод в эксплуатацию и сервисное обслуживание высокотехнологичного оборудования, и прежде всего станков, обрабатывающих центров и линий, с обучением персонала работе на этом оборудовании. Всегда в наличии на складе в Москве запасные части и расходные материалы для всех видов станков.

119334, Москва, Пушкинская наб., 8а

Тел.: (095) 234-60-00 (многоканальный), 956-14-72, 956-14-73,
956-14-75, 956-14-76, 956-14-77; 954 09 04, 954-09-09, 954-09-00,
954-12-07, 954-14-63; факс: (095) 954-44-16

E-mail: sales@galika.ru Internet: <http://www.galika.ru>

GALIKA AG

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ISSN 0005-2337. Автомобильная промышленность. 2005. № 10. 1-40. Индексы: 70003 ("Роспечать"), 27839 ("Пресса России")