

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



6/1985

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Е. Б. Левичев, В. Л. Паутов — Аттестация рабочих мест и ее производственные результаты	1
В. А. Мальев, А. И. Гречук, В. А. Букреев, С. В. Коледа, Л. Н. Кунцевич — Техническое перевооружение литейных цехов	3
А. К. Бадюля — Перевозка автомобилей УАЗ	3

ДВИГАТЕЛИ

М. Х. Вейнблат — Улучшение эксплуатационных показателей дизелей карьерных автомобилей-самосвалов	5
П. С. Герзон, А. И. Костин — К анализу теоретического цикла двигателя с двумя сообщающимися цилиндрами	7
В. П. Сычев — Повышение пропускной способности топливных отстойников дизелей	9

АВТОМОБИЛИ

В. Ф. Кутенев, А. А. Токарев — Проблемы и резервы экономии топлива на автотранспорте	11
Н. И. Воронцова, В. С. Воронина — Модульная сборка кузовов автобусов	13
Б. М. Тверсков, В. А. Шашин, Я. М. Шитман — Нагруженность трансмиссии тягачей с блокированным приводом	14
А. Д. Давыдов, А. А. Барашков — ABS и управляемость автомобиля при торможении	15
А. П. Солтус, В. Н. Барун, Р. А. Азаматов — Влияние задней тележки на маневренность и поворачиваемость трехосных автомобилей	17

АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Б. П. Перегудин — Методика дифференцированного анализа состояния ремонтного фонда	18
С. В. Батенков — Перекосы и долговечность цилиндрических роликовых подшипников	19
В. Ф. Каменев — Питание бензинового форкамерного двигателя на режимах глубокого дросселирования	21

ТЕХНОЛОГИЯ, МАТЕРИАЛЫ

В. Р. Ровкач, Г. Х. Блехман, Л. Ш. Зарецкий, И. М. Бежок, Ж. Е. Коштаев, В. А. Риффель, В. А. Сериков — Новый процесс литья гильз цилиндров дизелей	22
Э. В. Сенькевич — Выбор системы очистки газовых выбросов	23
Г. А. Анисович, Е. Г. Никитин, А. Я. Клековкин — Литниковая система для отливки картера ведущего моста	24
А. С. Кареев — Новая технология изготовления втулок штампов	25
Г. В. Бровак, В. М. Ильин, И. В. Бунто, Т. А. Ридер — Пластические массы для наружных кузовных панелей	26
А. М. Кузнецов, В. Ф. Моисеев, С. В. Яняк — Безвольфрамовый режущий сплав	29
Новые материалы	30

ИНФОРМАЦИЯ

Новости отечественного автомобилестроения	
Р. В. Бесчастнов, Ю. С. Григорьев, Н. А. Можегов, В. П. Кучеров, В. П. Черкашин, С. С. Аверьянов — Новая коробка передач мотоцикла «Восход-3М»	31
Л. С. Гаронин, Д. Т. Гапоян, Ю. К. Есеновский-Лашков, Е. Н. Зайченко, В. Б. Клименков, В. В. Баранов, М. Н. Дзядык, В. С. Рымар — Вспомогательная тормозная система для городских автобусов	31
К. М. Левитин, В. И. Лиманов, А. В. Радыко — Высокопрочные лампы для грузовых автомобилей	33
Оборудование для нужд отрасли	
А. Н. Саверина — Промышленные установки, системы	34
Ю. Н. Писарев, И. Н. Успенский — Счетный тензометр	35
На выставках, конференциях, совещаниях	
В. Г. Тараканов — «Роботокомплексы-85»: роботы для автомобилестроения	37
Автомобилестроение за рубежом	
С. А. Беликов — Альтернативные источники энергии для электромобилей	39

Главный редактор А. П. БОРЗУНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И. В. Балабин, В. М. Бусаров, А. В. Бутузов, А. М. Васильев, М. А. Григорьев, К. П. Иванов, Б. Г. Карнаухов, А. С. Кобзев, А. В. Костров, А. М. Кузнецов, Ю. А. Купеев, И. С. Лунев, А. А. Невелев, И. В. Орлов, А. Н. Островцев, А. Д. Просвирнин, З. Л. Сироткин, Г. А. Смирнов, В. В. Снегирев, С. М. Степашкин, А. И. Титков, Е. А. Устинов, В. А. Фаустов, В. Н. Филимонов (зам. гл. редактора), Б. М. Фиттерман, Н. С. Ханин, С. Б. Чистозвонов, М. М. Шурыгин

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ежемесячный
научно-технический
журнал

Издается с 1930 года
Москва · Машиностроение

6 / 1985



УДК 658.011.54/56:629.113.002

Аттестация рабочих мест и ее производственные результаты

Е. Б. ЛЕВИЧЕВ, В. Л. ПАУТОВ
Минавтопром, НИИТавтопром

ПРИНЯТЫЕ XXVI съездом КПСС «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 гг. и на период до 1990 г.» предусматривают проведение в XI пятилетке работ по улучшению условий трудовой деятельности, всемерному сокращению ручного, малоквалифицированного и тяжелого физического труда. В связи с этим на всех заводах отрасли была проведена инвентаризация рабочих мест. При этом установлено, что тяжелым физическим трудом занята пока еще значительная часть рабочих, особенно на вспомогательных работах.

Поэтому одним из главных направлений решения задачи сокращения рабочих мест с тяжелыми и вредными условиями труда повсеместно стали механизация и автоматизация производства, внедрение прогрессивных трудосберегающих технологических процессов, совершенствование планирования, управления и организации производства.

Известно, что в машиностроении наиболее тяжелые и вредные условия труда — в заготовительном производстве. Именно поэтому здесь чаще всего наблюдаются повышенная текучесть кадров, хронический их недостаток. Значит, автоматизация и механизация этого производства, максимальное облегчение труда людей становятся одной из основных задач.

Требования к улучшению условий труда и повышению его производительности непрерывно возрастают в литейном производстве, что привело к необходимости автоматизации всех основных операций и, прежде всего, наиболее трудоемких из них — формовки и зачистки отливок. Поэтому понятно, почему в годы XI пятилетки запланировано внедрить значительное количество автоматических линий, сотни автоматов и полуавтоматов для литья и зачистки отливок. Они дадут возможность сократить численность рабочих, занятых в литейном производстве на операциях с тяжелыми и вредными для здоровья условиями труда на 1,5 тыс. человек. И, как показывают итоги первых четырех лет пятилетки, план этот не только выполняется, но и перевыполняется. Многие дают и трудосберегающие технологии, внедряемые в литейном производстве: за счет их заготовки получают с наименьшими затратами труда. Более того, благодаря максимальному приближению размеров заготовок к размерам готовой детали к минимуму сводятся трудовые затраты при последующей их обработке. В качестве примеров можно привести следующее.

При литье по выплавляемым моделям заготовки имеют минимальные припуски под механообработку. Поэтому в отрас-

ли этим методом изготавливаются отливки около 1300 наименований.

Еще более прогрессивен другой метод — по выжигаемым пенополистироловым моделям: при его использовании трудоемкость изготовления отливок в 3 раза ниже, чем при первом методе. Линия литья по выжигаемым моделям изготовлена, в частности, для Ирбитского мотоциклетного завода.

Литье под низким давлением широко используется в отрасли для изготовления деталей из цветных сплавов. За истекшие годы пятилетки технологические процессы, основанные на этом методе, значительно усовершенствованы. Например, на ВАЗе, КамАЗе, ЗМЗ и других предприятиях уже много сделано для полной автоматизации всего цикла литья под давлением. Крупные литейные машины имеют сейчас микропроцессорные системы управления, снабжаются автоматической дозировкой, разливкой и съемом отливок при помощи роботов. (Например, машины, применяемые на Димитровградском агрегатном заводе имени 50-летия СССР.)

В кузнечном производстве улучшение условий и повышение производительности труда осуществляются заменой паровоздушных молотов на КГШП и широким применением высокомеханизированных горячештамповочных автоматов, станов прокатки, многопозиционных пресов-автоматов, оснащением его средствами механизации. За счет нового оборудования по прогрессивным трудо- и металлосберегающей технологиям в 1985 г. будет выпускаться на 10% больше штампованных заготовок, чем их выпускалось в 1984 г., хотя и тогда уровень выпуска таких заготовок был достаточно высоким. Например, сейчас на КамАЗе работает уникальный роботизированный комплекс для штамповки заготовок коленчатого вала и передней балки; на ЗИЛе, КамАЗе, ВАЗе, УАЗе, ГПЗ-1 — горячештамповочные высокопроизводительные автоматы, заменившие людей на тяжелых операциях штамповки заготовок крупных и средних размеров, и т. д.

В отрасли широко внедряются высокопроизводительные станы поперечно-клиновой и винтовой прокатки для производства заготовок типа ступенчатых валов, на которых детали получают с минимальными допусками под механическую обработку. Непрерывность технологических процессов создает благоприятные возможности для автоматизации изготовления заготовок, включая подачу исходного материала, нагрев, прокатку, резку и охлаждение готового проката. Поэтому на ЗИЛе, ГАЗе, АЗЛК, КамАЗе и других предприятиях уже работает значительное количество таких станов.

Горячая накатка цилиндрических шестерен заднего моста, внедренная на ЗИЛе при помощи станов конструкции ВНИИМЕТМАШа, позволила сократить несколько рабочих мест в механообработке. То же самое происходит на ГАЗе, КраЗе, УралАЗе, где процесс горячей накатки зубчатых колес нашел широкое применение. На ЗИЛе, ГАЗе, КраЗе, МАЗе внедрен и другой прогрессивный процесс — штамповки шестерен с формообразованием зубьев. Заготовки, полученные этим способом, также имеют минимальные припуски под механическую обработку, что, в свою очередь, сокращает численность рабочих-станочников. На некоторых предприятиях освоено производство литых кузнечных штампов вместо кованых кубиков, что значительно снизило трудоемкость их изготовления.

Все эти, а также другие меры, предпринимаемые в отрасли, позволяют высвободить около 1,3 тыс. рабочих кузнечного производства.

В листоштамповочном производстве все большее распространение получают высокоавтоматизированные пресовые линии, работающие с темпом 300—500 штамповок в 1 ч и практически не требующие применения ручного труда. Значительная часть таких линий оснащена микропроцессорными системами управления.

В пресовом производстве одним из направлений автоматизации стало применение ленты и широкорулонного проката, а также использование ЭВМ для оптимизации раскроя листового и рулонного проката. Опыт заводов отрасли показывает, что при этом наряду с экономией проката уменьшается трудоемкость изготовления заготовок и деталей.

В сборочном производстве улучшение условий труда и снижение монотонности при выполнении сборочных операций осуществляются за счет дальнейшего внедрения автоматических линий (включая несинхронные), сборочных автоматов, средств механизации.

Причем нельзя не отметить, что в последние годы внимание к сборочному производству со стороны руководства

предприятий значительно повысилось. Например, на ЗИЛе, КамАЗе, ГАЗе, АЗЛК, ВАЗе созданы комплексно-механизированные сборочные цехи и участки, для подачи комплектующих изделий на сборку широко используются системы грузонесущих и грузотолкающих конвейеров с автоматическим адресованием. На многих других предприятиях отрасли сборка узлов и агрегатов также осуществляется на механизированных стендах, автоматах и автоматических линиях (узлы двигателей, амортизаторы, коробки передач, наконечники рулевых тяг и т. п.).

Непрерывной составляющей механообрабатывающего производства стали станки с ЧПУ: их сейчас сотни. Это производство оснащается теперь в основном высокопроизводительным режущим инструментом с твердосплавными, в том числе и неперегачиваемыми, пластинками, благодаря чему резко сокращаются затраты труда на смену инструмента и связанные с ней простои линий, появляется возможность уменьшать численность рабочих-заточников. Большую роль в повышении стойкости инструмента играют процессы нанесения на него износостойких покрытий — при помощи установок «Пуск» и «Булат» она увеличивается в 2—3 раза.

Как известно, еще совсем недавно большое число рабочих в механообрабатывающем производстве (около 10 тыс.) было занято на очистке деталей и снятии заусенцев, причем эти операции в большинстве случаев выполнялись вручную. Сейчас картина меняется: ежегодно внедряются десятки специальных установок, высвобождающих труд 10—12 человек каждая. Кроме того, для очистки прецизионных деталей дизельной, топливной и тормозной аппаратуры разработаны и серийно изготавливаются автоматизированные ультразвуковые установки нескольких типов.

В работе по сокращению непрестижных рабочих мест с тяжелыми и вредными условиями труда большое значение придается внедрению промышленных роботов. Делается это в соответствии с программой роботизации производственных процессов. Сейчас их многие десятки — на погрузочно-разгрузочных работах, на особо вредных для здоровья операциях гальванического производства, в кузнечно-прессовом производстве, механообработке, окраске и сварке и т. д. Их требуется все больше и больше. Чтобы наиболее полно удовлетворить эти потребности, на заводах отрасли организовано производство промышленных роботов, создан НИИРавтопром, на который возложены функции разработки и внедрения роботизированных комплексов, а также разработки конструкций роботов, специфичных для автомобильной промышленности.

Целям снижения трудоемкости выпуска изделий, освобождения работающих от тяжелого, монотонного и ручного труда служат не только новое прогрессивное оборудование, но и модернизация действующего (повышение производительности, надежности, снижения трудоемкости обслуживания и ремонта). Намечена глубокая модернизация действующих автоматических линий и оборудования, предусматривающая оснащение их многоинструментальными наладками, автоматическими погрузочно-разгрузочными устройствами, роботами, устройствами цифровой индикации.

В текущей пятилетке в отрасли проводятся работы, направленные на сокращение выполняемых вручную погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ, повышение их оснащенности средствами механизации. Достаточно сказать, что протяженность подвесных конвейеров за три года пятилетки возросла на 17%, парк авто- и электропогрузчиков приблизился к 15 тыс. шт. В результате внедрения подъемно-транспортного оборудования и средств механизации фондовооруженность рабочих, занятых на погрузочно-разгрузочных и транспортных работах, повысилась на 21%. Удельный вес погрузочно-разгрузочных работ, выполняемых машинами и механизмами, за годы XI пятилетки возрастет до 96%. Этой же цели служит дальнейшее увеличение объема пакетных и контейнерных перевозок.

Механизация и автоматизация производственных процессов, совершенствование технологии, организации производства, труда и управления позволили уже за три года пятилетки сократить 22 тыс. нерационально организованных рабочих мест. И работа эта продолжается. Она уже дает и, безусловно, даст значительное сокращение применения ручного труда, будет способствовать стабилизации кадров, успешному выполнению задач, поставленных XXVI съездом партии и последующими Пленумами ЦК КПСС.

Техническое перевооружение литейных цехов

В. А. МАЛЬЕВ, А. И. ГРЕЧУК, В. А. БУКРЕЕВ, С. В. КОЛЕДА, Л. Н. КУНЦЕВИЧ

НИИЛИТавтопром

ОСНОВНЫМ методом развития действующих предприятий автомобильной промышленности давно уже стали реконструкция и техническое перевооружение на основе достижений научно-технического прогресса. Не обошла эта тенденция и литейного производства ВПО Союзавтоэлектроприбор, где еще до недавнего времени велика была доля ручного труда, применялось значительное количество морально устаревшего оборудования, не на должном уровне находились санитарно-гигиенические условия.

Работы по совершенствованию литейного производства на предприятиях ВПО начались с разработки (НИИЛИТавтопром) РТМ «Комплексная оценка уровней механизации, автоматизации, обеспечения требований охраны труда и окружающей среды в литейном производстве предприятий Минавтопрома» и определения, в соответствии с этим документом, технического уровня цехов и участков на десяти предприятиях объединения.

В качестве оценочных показателей для каждого цеха, участка было взято два — уровень механизации и автоматизации девяти технологических переделов (от подготовки шихты до термообработки) и уровень охраны труда и окружающей среды по семи параметрам: температура воздушной среды, шуму, вибрациям, запыленности, освещенности, травматизму, состоянию атмосферы. Результаты оценки показали, что на ряде заводов высокие уровни механизации и автоматизации имеют, в основном, формообразующие отделения литейных цехов и участков, достаточно высокие — процессы заливки форм металлом. Другие же участки, например, для подготовки, набора, взвешивания и загрузки шихты, зачистки отливок механизированы слабо, а многие операции выполняются вручную. Эти данные позволили выявить те «узкие» места, на расшивку которых должны быть в первую очередь направлены усилия и средства при проведении технического перевооружения литейного производства.

Затем — для определения конкретных мер по такому перевооружению — были определены причины выявленных недостатков. Главной из них оказалась наличие морально устаревших и физически изношенных машин. Поэтому сразу же определились и необходимые меры — замена таких машин роботами и манипуляторами, установка новых робототехнических автоматизированных комплексов, расширение производства отливок из цветных сплавов, изготавливаемых прогрессивными методами под высоким и низким давлением, включая противодавление, использование стружки и отходов собственного производства непосредственно на заводах, коренное улучшение условий труда. Все они вошли в комплексную программу технического перевооружения и реконструкции литейных цехов в XI пятилетке.

Так, существенно увеличился выпуск отливок с применением прогрессивных способов производства (таких, например, как КорНИИТавтопром-процесс), возросли объемы производства литья под давлением (взамен кокильного), повысились точность и качество литых заготовок. На ряде заводов внедрен технологический процесс жидкого флюсования расплавленных цветных металлов, что позволяет ежегодно экономить значительное их количество. Проводится постоянная работа по снижению массы выпускаемых отливок, в том числе за счет перевода изготовления отливок из чугуна на цветные сплавы, с цинка на алюминий. На Куйбышевском заводе автотракторного электрооборудования имени А. М. Тарасова смонтирован

блок вагранок закрытого типа производства ПНР и началось их промышленное освоение, на Алтайском заводе тракторного электрооборудования внедрена автоматическая формовочная линия безопочной формовки мод. 7058 и т. д.

В связи с тем, что основная масса литья в объединении производится из цветных сплавов, а доля цветных отливок, получаемых литьем под давлением, достигает сейчас 92,5%, т. е. есть еще резерв, первоочередное внимание приходится уделять переоснащению и совершенствованию производства специальных видов литья — с тем, чтобы оно обеспечивало высокую чистоту поверхностей и точность всех отливок, высокий уровень механизации и автоматизации операций, хорошие санитарно-гигиенические условия труда. Ведь именно литье под давлением позволяет решить все эти задачи. Например, оно почти исключает последующую механическую обработку заготовок, повышает точность их размеров до 11—14 квалитетов по СТ СЭВ 144—75, а шероховатость поверхности снижает до 6—8 классов. В связи с этим ряд заводов объединения планирует дальнейшее оснащение производства литья под давлением современными плавильными агрегатами — индукционными печами мод. ИАТ-1. Намечается и дальнейшая автоматизация процессов заливки и других операций, связанных с получением отливок на машинах литья под давлением, в частности, внедрение магнитодинамических дозаторов мод. МДН-6.

Ведутся работы по переоснащению производства автоматическими линиями и автоматизированными комплексами, включающими машину литья под давлением, манипулятор для смазки пресс-форм, манипулятор для дозированной заливки жидкого металла, робот с программным управлением для съема и удаления отливок в зону обрубного пресса, устройства для термостатирования пресс-форм, охлаждения отливок, пресс для обрубки литников и облоя. Так, на Алтайском заводе тракторного электрооборудования будут установлены три автоматические линии литья под давлением мод. АЛ-711Б08, на Московском заводе автотракторной электроаппаратуры имени 60-летия Октября — четыре автоматизированных комплекса мод. А7-11А07; намечено оснащение средствами автоматизации и механизации вспомогательных операций (роботами и манипуляторами) находящихся в эксплуатации машин литья под давлением на заводе по производству автотракторных в г. Октябрьском, заводе «Автоприбор» в г. Владимире и др.

Техническое перевооружение и реконструкция литейного производства в объединении осуществляется и по другим видам литья. На Куйбышевском заводе автотракторного электрооборудования имени А. М. Тарасова — это автоматическая формовочная линия для выпуска отливок из чугуна и производства стального литья по КорНИИТавтопром-процессу; на Алтайском заводе тракторного электрооборудования — модернизация шихтового и смесеприготовительного отделений; переработка металлоотходов — на Староскольском заводе автотракторного электрооборудования имени 60-летия Ленинского Комсомола; производство деталей из пластмасс взамен цветных сплавов — на Псковском заводе автомобильной электроарматуры «Автоэлектроарматура» и т. д. Все это в конечном итоге высвобождает свыше 300 чел. работающих, обеспечивает прирост мощностей, экономии металла, электроэнергии.

Перевозка автомобилей УАЗ

А. К. БАДЮЛА

УНИПТИмаш

УЛЬЯНОВСКИЙ автозавод имени В. И. Ленина, как известно, выпускает ежегодно многие тысячи автомобилей УАЗ. Расходятся они по 20 тыс. адресов.

Естественно, что их доставка с минимальными транспортными издержками

ми в установленные сроки — задача, которая постоянно находится в поле зрения как коллектива автозавода, так и связанных с ним организаций. В том числе УНИПТИмаша, Министерства путей сообщения СССР и Министерства автомобильного транспорта

РСФСР. Поэтому на УАЗе уже сложилась определенная система перевозки автомобилей: железнодорожным транспортом (62%), на специализированных полуприцепах (5,5%) и своим ходом (32,5%). Причем в последнем случае 22,5% автомобилей перегоняют

водители предприятий-получателей (самовывоз) и 10% — водители Ульяновского областного управления Минавтотранса РСФСР.

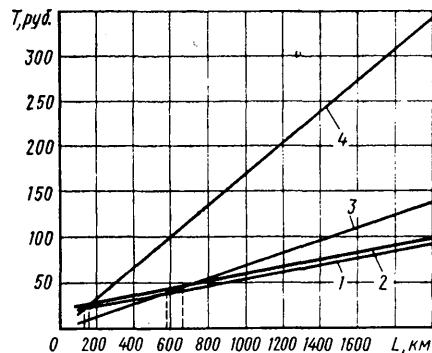
Такое соотношение способов доставки автомобилей получателю, как показывает анализ, нельзя признать оптимальным. Особенно доставку автомобилей своим ходом — она связана с большими потерями труда, времени, денежных средств, горючесмазочных материалов, т. е. в конечном счете, с большими народнохозяйственными издержками. Имеют недостатки и другие способы доставки. Все это хорошо видно, например, из результатов технико-экономического сравнения способов доставки получателю автомобиля УАЗ-469 на расстояние 2 тыс. км: оказалось, что перевозка их на это расстояние железнодорожным транспортом по действующим тарифам обходится получателю примерно в 1,43 раза дешевле, чем своим ходом, и примерно в 3,4 раза дешевле, чем доставка на специализированных прицепах (см. рисунок).

При этом погрузочные работы, крепление автомобилей на железнодорожных платформах, подача — уборка платформ на подъездные пути и доставка автомобилей от железнодорожной станции к потребителю обходится в 8,83 руб. (универсальная платформа) и 8,06 руб. (двухъярусная платформа) на один автомобиль, что исключается в двух других случаях.

В результате оказалось, что суммарные издержки минимальны: при перевозках железнодорожным транспортом — на расстояния свыше 660 км, доставка своим ходом — на расстояния до 660 км, на специализированных полуприцепах — на расстояния до 150 км.

Так говорит технико-экономический расчет, выполненный без учета потерь при перевозках и загрузки полуприцепов попутным грузом на обратном маршруте. Однако выдержать эти соотношения не всегда удается: мешают недостаток железнодорожных платформ, необходимость ускоренного ввода автомобилей в эксплуатацию и др. Поэтому руководящими документами предельно допустимым для перевозки автомобилей своим ходом установлено расстояние 2 тыс. км. А так как это обходится гораздо дороже, чем железнодорожным транспортом, то на специализированных полуприцепах и своим ходом целесообразно перевозить не более 25% выпускаемых автомобилей, остальное — по железной дороге.

Перевозка автомобилей специализированными полуприцепами на расстояние до 2 тыс. км, учитывая ее высокую стоимость по действующим тарифам, рекомендуется еще и потому, что при этом способе обеспечиваются полная сохранность и товарный вид автомобиля, исключается непроизводительный расход его моторесурса, сокращается в 2—4 раза потребность в водителях, занятых на перегоне автомобилей.



Зависимости затрат на перевозку автомобилей УАЗ-469Б от расстояния и способа доставки:

1 — на двухъярусной железнодорожной платформе; 2 — на универсальной железнодорожной платформе; 3 — самоходом; 4 — на специализированных полуприцепах

Что касается железнодорожного транспорта, то резервы удешевления перевозок на нем еще далеко не исчерпаны. Это доказывает опыт совместной работы УНИПТИмаша, УАЗа и железнодорожников.

Так, Министерство путей сообщения выделило УАЗу значительное количество двухъярусных платформ (взамен универсальных), а специалисты завода и УНИПТИмаша разработали и внедрили способ крепления автомобилей на них при помощи проволочных растяжек. Для универсальных платформ разработан способ уплотненной загрузки автомобилей.

В дальнейшем, к сожалению, выяснилось, что перевозка автомобилей на двухъярусных платформах с применением проволочных растяжек решила лишь одну часть проблемы — выполнение плана погрузки и реализации продукции, но сохранила и даже повысила долю немеханизированного труда, снизила безопасность работ (высота второго яруса — 2,9 м). Кроме того, резко увеличился расход проволоки — до 7,7 кг на один автомобиль.

Выход из создавшегося положения помогли отыскать специалисты УНИПТИмаша, которые предложили стационарные средства крепления автомобилей на двухъярусных платформах. Они представляют собой два холодногогнутого швеллера, закрепленных по всей длине верхнего настила платформ. К швеллерам приварены унифицированные упоры, которые обеспечивают крепление автомобилей УАЗ всех модификаций. Опытным заводом УНИПТИмаш изготовлены и установлены стационарные средства крепления автомобилей УАЗ на четырех двухъярусных платформах. Опыт их эксплуатации доказал прогрессивность нового способа крепления, не имеющего аналога в СССР и за рубежом, так как он полностью исключает операцию крепления автомобилей.

Новый способ крепления при полном внедрении позволит высвободить 14 грузчиков, отказаться от применения растяжек (значит, экономить проволоку), сократить простой платформ под погрузкой. Годовой экономический эффект составляет более 50 тыс. руб.

Принимаются также меры по совершенствованию перевозок автомобилей на полуприцепах и своим ходом.

Например, авторемонтным заводом Ульяновского областного управления Минавтотранса РСФСР изготавливаются специализированные полуприцепы А-961, на каждом из которых вмещается восемь шасси автомобиля УАЗ-452. К концу XI пятилетки таких полуприцепов будет поставлено до 200 шт., что даст возможность высвободить 600—700 водителей.

Отправка автомобилей своим ходом является единственно возможным способом доставки при мелких нарядах на поставку (1—3 автомобиля). Поэтому УАЗом разработан и внедрен также способ перевозки прицепов на обоих ярусах двухъярусных платформ.

Работы по совершенствованию перевозки автомобилей автомобильным и железнодорожным транспортом продолжаются. Они идут по ряду направлений: стационарными средствами крепления оборудуются еще значительное число универсальных железнодорожных платформ; решается вопрос о перевозке автомобилей речным транспортом — получателем, расположенным на водных артериях страны; исследуется возможность использования первых ярусов двухъярусных платформ для перевозки кэзов и кабин а также автомобилей УАЗ-469Б со снятым тентом, сложенными дугами и передним стеклом.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Имеются в продаже книги издательства «Машиностроение»: Мотоциклы «Восход-2», «Восход-2М», «Восход-3». М., 1982. (Многокрасочный альбом). В пер.: 3 р. 30 к.

Заказы направлять по адресу: 246017, г. Гомель, ул. Ленина, 45, магазин № 5 научно-технической книги.

Калашников М. Г., Милютин О. И., Константинов В. Д. Системы электроснабжения транспортных машин. М., 1982. В пер.: 50 к.

Заказы направлять по адресу: 105264, г. Москва, Измайловский бульвар, 67, книжный магазин № 118.

Иногородним заказчикам литература будет выслана наложенным платежом.

Улучшение эксплуатационных показателей дизелей карьерных автомобилей-самосвалов

М. Х. ВЕЙНБЛАТ

Производственное объединение «Турбомоторный завод» имени К. Е. Ворошилова

НАКОПЛЕННЫЙ отечественным и зарубежным дизеле-строением опыт улучшения технико-экономических и экологических показателей дизелей за счет совершенствования их системы топливоподачи свидетельствует, что требования, предъявляемые к ней отдельными показателями дизеля, в значительной степени противоречивы, а порой и несовместимы. Форсирование дизелей с применением турбонаддува привело к появлению ряда дополнительных требований. В этих условиях достичь желаемого результата возможно лишь на основе приемлемого компромисса между отдельными показателями дизеля, для чего необходимо решить две задачи.

Первая — с учетом конкретных требований, предъявляемых к дизелю условиями эксплуатации, и характерных режимов его работы ограничить число показателей, которые необходимо улучшить, и составить из них преимущественный ряд.

Вторая — определить комплекс мероприятий для улучшения показателей этого ряда с учетом ограничений, накладываемых сложившимся производством и приемлемым уровнем затрат времени и средств на проведение исследований и внедрение полученных результатов.

С учетом специфики работы дизеля карьерного автомобиля-самосвала круг эксплуатационных показателей, подлежащих улучшению, допустимо ограничить четырем, из которых и был составлен следующий преимущественный ряд: 1 — надежность и ресурс работы до капитального ремонта; 2 — содержание токсичных компонентов в отработавших газах; 3 — топливная экономичность; 4 — минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала на режиме холостого хода.

При построении преимущественного ряда имелось в виду, что улучшение какого-либо одного показателя ряда не должно приводить к ухудшению других, а при принятии компромиссного решения предпочтение отдается показателям с меньшими порядковыми номерами.

Исследовались возможности улучшения перечисленных показателей семейства дизелей ЧН 21/21 путем оптимизации угла опережения впрыскивания топлива и характеристики распылителя. Эти мероприятия были выбраны с учетом того, что их внедрение не связано с серьезной перестройкой сложившегося производства дизелей.

В семейство четырехтактных V-образных форсированных турбодизелей ЧН 21/21 входили шести-, восьми- и двенадцатицилиндровые модели с цилиндровой мощностью до 147 кВт при частоте вращения коленчатого вала 1500 мин⁻¹. Дизели предназначены для установки на карьерных автомобилях-самосвалах БелАЗ грузоподъемностью до 180 т с электрической трансмиссией, что определяет их работу по генераторной характеристике, т. е. с одновременным изменением нагрузки дизеля и частоты вращения коленчатого вала. В связи с этим задача заключалась в том, чтобы улучшить первые три показателя дизеля на всех режимах генераторной характеристики, а также на режиме холостого хода.

Исследования проводились на одноцилиндровом отсеке 1ЧН 21/21 с двумя вариантами топливопровода высокого давления — длиной 1400 и 2100 мм. Отсек оборудовали устройством для изменения угла опережения впрыскивания топлива без его остановки.

На каждом из режимов генераторной характеристики определяли регулировочные по углу опережения впрыскивания топлива характеристики с регистрацией следующих показателей: удельного индикаторного расхода топлива b_i , максимального давления рабочего цикла p_{max} , токсичности и дымности отработавших газов, максимальной скорости нарастания давления при сгорании $(dp/d\phi)_{max}$. Кроме того, на отдельных режимах снимались индикаторные диаграммы и рассчитывались характеристики тепловыделения. Величина действительного угла опережения впрыскивания ϕ_d определялась по сигналу датчика хода иглы распылителя.

На режимы генераторной характеристики отсек настраивался в соответствии с методикой, используемой в объединении

и обеспечивающей равенство КПД условного турбокомпрессора базового и опытного вариантов на каждом режиме. При варьировании углом опережения впрыскивания на каждом режиме положение рейки топливного насоса оставалось неизменным, соответствующим «естественному» (без регулирования) углу опережения впрыскивания, а заданная частота вращения коленчатого вала поддерживалась за счет уменьшения или увеличения нагрузки отсека. Диапазон варьирования действительного угла опережения впрыскивания выбирался достаточным для выявления на каждом из режимов (кроме номинального) минимума зависимости удельного индикаторного расхода топлива от действительного угла опережения впрыскивания, а на номинальном режиме увеличение этого угла прекращалось при максимальном давлении цикла, равном 14 МПа.

При выборе опытного варианта распылителя руководство велось следующими соображениями.

Штатный распылитель с восемью распыливающими отверстиями (диаметр отверстий — 0,4 мм, угол наклона струй — 70°) обеспечивает приемлемые параметры дизеля только при работе на номинальном режиме. На других режимах генераторной характеристики, по мере снижения частоты вращения коленчатого вала и нагрузки, существенно возрастают уровни дымности и токсичности отработавших газов, повышается удельный расход топлива. Это является следствием увеличения дальности топливных струй из-за снижения плотности заряда цилиндра на частичных нагрузках и возрастания доли топлива, попадающего на относительно холодные стенки камеры сгорания. В сочетании с уменьшением давлений впрыскивания и ухудшением качества распыливания это приводит к снижению эффективности процессов смесеобразования и сгорания. То есть для частичных режимов генераторной характеристики желательно уменьшить диаметр распыливающих отверстий, что позволит не только уменьшить отрицательное влияние перечисленных выше факторов, но и повысить стабильность протекания процесса впрыскивания, снизит вероятность перегрева, закоксовывания и зависания иглы распылителя.

Поэтому для эксперимента был выбран опытный распылитель с восемью распыливающими отверстиями (диаметр отверстий — 0,35 мм, угол наклона струй — 70°).

Однако выполнение исследований штатной системы топливоподачи с указанным распылителем оказалось невозможным из-за появления интенсивного подвпрыскивания топлива на номинальном и близких к нему режимах работы дизеля. Для устранения этого недостатка серийный грибовый нагнетательный клапан был заменен пластичным. Этот же клапан применялся и в экспериментах со штатным распылителем.

Анализ регулировочных характеристик показал, что по мере снижения частоты вращения коленчатого вала действительный угол опережения впрыскивания возрастает, причем на режиме $n=700$ мин⁻¹ для топливопровода длиной 1400 мм этот угол на 5°, а для топливопровода длиной 2100 мм — на 7° п. к. в. больше, чем на номинальном режиме. Такое изменение угла является следствием известного явления уменьшения угловой задержки начала впрыскивания при снижении частоты вращения коленчатого вала дизеля.

На номинальном режиме (рис. 1, а) резервы повышения топливной экономичности не могут быть использованы полностью вследствие принятого ограничения величины максимального давления цикла, что и определило величину действительного угла опережения впрыскивания, равную 23° п. к. в. для обоих исследованных типов распылителей. Сравнение остальных параметров на этом режиме для топливопровода длиной 1400 мм показывает, что их сочетание более благоприятно для опытного распылителя: при меньшем на 3 г/(кВт·ч) удельном индикаторном расходе дымность отработавших газов ниже на 0,4 ед. БОШ, содержание СО ниже на 32%, $(dp/d\phi)_{max}$ ниже на 10%, содержание NO_x практически одинаково для обоих

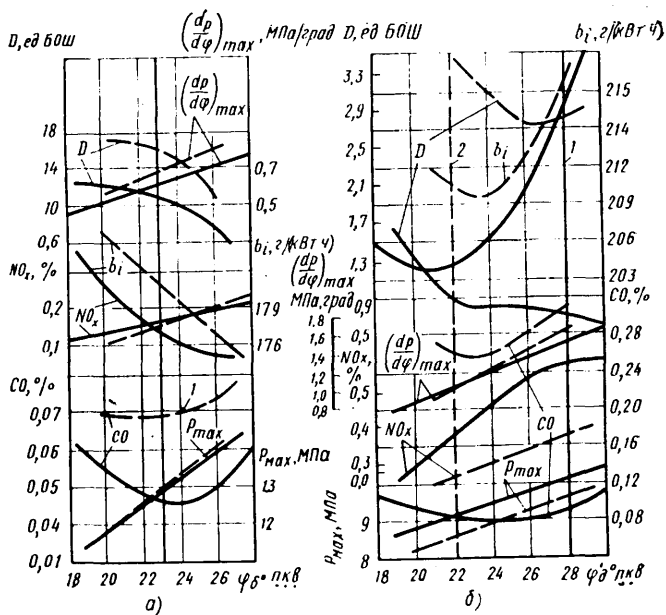


Рис. 1. Регулировочные характеристики отсека 1ЧН 21/21 на режимах генераторной характеристики:

топливопровод высокого давления длиной 1400 мм (штриховые линии — распылитель штатный, сплошные линии — распылитель опытный); 1 — действительный угол опережения впрыскивания; 2 — то же, при оптимальном корректировании: а — $n=1500 \text{ мин}^{-1}$, $p_e=128,7 \text{ кВт}$; б — $n=700 \text{ мин}^{-1}$, $p_e=36,8 \text{ кВт}$

распылителей. Несмотря на существенное (на 5° п.к.в.) увеличение продолжительности впрыскивания при работе с опытным распылителем вместо штатного, удельный индикаторный расход топлива снизился. Объяснение этому было получено при рассмотрении характеристик тепловыделения, протекание которых свидетельствовало о более раннем (на 10° п.к.в.) окончании сгорания, обеспечиваемом при опытном распылителе. Это, в свою очередь, является следствием большей дисперсности топливных струй, достигаемой в результате применения опытного распылителя, что обуславливает более качественное смесеобразование и большую интенсивность сгорания. Повышение дисперсности струй в начальной фазе топливоподачи приводит к незначительному снижению периода задержки воспламенения и, как следствие, к некоторому уменьшению $(dp/d\phi)_{\max}$. Последнее достигается также за счет уменьшения количества топлива, поступившего в камеру сгорания за период задержки воспламенения благодаря уменьшенному проходному сечению распылителя. Снижение уровня дымности и содержания СО также может быть объяснено улучшением распыливания топлива при использовании распылителя с уменьшенным диаметром распыливающих отверстий.

Сравнение параметров отсека на частичных режимах генераторной характеристики позволило сделать следующие основные выводы.

Для опытного распылителя практически все параметры более благоприятны. Исключением является содержание NO_x в отработавших газах, которое незначительно возрастает, причем эта разница увеличивается по мере снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Наибольший выигрыш в удельном индикаторном расходе топлива [(до $10 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$)] получен на режиме $n=1000 \text{ мин}^{-1}$.

Применение опытного распылителя позволило существенно снизить уровень дымности отработавших газов на всех режимах генераторной характеристики. По мере снижения частоты вращения коленчатого вала выигрыш по этому параметру возрастал и на режиме $n=700 \text{ мин}^{-1}$ (рис. 1, б), где с серийным распылителем уровень дымности составил $2,8 \text{ ед. БОШ}$, с опытным он не превышал $0,7 \text{ ед. БОШ}$. Таким образом, опытный распылитель позволил получить практически бездымный выброс отработавших газов на всех исследованных режимах генераторной характеристики. Полученный результат может быть объяснен большей дисперсностью топливных струй и уменьшением доли топлива, попадающего на относительно холодные стенки камеры сгорания, что особенно ярко проявляется в высокофорсированном дизеле, имеющем охлаждаемые маслом поршни. Причем на низких частотах вращения коленчатого вала этот эффект особенно заметен, так как вследствие снижения плотности заряда цилиндра на этих режимах возрастает доля топлива, достигающего стенок камеры сгорания.

Повышение дисперсности топливных струй — полученное бла-

годаря применению опытного распылителя с уменьшенным диаметром распыливающих отверстий, способствовало интенсификации сгорания, что и явилось причиной описанных выше благоприятных отличий параметров рабочего процесса.

Наиболее заметное снижение $(dp/d\phi)_{\max}$ — на $10\text{--}15\%$ — получено с опытным распылителем на номинальном и близких к нему режимах. На остальных режимах этот показатель практически одинаков для обоих распылителей.

Анализ протекания регулировочных характеристик показал, что для режима $n=1250 \text{ мин}^{-1}$ «естественный» угол опережения впрыскивания 25° п.к.в. можно считать близким к оптимальному, так как его увеличение до 28° п.к.в., позволяющее получить снижение b_i на $1,5 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$ и незначительное — уровня дымности, приводит к существенному росту p_{\max} , $(dp/d\phi)_{\max}$, NO_x , СО, что является неприемлемым с точки зрения принятого преимущественного ряда улучшаемых показателей.

Для режима $n=1000 \text{ мин}^{-1}$ оптимальным следует считать (для опытного распылителя) действительный угол опережения впрыскивания 23° п.к.в., что на 3° п.к.в. меньше «естественного» угла. При этом снижаются: p_{\max} — с $10,5$ до $9,8 \text{ МПа}$, $(dp/d\phi)_{\max}$ — на 15% , концентрация NO_x — на 22% (другие параметры остаются практически на уровне исходных).

На режиме $n=900 \text{ мин}^{-1}$ более благоприятного сочетания параметров с точки зрения принятого преимущественного ряда удалось добиться, уменьшив действительный угол опережения впрыскивания на 2° п.к.в. (до 25° п.к.в.). Такое изменение позволяет снизить p_{\max} с $10,1$ до $9,6 \text{ МПа}$, $(dp/d\phi)_{\max}$ — на 20% , содержание NO_x в отработавших газах — на 16% (другие исследованные параметры остаются практически неизменными).

Наиболее существенное корректирование действительного угла опережения впрыскивания для получения благоприятного сочетания исследованных параметров потребовалось на режиме $n=700 \text{ мин}^{-1}$ (рис. 1, б). Изменение этого угла с 28 до 22° п.к.в. позволило снизить b_i на $14 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, $(dp/d\phi)_{\max}$ — на 33% (с $1,5$ до $1 \text{ МПа}/\text{град}$), p_{\max} — с $9,9$ до $8,9 \text{ МПа}$, концентрацию NO_x — на 34% . При этом дымность отработавших газов и концентрация в них СО практически не изменяются.

На основании выполненного анализа можно сделать вывод о том, что при работе форсированного дизеля по генераторной характеристике закономерность корректирования угла опережения впрыскивания должна определяться экспериментально для каждой комплектации данного дизеля, а полная реализация ее, видимо, будет затруднительна без применения микропроцессорной техники. Однако для исследованных режимов закономерность корректирования ϕ_d может быть упрощена. Действительно, без существенного отклонения параметров дизеля от оптимальных может быть принята закономерность $\phi_d=23^\circ$ п.к.в. = const, при которой на отдельных режимах ($n=1250 \text{ мин}^{-1}$ и $n=900 \text{ мин}^{-1}$) незначительное ухудшение экономичности компенсировалось снижением механической нагрузки и токсичности отработавших газов. Очевидно, что решающее значение при выборе закономерности корректирования угла опережения впрыскивания должен иметь анализ реального поля рабочих режимов двигателя и требований, предъявляемых к нему условиями эксплуатации.

Аналогичное исследование было выполнено также при топливопроводе высокого давления длиной 2100 мм . При этом дополнительно измерялась концентрация несгоревших углеводородов в отработавших газах. Как показали исследования, общие закономерности протекания всех зависимостей при изменении ϕ_d для обоих вариантов распылителей были подтверждены и для топливопровода с увеличенной длиной, однако при этом были выявлены еще большие преимущества опытного распылителя, особенно на режимах малых частот вращения коленчатого вала и нагрузок. Так, на режиме $n=700 \text{ мин}^{-1}$ применение этого распылителя позволило снизить b_i на $19 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, уровень дымности — с $3,6$ до $0,6 \text{ ед. БОШ}$, содержание несгоревших углеводородов — в $2,3$ раза, содержание СО — почти в 4 раза. Однако при этом возросли $(dp/d\phi)_{\max}$ — на 15% и концентрация NO_x в отработавших газах — на 60% .

Анализ возможностей улучшения параметров дизеля за счет корректирования ϕ_d показал следующее.

Максимальная величина ϕ_d на номинальном режиме ($n=1500 \text{ мин}^{-1}$) так же, как и при топливопроводе длиной 1400 мм , определяется ограничительным параметром $p_{\max}=13 \text{ МПа}$. Таким образом, повышение топливной экономичности и улучшение других параметров не могут быть получены путем дальнейшего увеличения ϕ_d , тем более что это привело бы к росту $(dp/d\phi)_{\max}$ и концентрации NO_x .

На режиме $n=1250 \text{ мин}^{-1}$ уменьшение ϕ_d до 23° п.к.в. при использовании опытного распылителя позволило заметно улучшить параметры дизеля по механической нагрузке и токсичности без ухудшения топливной экономичности. На остальных режимах генераторной характеристики корректирование угла опережения впрыскивания для поддержания $\phi_d=$

$= 23^\circ$ п. к. в. $= \text{const}$ с одновременным применением опытного распылителя позволяет существенно улучшить сочетание показателей дизеля по первым трем параметрам принятого преимущественного ряда. Например, на режиме $n=700$ мин⁻¹ получено снижение удельного индикаторного расхода топлива на 38 г/(кВт·ч), концентрации СН и СО — в 5 раз, уровня дымности — с 3,8 до 0,9 ед. БОШ, $(dp/d\varphi)_{\text{max}}$ — на 0,2 МПа/град. Такое значительное улучшение показателей дизеля объясняется одновременным благоприятным действием нескольких факторов. Во-первых, применение опытного распылителя с уменьшенными диаметром распыливающих отверстий и проходным сечением улучшило качество распыливания, что позволило улучшить смесеобразование. В результате повысилась топливная экономичность, снизились токсичность (СН и СО) и уровень дымности отработавших газов при некотором ухудшении параметров, характеризующих механическую нагруженность и значительном повышении концентрации NO_x . Во-вторых, корректирование φ_d на сторону его уменьшения повысило плотность и температуру заряда цилиндра в период впрыскивания, что, дополнительно к ранее полученному эффекту, снизило дальность струй, сократило период задержки воспламенения, уменьшило отрицательную работу цикла, позволило снизить p_{max} , $(dp/d\varphi)_{\text{max}}$, концентрацию NO_x до величин, не превышающих обеспечиваемые штатным распылителем.

Учитывая важность повышения качества работы дизеля карьерного автомобиля-самосвала на режиме холостого хода, кроме описанных выше исследований, определялась возможность улучшения его показателей на этом режиме путем корректирования угла опережения впрыскивания и применения распылителя с уменьшенными эффективными сечением и диаметром распыливающего отверстия.

Исследование выполнялось на том же одноцилиндровом отсеке при частоте вращения коленчатого вала дизеля, равной 700 мин⁻¹.

Полученные зависимости (рис. 2) позволили сделать вывод о существовании четко выраженного диапазона действительных углов опережения впрыскивания (от 10 до 20° п. к. в.), в котором исследованные параметры имеют существенно лучшие значения, чем при «естественных» (без корректирования) углах φ_d . При этом для всех исследованных вариантов (по проходному сечению распылителя, длине топливопровода высокого давления, типу нагнетательного клапана) зависимости протекают весьма близко друг от друга, так что с учетом неизбежных погрешностей эксперимента можно сделать вывод о том, что качество работы дизеля на режиме холостого хода практически не зависит от изменения комплектации топливной аппаратуры дизеля в довольно широких пределах, обеспечивающих приемлемые показатели на номинальном режиме.

Значительное снижение b_i и концентрации СО, СН в отработавших газах при уменьшении φ_d до оптимальных значений происходило частично в результате уменьшения отрицательной работы цикла, а также за счет более совершенного смесеобразования и сгорания, так как при более позднем впрыскивании топливо подается в среду, имеющую более высокие термодинамические параметры. Благодаря этому сокращается дальность струй и уменьшается вероятность

Рис. 2. Регулировочные характеристики отсека на режиме холостого хода ($n=700$ мин⁻¹) с различными вариантами комплектации топливной аппаратуры

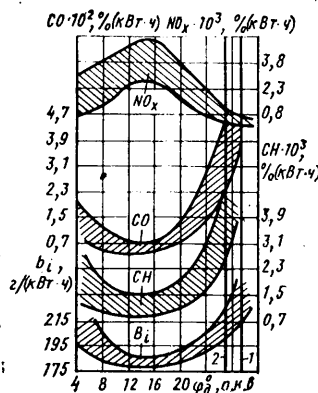


Рис. 2

попадания топлива на сравнительно холодные стенки камеры сгорания.

Совершенно противоположный характер имели зависимости концентрации NO_x в отработавших газах: их максимум приходится на диапазон углов φ_d , для которых b_i , СН и СО минимальны. Это объясняется повышением максимальной температуры цикла в этом диапазоне углов опережения впрыскивания. Однако, учитывая весьма низкие абсолютные значения концентрации NO_x на режиме холостого хода, а также то, что уменьшение φ_d до оптимальных, кроме описанных выше преимуществ, позволит также улучшить ресурсные показатели дизеля за счет снижения $(dp/d\varphi)_{\text{max}}$ и создает предпосылки для снижения минимальной частоты вращения холостого хода, незначительным ростом концентрации NO_x при оптимизации φ_d на этом режиме можно пренебречь.

Описанные исследования позволяют сделать следующие выводы:

эксплуатационные показатели форсированного дизеля карьерного автомобиля-самосвала особо большой грузоподъемности могут быть существенно улучшены в широком диапазоне режимов его работы путем корректирования действительных углов опережения впрыскивания топлива, уменьшения проходных сечений и диаметров распыливающих отверстий распылителя;

некоторое увеличение продолжительности впрыскивания, обусловленное уменьшением проходного сечения распылителя, не приводит к ухудшению топливной экономичности, так как оно компенсируется интенсификацией смесеобразования и сгорания;

использование распылителя с уменьшенным проходным сечением требует применения специальных конструкций нагнетательных клапанов для исключения подвпрыскивания на номинальном режиме;

применение в высокофорсированных дизелях поршней с интенсивным масляным охлаждением обуславливает их повышенную чувствительность к рассогласованию формы и баллистики топливных струй с геометрией камеры сгорания на частичных режимах;

качество работы высокофорсированного дизеля на режиме холостого хода слабо зависит от комплектации топливной аппаратуры при изменении ее в пределах, обеспечивающих приемлемые показатели на номинальном режиме. Радикального улучшения работы дизеля на режиме холостого хода по топливной экономичности, токсичности, жесткости можно добиться путем оптимизации действительного угла опережения впрыскивания топлива.

УДК 621.43.001.5

К анализу теоретического цикла двигателя с двумя сообщающимися цилиндрами

Кандидаты техн. наук П. С. ГЕРЗОН, А. И. КОСТИН

ВНИИмотопром, Ленинградский институт авиационного приборостроения

ОСНОВНЫМИ конструктивными особенностями карбюраторного двухтактного двигателя с двумя сообщающимися цилиндрами и послойным распределением топлива в заряде является наличие индивидуальных систем питания, газообмена и выпуска отработавших газов в каждом из совместно работающих цилиндров, постоянно соединенных каналом. Поршни в цилиндрах движутся синхронно.

При этом в цилиндр, снабженный свечой зажигания (в дальнейшем условно называемый первым), на всех режимах подается смесь состава, устойчиво воспламеняемого искрой, а во второй, без свечи зажигания, — смесь в пределах от мощностного состава на номинальном режиме до «чистого» воздуха на режимах, близких к холостому ходу (А. с. 1002627, СССР).

2* Зак. 168

Понять физическую сущность явлений, происходящих с зарядом в течение рабочего процесса, позволяет анализ теоретического цикла в двух сообщающихся цилиндрах с различными степенями сжатия, особенности которого сводятся к следующему.

Рабочее тело разделяется на систему из двух рабочих тел: первое соответствует количеству воздуха, теоретически необходимому для полного окисления топлива, второе — избыточному воздуху. Оба участвуют в замкнутом теоретическом цикле, причем тепло подводится только к первому из них. Подвод и отвод тепла осуществляются при постоянном объеме.

Такой подход позволяет проследить, как изменяются состав и параметры зарядов в каждом цилиндре в характерных точках цикла.

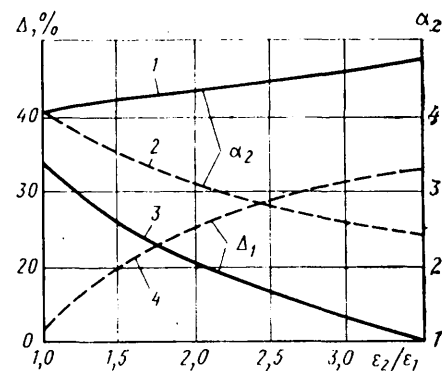
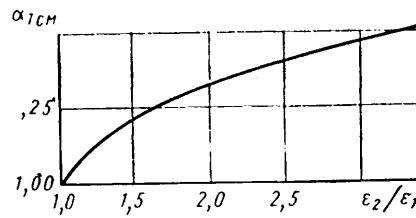
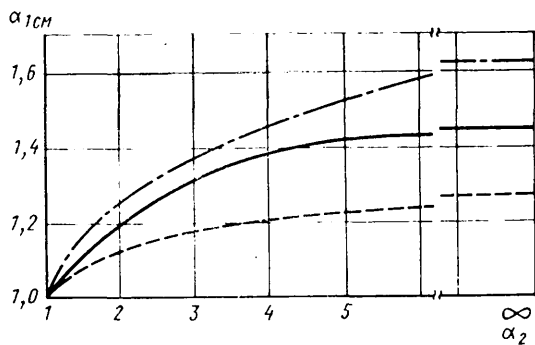


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

В связи с тем, что в каждый из цилиндров можно подать смесь различного состава, анализ теоретического цикла целесообразно вести при значении термического КПД, близком к максимальному, т. е. при подаче в первый цилиндр смеси стехиометрического состава, а во второй — «чистого» воздуха. При этом суммарный коэффициент избытка воздуха (общий для двух цилиндров) больше единицы, что и приводит к росту термического КПД за счет улучшения качества рабочего тела. По мере увеличения нагрузки на двигатель и обогащения заряда второго цилиндра термический КПД циклов будет снижаться и при одинаковых составах смеси в обоих цилиндрах станет равным его величине для цикла Отто при тех же коэффициентах избытка воздуха и степени сжатия.

Такой анализ был проведен при помощи ЭВМ, что позволило не только выполнить расчет большого числа вариантов теоретического цикла при различных начальных условиях, но и решить главную задачу — определить область оптимального соотношения степеней сжатия в цилиндрах при неизменной степени сжатия двигателя. При анализе было принято, что цикл осуществляется в сообщающихся цилиндрах равного рабочего объема с различными степенями сжатия, причем степень сжатия в первом цилиндре меньше, чем во втором.

Зависимость коэффициента избытка воздуха α_{1cm} в первом цилиндре в момент окончания сжатия от начальной величины этого же коэффициента во втором α_2 для случая, когда исходный коэффициент избытка воздуха в первом цилиндре равен единице, а отношение степеней сжатия ϵ_2/ϵ_1 равно 1,85 (пунктирная линия), 2,7 (сплошная линия) и 6,7 (штрихпунктирная линия), показана на рис. 1. Из рисунка видно, что α_{1cm} наиболее интенсивно возрастает до значений $\alpha_2=3\div 5$, а затем его рост практически прекращается. Причем этот прирост (при изменении α_2 от единицы до ∞) тем больше, чем больше отношение степеней сжатия. Так, при $\epsilon_2/\epsilon_1=1,85$ α_{1cm} увеличивается примерно на 27%, а при $\epsilon_2/\epsilon_1=6,7$ — более чем на 60%.

Величина α_{1cm} характеризует возможное предельное значение коэффициента избытка воздуха в цилиндре со свечой зажигания при подаче в другой цилиндр «чистого» воздуха.

Теоретический анализ показывает, что уровень обеднения воздуха в первом цилиндре зависит исключительно от соотношения ϵ_2/ϵ_1 (рис. 2). Из рисунка, в частности, видно, что наиболее интенсивный рост α_{1cm} наблюдается до $\epsilon_2/\epsilon_1 \approx 3$.

В реальном рабочем процессе распределение топлива в заряде первого цилиндра определяется не только величиной α_{1cm} , но и конструктивными параметрами камеры сгорания: площадью поперечного сечения и направлением соединительного канала, местом расположения свечи зажигания и т. д. При правильном подборе этих параметров заряд в камере сгорания к моменту подачи искры не успеет полностью переместиться, и коэффициент избытка воздуха на всех режимах в зоне электродов свечи зажигания будет иметь близкую к оптимальной величину, не выходящую за пределы устойчивого воспламенения.

При подаче во второй цилиндр бедных смесей надежность их воспламенения и сгорания зависит от интенсивности истечения горящих газов из первого цилиндра после воспламенения заряда в нем и в такте расширения.

В свою очередь, интенсивность факела горящих газов связана с относительной долей Δ_1 заряда первого цилиндра, перетекающего во второй.

Как видно из рис. 3, где приведены полученные в результате теоретического анализа зависимости коэффициента избытка воздуха во втором цилиндре (кривые 1, 2) и относительной доли перетекающего заряда (кривые 3, 4) от соотношения ϵ_2/ϵ_1 в конце процессов подвода тепла (сплошные линии) и расширения (пунктирные линии), при равных степенях сжатия в обоих цилиндрах перетекание происходит в основном после подвода тепла ($\Delta_1=33\%$), а в процессе расширения доля перетекающего заряда составляет всего 3%. С увеличе-

нием ϵ_2/ϵ_1 доля заряда, протекающая во второй цилиндр в процессе подвода тепла (кривая 3), уменьшается, что приводит к росту коэффициента избытка воздуха (кривая 1), однако, с другой стороны, доля заряда, перетекающая в процессе расширения (кривая 4), значительно возрастает, что приводит к уменьшению коэффициента избытка воздуха во втором цилиндре к моменту окончания расширения (кривая 2). Кривые 1 и 2, таким образом, характеризуют пределы изменения состава заряда во втором цилиндре от начала до конца процесса расширения для случая, когда работа этого цилиндра начинается с подачи в него «чистого» воздуха, а в первый цилиндр подается смесь стехиометрического состава. Отсюда следует, что на реальном двигателе, несмотря на изменение начального состава заряда во втором цилиндре в широких пределах (от 1 до ∞), к моменту начала такта расширения диапазон изменения α_2 (из-за смещения зарядов) будет значительно уже: при равных степенях сжатия от 1 до 4, а при $\epsilon_2/\epsilon_1=2,7$ от 1 до 2,7. Следовательно, увеличение ϵ_2/ϵ_1 приводит к более полному смешению зарядов цилиндров и сближению их составов к концу такта расширения.

Изменение коэффициентов избытка воздуха в характерных точках цикла для каждого из цилиндров при общей по двигателю степени сжатия, равной 9, начальных $\alpha_1=1$ и $\alpha_2=\infty$ при различных ϵ_2/ϵ_1 показано на рис. 4.

Из него следует, что при $\epsilon_1=\epsilon_2$ (пунктирные линии) состав заряда изменяется только во втором цилиндре (в результате перетекания в него части заряда из первого цилиндра после подвода к нему тепла). При этом состав заряда в первом цилиндре не изменяется. Следовательно, состав отработавших газов в нем будет таким же, как и в двигателе с обычным рабочим процессом. При $\epsilon_1>\epsilon_2$ ($\epsilon_1/\epsilon_2=17/6,3$) (штрихпунктирные линии) часть заряда первого цилиндра в процессе сжатия вытесняется во второй, изменяя состав заряда в последнем до $\alpha_2=3,4$.

После подвода тепла заряд дополнительно обогащается до $\alpha_2=2,9$. В процессе расширения происходит обратное перетекание в первый цилиндр, приводящее к обеднению его заряда до $\alpha_1=1,7$. Повышение α_1 по сравнению с предыдущим случаем позволяет ожидать значительного снижения токсичности отработавших газов первого цилиндра.

При $\epsilon_2>\epsilon_1$ ($\epsilon_1/\epsilon_2=6,3/17$ — сплошные линии) в процессе сжатия часть заряда второго цилиндра вытесняется в первый, изменяя его состав до $\alpha_1=1,42$. После подвода тепла и в процессе расширения часть заряда снова перетекает во второй цилиндр, изменяя состав заряда в нем до $\alpha_2=4,6$ в точке с и до $\alpha_2=2,6$ в точке е. Это означает, что при неравных степенях сжатия в совместных работающих цилиндрах уровень смешения зарядов оказывается более высоким, чем при равных степенях сжатия.

Расчеты зависимостей параметров теоретического цикла двигателя с двумя сообщающимися цилиндрами от соотношения степеней сжатия при начальных коэффициентах избытка воздуха $\alpha_1=1$, $\alpha_2=\infty$ и общей по двигателю степени сжатия $\epsilon=9$ показывают, что с увеличением различия степеней сжатия в цилиндрах возрастает уровень смешения зарядов в них, при этом значения коэффициентов избытка воздуха в конце процесса расширения сближаются. Увеличение соотношения ϵ_2/ϵ_1 приводит к обогащению общего по двигателю коэффициента избытка воздуха и в конечном итоге к повышению максимального давления цикла. Наиболее высокие

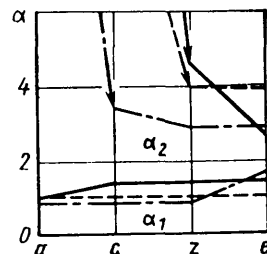


Рис. 4

значения максимальные температуры цикла имеют при $\varepsilon_2 < \varepsilon_1$, что при реализации рабочего процесса может вызвать повышенные потери тепла в стенки цилиндров. В этом отношении более благоприятным следует считать вариант, при котором $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$. Повышенное смещение зарядов при неравных степенях сжатия в цилиндрах приводит к выравниванию их температур к концу процесса расширения, причем отношение T_2/T_1 с 2,53 при $\varepsilon_2/\varepsilon_1=1$ снижается до 1,3 при $\varepsilon_2/\varepsilon_1=2,7$. Это обстоятельство способствует выравниванию теплонапряженности деталей обоих цилиндров, а повышение температуры во втором цилиндре (в сравнении со случаем $\varepsilon_2/\varepsilon_1=1$) создает благоприятные условия для догорания углеводородов, поступивших с перетекающим зарядом из первого цилиндра.

Известно, что обычный двухтактный двигатель с кривошипно-камерной продувкой практически не работает при $\alpha > 1,0$. Термический КПД цикла Отто, рассчитанный при переменной теплоемкости рабочего тела, $\alpha=1,0$ и такой же,

как у исследуемого двигателя (степень сжатия 9), равен 0,419.

Следовательно, переход от обычного рабочего процесса к исследуемому приводит к возрастанию термического КПД цикла на 11% в случае $\varepsilon_1=\varepsilon_2$ и еще на 2—2,5% при $\varepsilon_1/\varepsilon_2=2,0 \div 2,5$. На реальном двигателе повышение термического КПД связано с объединением заряда второго цилиндра по мере снижения нагрузки и будет сказываться, прежде всего, на режимах малых нагрузок, когда общий по двигателю коэффициент избытка воздуха существенно больше единицы.

В заключение отметим, что результаты расчетов теоретического цикла двигателя с двумя сообщающимися цилиндрами позволяют утверждать: наиболее оптимальным соотношением степеней сжатия совместно работающих цилиндров следует считать диапазон $\varepsilon_2/\varepsilon_1=2 \div 3$.

Проведенные стендовые испытания двигателя подтвердили этот вывод.

УДК 621.436.038.772

Повышение пропускной способности топливных отстойников дизелей

Канд. техн. наук В. П. СЫЧЕВ

Саратовский политехнический институт

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ очистка топлива от воды и механических примесей в современных дизелях осуществляется при помощи отстойников. Повышение мощности дизелей и соответственно расхода топлива приводит, при условии сохранения полноты очистки, к необходимости увеличения пропускной способности этих устройств. Чтобы определить, как этого лучше всего достичь, были проведены специальные исследования рекомендуемых топливных отстойников для дизелей.

Степень использования внутренней полости отстойника при заданной полноте очистки топлива в общем случае может быть оценена отношением фактической пропускной способности данной полости к ее объему. Причем очевидно, что чем больше этот показатель, тем полнее используется для очистки топлива внутренняя полость и тем более высокой (при постоянном объеме полости) будет пропускная способность отстойника.

Практическая реализация природы пропускной способности зависит от степени использования площади осаждения отстойника и равномерности распределения очищаемого топлива по его отстойным зонам. Тогда показатель k , равный отношению фактической и возможной пропускных способностей, может быть представлен произведением двух величин — коэффициента k_f , учитывающего эффективную площадь осаждения отстойных зон, и коэффициента k_n , оценивающего влияние неравномерности распределения загрязненного топлива по отстойным зонам.

Первая из этих величин равна отношению фактической площади осаждения отстойной зоны к ее теоретически возможной величине, определяемой горизонтальным сечением внутренней полости стакана отстойника. Влияние второй величины (k_n) на пропускную способность более сложное и проявляется при очистке топлива от загрязнителей полидисперсного состава. Так, анализ движения очищаемого топлива в элементах распределительного узла отстойника позволил установить, что равномерность распределения зависит от способа подвода топлива к зонам (центральный или периферийный) и комплекса C конструктивных параметров (числа параллельных отстойных зон, размеров сечения распределительных отверстий в каждой зоне, поперечного сечения центрального канала). Например, неравномерность распределения топлива по зонам

снижается, а следовательно, пропускная способность повышается при переходе с центрального (кривая 2) на периферийный (кривая 1) подвод топлива к зонам и при уменьшении значения комплекса C параметров распределительного узла (рис. 1).

Значения конструктивных параметров и указанных выше оценочных показателей для применяемых и рекомендуемых топливных отстойников дизелей приведены в табл. 1. В ней величи-

ны пропускной способности G_{Φ} соответствуют 33—35% —ной полноте очистки дизельного топлива от кварцевой пыли с удельной поверхностью 5600 см²/г.

Таблица 1

Тип отстойника	Параметры и показатели выпускаемых и рекомендуемых отстойников							
	n	G_{Φ} , кг/ч	V , л	g , кг/(ч·л)	k_f	C	k_n	k
ФГ-25	2	25	0,75	33,3	1	—	0,34	0,94
ФГ-40	2	40	1,5	26,7	1	—	0,94	0,94
ОЛ-60	8	60	0,75	80	0,76	0,945	0,997	0,76
ОЛ-120	10	120	1,5	80	0,77	0,8	1	0,77
ОП-105	13/6	105	0,75	140	1	2	0,87	0,87
ОП-160	13/6	160	1,5	107	1	2	0,87	0,87

Широкое применение в дизелях автомобилей КамАЗ и отечественных тракторов получили созданные в ЦНИТА топливные фильтры-отстойники типа ФГ (рис. 2). Этот отстойник прост по конструкции, удобен в эксплуатации, но имеет существенный недостаток — требуемая полнота очистки топлива в нем обеспечивается при низкой пропускной способности, поэтому степень использования его внутренней полости оказывается также невысокой (табл. 1). Это связано с тем, что внутренняя полость отстойника этого типа имеет всего две параллельные отстойные зоны (I—II). В результате для дизелей повышенной мощности отстойники типа ФГ должны иметь недопустимо большие габаритные размеры и металлоемкость.

При сохранении габаритных размеров и полноты очистки некоторое увеличение пропускной способности достигнуто в отстойниках типа ОЛ (рис. 3), разработанных также в ЦНИТА на базе отстойников типа ФГ. В отличие от базового отстойника, внутренняя полость отстойника типа ОЛ содержит

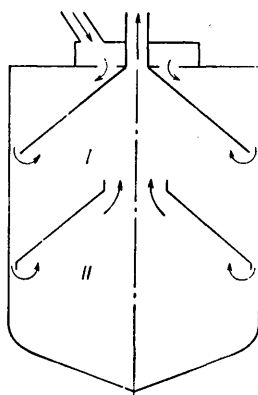


Рис. 2

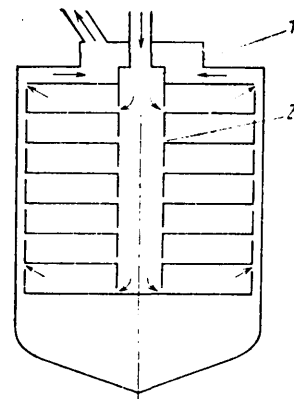


Рис. 3

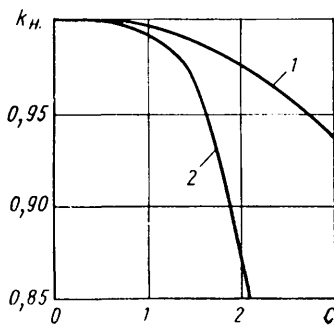


Рис. 1

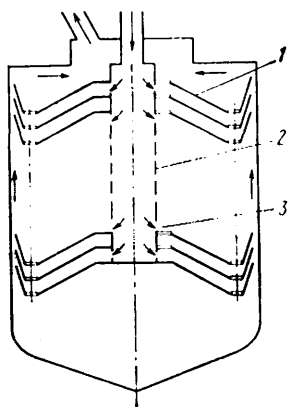


Рис. 4

большее число параллельных отстойных зон (обычно 8—10). Разделение потока очищаемого топлива на ряд параллельных ветвей со своими поверхностями осаждения приводит к уменьшению высоты слоя осаждаемых частиц загрязнителя и, соответственно, повышению пропускной способности при той же полноте очистки. Однако прирост пропускной способности отстойника типа ОЛ не пропорционален приросту числа отстойных зон. Это связано с уменьшением эффективной площади осаждения зон за счет ребер, образующих лабиринты. По данным ЦНИТА, уменьшение площади зон в сравнении с ее возможной величиной достигает 20—25%, а оценочный

показатель k_f составляет 0,76—0,77 (табл. 1).

Распределительный узел отстойника типа ОЛ состоит из центрального канала 1 и отверстий 2 и обеспечивает достаточно равномерное распределение очищаемого топлива по зонам ($k_H = 0,997 \div 1$), поскольку относительное сечение распределительных отверстий мало (0,08—0,12), а сами отверстия есть в каждой отстойной зоне.

Конструктивная сложность лабиринтных ячеек, образующих пакет отстойных зон, и необходимость периодической разборки отстойника для очистки ячеек от осадка явились, по-видимому, основными причинами, препятствовавшими применению отстойников типа ОЛ в автотракторных дизелях.

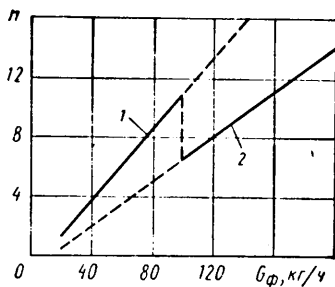


Рис. 5

Базовый отстойник	Параметры и показатели проектируемых отстойников						
	n	G_{Φ} , кг/ч	f_0 , мм ²	f_K , мм ²	C	Δp_p , Па	k_H
ФГ-25	4	40	11,3	62	0,73	300	~ 1
	6	60	11,3	62	1,09	265	0,995
	8	5/60	11,3/6	62/63,5	1,46/0,945	248/606	0,99/0,986
	10	90	11,3	62	1,82	235	0,982
	11	100	11,3	62	2	227	0,98
ФГ-40	8	120	17	119	1,14	300	0,994
	10	145/120	17/7,5	119/113	1,43/0,8	281/985	0,99/~ 1
	12	175	17	119	1,71	277	0,985
	14	200	17	119	2	261	0,98

Таблица 2

Более простой, по сравнению с отстойниками типа ОЛ, является конструкция отстойника ОП, в котором повышения пропускной способности добились также за счет разделения внутренней полости на ряд параллельных отстойных зон (рис. 4), которые образованы фигурными кольцевыми пластинами 1, установленными на центральной трубке 2 с распределительными отверстиями 3. Число параллельных отстойных зон увеличено до 13.

Недостаток отстойника этого типа тот же, что и у отстойника ОЛ, т.е. непропорциональность между приростом пропускной способности и числом отстойных зон, но причина здесь другая — высокая неравномерность распределения очищаемого топлива по отстойным зонам. Если использование площади осаждения его достаточно высокое ($k_f \sim 1$), то потеря прироста пропускной способности за счет неравномерности достигает 13% (табл. 1). В отстойнике типа ОП распределительный узел не выполняет свою функцию. Это связано с тем, что для 13 отстойных зон в его центральной трубке предусмотрено всего 6 рядов распределительных отверстий 3 с достаточно большим относительным сечением (0,33).

Таким образом, проведенный анализ позволяет заключить, что секционирование внутренней полости топливного отстойника на ряд параллельных отстойных зон является эффективным путем повышения его пропускной способности без увеличения габаритов и снижения полноты очистки топлива. Вместе с тем в применяемых и предлагаемых отстойниках для дизелей не полностью используются резервы повышения пропускной способности. Решение проблемы видится в следующем.

В качестве базовых целесообразно принять стандартные отстойники типа ФГ, но оснащенные распределительным узлом с пакетом пластин достаточно простой конструкции, как, например, в отстойнике типа ОП. При подборе распределительного узла необходимо предварительно установить предельное значение комплекса C его конструктивных параметров. Например, для отстойника с периферийным подводом очищаемого топлива можно принять $C=2$. Благодаря периферийному подводу пропускная способность отстойника повысится на 11%.

Вторая задача — подбор перепада давления в элементах распределительного узла. Как известно, перепад давления в отстойнике не должен превышать 981 Па (ГОСТ 15048—76). В то же время анализ показывает, что в топливных отстойниках автотракторных дизелей на распределительный узел приходится в среднем около 30% этого перепада, т.е. ~300 Па. Распределять его нужно так, чтобы он был одинаковым для каждой отстойной зоны, кроме наиболее нагруженной, которая при периферийном подводе топлива расположена у открытого конца отвода канала.

Заключительный этап подбора распределительного узла, обеспечивающего высокую пропускную способность отстойника и унифицированного по базовым деталям с отстойником типа ФГ, состоит в следующем.

Первоначально, задавшись необходимой пропускной способностью отстойника, определяют необходимое число параллельных отстойных зон. Делается это при помощи графика, приведенного на рис. 5, где показаны зависимости числа таких зон от пропускной способности для базовых отстойников ФГ-25 (кривая 1) и ФГ-40 (кривая 2).

Максимальное число зон, из условия их размещения в камере отстойника, не должно превышать 12—14. При этом отстойники с пропускной способностью ≤ 100 кг/ч целесообразно создавать на базе отстойника ФГ-25, имеющего меньшие габаритные размеры и металлоемкость.

Затем определяется суммарное проходное сечение f_0 распределительных отверстий одной отстойной зоны (оно равно $1,13G_{\Phi}/n$).

И, наконец, из соотношения $C = n f_0 / f_K$ при $C=2$ находят площадь поперечного сечения центрального канала (мм²) при максимальном числе отстойных зон в каждом типоразмерном ряду отстойников (это обеспечит условие $k_H \geq 0,98$ для отстойников всего ряда).

По данной методике был проведен подбор конструктивных параметров распределительного узла для двух типоразмерных рядов дизельных отстойников, выполненных на базе ФГ-25 и ФГ-40. Результаты расчета параметров отстойников приведены в табл. 2 (в знаменателе, для сравнения, даны значения параметров отстойников ОЛ-60 при пропускной способности, равной 75 кг/ч и ОЛ-120 — при 145 кг/ч).

Из таблицы видно, что, хотя сечения центрального канала в доработанных отстойниках ФГ и ОЛ практически одинаковы, за счет устранения ребер в лабиринтных ячейках и повышения площади осаждения зоны пропускная способность отстойника увеличивается. Кроме того, в отстойниках типа ОЛ сечения распределительных отверстий почти вдвое меньше, что является причиной недопустимо высокого перепада давления в этих отстойниках.

Если сравнить предлагаемые отстойники с отстойниками типа ОП, имеющими высокую неравномерность распределения топлива по зонам, то первые имеют более высокую пропускную способность и меньшие перепады давления.

УДК 629.113.073.286:621.43.018.3

Проблемы и резервы экономии топлива на автотранспорте

Канд. техн. наук В. Ф. КУТЕНЕВ, А. А. ТОКАРЕВ

Центральный научно-исследовательский автополигон НАМИ

ЭКОНОМИЯ топливно-энергетических ресурсов — важная задача, которая стоит в настоящее время перед народным хозяйством, в том числе и перед автомобильной промышленностью и автомобильным транспортом. Поэтому сейчас практически все объединения, предприятия и соответствующие организации отрасли разрабатывают комплексные планы по совершенствованию конструкции как новых и модернизируемых, так и серийно выпускаемых моделей АТС. Одной из главнейших составляющих этих планов является именно повышение топливной экономичности.

Таковы тенденция и требование времени. Чтобы их реализовать, нужно, очевидно, основываться на эффективной методологической основе, позволяющей разрабатывать наиболее эффективные мероприятия по повышению топливной экономичности автомобильной техники. Такой основой, на наш взгляд, может быть примерно следующая: анализ топливного баланса конкретной модели АТС; выявление резервов снижения расхода топлива; определение мероприятий, позволяющих использовать выявленные резервы, и очередности их выполнения — по степени важности (эффективности); реализация мероприятий. Рассмотрим предлагаемую методологию на примере дизельного автопоезда.

Анализ его топливного баланса показывает (рис. 1), что энергия топлива при движении автопоезда используется следующим образом: на преодоление потерь в двигателе — 68%, в том числе потерь термодинамических — 55,5%, механических — 8% и эксплуатационных — 4,5% (соответственно зоны 1—3) и в трансмиссии — 3,5% (зона 4). На качество тратится 18% топлива (зона 5), преодоление сопротивления воздуха — 6% (зона 6). Потери, связанные с преодолением инерционных сил движения, составляют 4,5% (зона 7). Эти соотношения — усредненные, они изменяются в зависимости от режима движения. Но в целом они достаточно близки к реальным, поэтому их можно использовать для оценки важности и определения очередности проведения работ по совершенствованию конструкции АТС, что и было сделано для одного из дизельных автопоездов. Работа проводилась на ЦНИАП НАМИ.

Так, в данном конкретном случае по степени важности на первом месте стоят потери в двигателе, за ними идут шины, аэродинамика, характеристика масс, трансмиссия. Но, например, на режиме разгона характеристика масс по степени важности перемещается на второе место. Изменение величины

среднеинтегрального расхода топлива (после выполнения некоторых конструктивных мероприятий) для случая равномерного движения автопоезда в интервале скоростей 40—80 км/ч приведено в таблице.

Мероприятия, снижающие расход топлива	Среднеинтегральный расход топлива		Снижение расхода топлива, %
	л/100 км	%	
Диагональные шины, $i_0=7,22$	49,6	100	0
Раднальные шины:			
P1, $i_0=6,79$	46,4	93	7
P2, $i_0=6,17$	45,1	91	2
P2, $i_0=6,17$	40,6	82	9
Улучшенный прицеп (шины и i_0 те же)	39,7	80	2
Повышенный КПД трансмиссии (шины и i_0 те же)	38,6	78	2
Улучшенная характеристика дизеля (шины и i_0 те же)	37,1	75	3

Из таблицы видно, что за счет перечисленных в ней мероприятий среднеинтегральный расход топлива автопоездом удалось снизить на 25%, в том числе за счет шин и передаточного числа ведущих мостов — на 18%.

В целом же результаты испытаний свидетельствуют, что показатели топливно-скоростных свойств АТС можно повысить примерно на 4—6% за счет снижения на 10% каждого из следующих параметров: полной массы, коэффициента сопротивления качению и коэффициента аэродинамического сопротивления.

Интересна «физика» влияния передаточного числа i_0 главной передачи на топливную экономичность АТС. Это влияние хорошо видно из рис. 2, где показан топливный баланс дизельного городского автобуса: суммарный расход топлива автобусом (кривые 3), а также расход топлива на преодоление потерь в двигателе, включая потери на привод вспомогательных агрегатов (кривые 2), с уменьшением передаточного числа заметно уменьшаются, но доля расхода топлива на преодоление внешних сопротивлений движению (кривые 1) практически остается стабильной. Другими словами, общий расход топлива изменяется за счет потерь на трение в двигателе. Основанные на этом рекомендации ЦНИАП НАМИ по оптимизации передаточных чисел трансмиссии (выбор такого передаточного числа главной передачи, при котором суммарное число оборотов коленчатого вала двигателя на единицу пути, а следовательно, и потери на трение в двигателе минимальны) позволили уменьшить расход топлива автобусом при скорости движения, равной 60 км/ч, на 22%.

Топливная экономичность автотранспортных средств с каждым годом повышается. В частности, на легковых автомобилях зарубежных фирм статистический уровень расхода топлива за 1977—1982 гг. снизился примерно на 11—15%, а по отдельным моделям — даже больше. Аналогичные результаты получены и на новых моделях отечественных легковых автомобилей ЗАЗ, ВАЗ и АЗЛК. В целом за десятилетие (1970—1980 гг.) уровень расхода топлива серийными легковыми автомобилями снизился примерно на 20% и следует ожидать, что за текущее пятилетие (1980—1985 гг.) снижение составит еще 10%. Возможен и дальнейший прогресс за счет различных конструктивных мероприятий: в комплексе они могут обеспечить к 1990 г. примерно 30%-ную экономию топлива относительно уровня 1980 г.

Так, по данным зарубежных фирм, применительно к легковым автомобилям апробирован следующий примерный перечень мероприятий, обеспечивающий снижение (в %) расхода

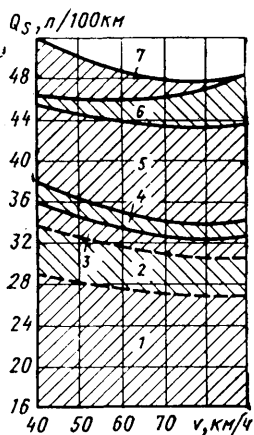


Рис. 1

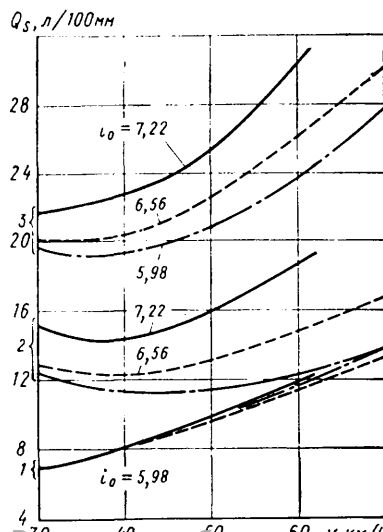


Рис. 2

Уменьшение снаряженной массы	3—5
Повышение экономичности карбюраторных ДВС	До 25
Повышение степени сжатия и обеднение рабочей смеси	До 15
Уменьшение габаритных размеров ДВС	До 10
Совершенствование системы питания, процессов наполнения, сгорания и т. п.	До 10
Внедрение микропроцессоров	До 8
Применение послонного смесеобразования	6—12
Оптимизация параметров трансмиссии (средоточных чисел)	5—7
Применение бесступенчатых механических (гидромеханических) трансмиссий	До 16
Повышение качества шин (снижение коэффициента сопротивления качению)	До 15
Улучшение аэродинамических характеристик	До 5—7
Оптимизация режимов движения (внедрение рациональных приемов вождения)	До 12—15

Аналогичные перечни существуют для грузовых автомобилей (автопоездов) и автобусов. В частности, для грузовых автомобилей и автопоездов разрабатываются хорошо обтекаемые кабины и кузова, шины с уменьшенным коэффициентом сопротивления качению (радиальные, металлокордные, широкопрофильные), снижающие расходы топлива на 10—15%, низкооборотные двигатели высокой приспособляемости, что обеспечивает снижение расхода топлива еще на 8—10%, и т. д.

Но особо большое внимание специалисты уделяют вопросам совершенствования двигателей всех типов АТС. И это вполне обоснованно: у современного бензинового двигателя легкового автомобиля полезный расход топлива (реализуемый на колесах) даже при оптимальных режимах движения не превышает 20% общего расхода. А при обычной езде — и того меньше. Это видно из приведенного ниже примера топливного баланса для одного из легковых автомобилей, полученного при езде по смешанному циклу «город — шоссе».

Составляющие расхода топлива	Доля общего расхода, %
Тепловые потери:	
с отработавшими газами	33
в систему охлаждения	29
Механические и гидравлические потери:	
на трение в двигателе	7
гидравлические в двигателе	6
в трансмиссии	3
Непроизводительная работа двигателя на:	
режиме холостого хода	4
принудительном холостом ходу	3,5
Потери на привод вспомогательных агрегатов:	
генератор	0,5
компрессор	0,5
водяной насос	0,5
вентилятор	0,5
На получение полезной мощности на колесах	12,5

Ряд причин непроизводительных затрат топлива может быть относительно легко устранен за счет внедрения различных конструктивных и технологических мероприятий. Так, все большее распространение получает система «экономойзера принудительного холостого хода», позволяющая экономить в городских условиях движения в среднем 3—5% топлива. Начинает широко применяться система «стоп-старт», исключающая непроизводительные затраты топлива при работе двигателя на холостом ходу у перекрестков. Оптимальное регулирование систем питания и зажигания на режимах малых и средних нагрузок, внедренное на отечественных и зарубежных автомобилях, позволило уменьшить потери с отработавшими газами и, как следствие, снизить расходы топлива при движении в условиях города на 10—15%. До 5—10% снижения расхода топлива могут дать оптимизации регулировок систем питания и зажигания при помощи ЭСАУ. При этом следует отметить, что применение электроники само по себе (управление цикловой подачей топлива или углом опережения зажигания по жесткому алгоритму) может и не дать положительного эффекта. Например, опыт исследований автомобилей с отечественными и зарубежными ЭСАУ показал, что для реализации возможностей электроники необходимо одновременно увеличивать степень сжатия и применять «гибкую» программу регулирования систем зажигания и питания по «границе детонации» (с учетом различных факторов эксплуатационного состояния двигателя, в том числе температуры). На 3—5% могут быть уменьшены расходы топлива и за счет уменьшения механических потерь в двигателе (периодическое отключение вентилятора, применение улучшенных моторных масел).

Анализируя особенности перспективных автомобилей, создаваемых в настоящее время различными фирмами, можно сделать вывод о том, что все они первоочередным делом считают улучшение рабочих процессов двигателя на частичных режимах.

Действительно, если термические, индикаторные и механические потери на режимах частотных нагрузок довести до уровня номинального режима, то для обеспечения движения, например, легкового автомобиля малого класса по европейскому ездовому циклу потребуется примерно 3,9 л бензина на 100 км пути, т. е. в 2,5 раза меньше, чем расходует сейчас. Перспективное направление работ по снижению механических потерь на режимах частичных нагрузок — двигатель с отключением

цилиндров, уменьшение индикаторных потерь на постоянных режимах средствами оптимизации рабочего процесса (с расщеплением заряда и т. п.). Здесь резерв экономии топлива может составить 15—20%. Уменьшение за счет тех же средств потерь на режимах разгона может дать до 20—25% экономии топлива. Определенные резервы есть и в снаряженной массе автомобилей.

Хорошим стимулом для совершенствования конструкции отечественных АТС всех типов стали, как свидетельствует опыт, разработанные ЦНИАП НАМИ и введенные в действие с 1978 г. перспективные требования к уровню расходов топлива для АТС всех типов, в которых за основу нормирования был принят достигнутый на 1977—1978 гг. среднестатистический уровень расходов топлива выпускаемой автомобильной техники. При разработке учитывались тип АТС и двигателя (бензиновый, дизель), полная масса, режимы движения и технический уровень модели (выпускаемая, разрабатываемая). При этом использовались статистические зависимости (тенденции изменения по годам) расходов топлива от полной массы (для грузовых автомобилей и автобусов) и от рабочего объема двигателя (для легковых автомобилей), в том числе и с учетом лучшего зарубежного опыта. Нормируемые показатели соответствуют режимам движения: для грузовых автомобилей (автопоездов), междугородных и туристических автобусов — скорости 60 и 80 км/ч; для городских автобусов — 40—60 км/ч; для автомобилей полной массой до 3,5 т — 90 и 120 км/ч, а также городской цикл на стенде с беговыми барабанами. Для оценки достигнутого уровня топливной экономичности данной модели АТС результаты испытаний сопоставляют с заданным уровнем.

На современном этапе решение задач повышения уровня топливной экономичности, производительности и снижения уровня токсичности АТС немыслимо без совершенствования методов и средств их испытаний и исследований. Поэтому в ЦНИАП НАМИ разработан и освоен широкомасштабный методологический комплекс для испытаний и исследований топливной экономичности, токсичности и производительности АТС с использованием уникальной измерительной аппаратуры и ЭВМ. Заметное место в нем занимают экспериментально-расчетные методы исследований и оптимизации конструктивных параметров, основанные на комплексном подходе к их оценке и технологии массовых ускоренных полигонных испытаний. Разработанные на полигоне ездовые циклы выгодно отличаются от европейского и американского простотой своей структуры и возможностью использования обычной измерительной аппаратуры. Важно, что на их базе была разработана и в 1981 г. утверждена Минавтопромом межотраслевая методика определения так называемых базисных расходов топлива для автомобилей всех типов, которая позволяет с большей достоверностью и оперативностью оценивать уровень топливной экономичности АТС, эффективность конструктивных изменений, а также разрабатывать линейные эксплуатационные нормы.

Значительные резервы экономии топлива существуют в сфере эксплуатации. Это, прежде всего, поддержание АТС в технически исправном состоянии, систематическое и квалифицированное проведение диагностических, регулировочных и ремонтных работ. Из опыта эксплуатации известно, что повышенный расход топлива вызывают, в частности, следующие неисправности и нарушения регулировок.

Неисправность	Увеличение расхода топлива, %
Неправильная установка угла опережения зажигания: при движении на загородном маршруте	3—4
при интенсивном движении в городе	До 8—10
Неработоспособная свеча	До 15—20
Неправильная установка зазора в контакте прерывателя	До 10
Смолистые отложения в карбюраторе и трубопроводах системы питания, нагар в цилиндрах двигателя	7—8
Нагар в камере сгорания (нарушение теплового режима двигателя)	8—10
Нарушение регулировок системы питания	До 15—20
Неисправности поплавкового механизма карбюратора, износ деталей привода ускорительного насоса, неисправности экономайзера	До 8—12
Нарушение герметичности (плотности прилегания) клапанов системы газораспределения двигателя	До 15
Повышение уровня масла в картерах двигателя, коробки передач и ведущего моста	До 5
Сниженное давление в шинах	До 10—15

Немаловажный фактор, снижающий расход топлива, — умелое управление автомобилем, соблюдение оптимальных режимов его эксплуатации. К ним относятся: минимум разгонов и торможений, сокращение непроизводительной работы двигателя на холостом ходу, снижение частоты вращения коленчатого вала, прогрев и поддержание нормального теплового режима работы двигателя и других агрегатов, контроль пути выбега (показатель механических потерь), рациональное пользование передачами и т. п.

В последнее время проблема топливной экономичности все чаще рассматривается в комплексе с проблемой токсичности отработавших газов автомобилей. И это правильно, поскольку наиболее значимые по массе вредные вещества (окиси углерода и углеводороды), выбрасываемые двигателем, являются продуктами неполного сгорания.

Поэтому большинство мероприятий, внедренных с целью уменьшения выброса окиси углерода и углеводородов, способствует реальному снижению расхода топлива. Однако следует помнить, что в зарубежной практике отмечены случаи, когда противотоксичные мероприятия приводят к ухудшению топливной экономичности АТС. Так, применение каталитических систем нейтрализации окиси углерода и углеводородов с

принудительной подачей дополнительного воздуха на дожигание ухудшает показатели топливной экономичности на 5—7%, а показатели систем рециркуляции отработавших газов с целью снижения содержания окислов азота в них — до 10—15%. Что касается отечественного автомобилестроения, то здесь все реализованные противотоксичные системы (например, экономайзер принудительного холостого хода) не только не ухудшали топливную экономичность АТС, а, наоборот, улучшили ее.

Таким образом, проблемы топливной экономичности АТС достаточно сложные. Их решение требует комплексного подхода, совместных усилий производителей и потребителей автомобильной техники.

УДК 629.114.5.011.5.002.72

Модульная сборка кузовов автобусов

Канд. техн. наук Н. И. ВОРОНЦОВА, В. С. ВОРОНИНА

НАМИ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ и сборка кузовов автобусов — весьма сложный, дорогостоящий и длительный технологический процесс. Все это заставляет искать новые методы их создания и сборки, а также новые материалы для изготовления. И один из таких методов — применение модульных конструкций.

Модульная конструкция — это такая система, когда при помощи стандартных составных модулей конструируются кузова автобусов нескольких типоразмеров. Она позволяет осуществлять стандартизацию и унификацию узлов, сборочных приспособлений, применять новые материалы (алюминиевые сплавы, трехслойные панели, армированные стеклопластики), избавляет от необходимости окрашивать автобусы. Но основные ее преимущества — наличие меньшего числа отдельных элементов конструкции кузова, возможность получения гладких поверхностей и стойкость к коррозионным воздействиям.

Правда, наряду с неоспоримыми достоинствами модульные конструкции имеют и свои недостатки: неизбежное дублирование некоторых элементов и трудность их подгонки при сборке. Но эти недостатки компенсируются достоинствами, поэтому модульными конструкциями занимаются во всех странах. В частности, у нас — еще с начала 70-х гг.

Например, в те годы была проведена эскизная проработка конструкции такого кузова (см. рисунок) и разработана технология его изготовления из трехслойных крупногабаритных панелей, которые должны поставляться заводом-изготовителем в законченном с точки зрения технологии виде, исключая процесс окраски и внутренней отделки. Панели должны были соединяться клеем или сваркой.

Масса такого кузова длиной 7 м оказывалась на 400 кг меньше, чем кузова в цельнометаллическом исполнении.

Один из принципов унификации модульных кузовов — идентичность сборочных узлов. Он разрешает вести сборку кузовов различных модификаций автобусов в едином технологическом потоке завода. Чтобы его реализовать, членение кузовов всего конструктивно-унифицированного ряда должно быть тщательно продуманным с учетом того, что при модульной схеме конструирования унифицируются секции кузова, его блоки, узлы и детали автобуса.

Примером такой конструкции может служить автобус RTS-II фирмы GMS (США). В конструкции его кузова применены цельковые взаимозаменяемые модули (5—6 модулей высотой

1,52 м) с каркасом из коррозионно-стойкой стали, на обоих концах которых предусмотрены торцевые узлы, соединяемые сваркой. Наружные панели кузова штампуются из фиброгласа и крепятся к каркасу односторонними заклепками. Панели нижней части — также из фиброгласа, но усилены акрилом и крепятся болтами. Конструкция отличается высокой коррозионной стойкостью.

В ней имеется три базисных группы модулей: передняя, задняя и средняя. Различий между правой и левой сторонами модуля нет. Длина автобуса (12,2; 10,7 и 9,1 м) определяется числом модулей средней группы.

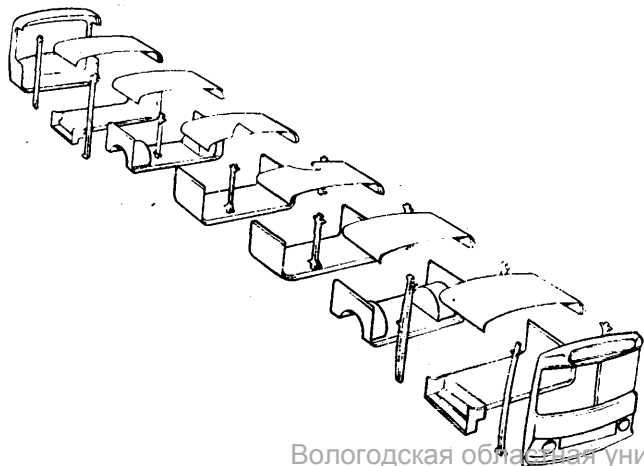
В модульной конструкции автобуса «Нэшнл», выпускаемого английской фирмой «Лейленд», смодулированы передняя и задняя части кузова, основание дверей, арочная часть с основанием передней и задней осей. Эти части стандартны для всех трех предусмотренных длин автобусов. Сборка остальных деталей осуществляется со стандартизованными отштампованными деталями-стойками и армированными элементами. Причем процесс стандартизации распространяется и на сборочные приспособления.

Примером унификации узлов и деталей автобуса может служить автобус «Грумман Флексибл-870» (США). Его шасси образуют два модуля: передний и задний. В передний входит группа передней подвески с осью колес, а также рулевое управление; в задний — группы двигателя и коробки передач, задний мост, задняя ось с колесами и бак с топливом. Отдельно собираются передняя и задняя части кузова, крыша, боковины и основание с полом. При сборке боковин используется клей, накладываемый на месте соединения деталей. Он не только склеивает, но и блокирует крепления. Для конструкции элементов крыши и пола характерна многослойная структура из алюминия с сердцевинной из полнуретана. Основание и крыша связаны жестко с боковинами, образуя кузов типа «монокок». Использовано свыше 40 типов алюминиевых профилей.

Шведской фирмой «Скания» выпускаются шасси K82 и K112 для автобуса модели GB-112 с задним расположением двигателя. Основание шасси — модульного типа. Оно состоит из трех самостоятельных модулей: переднего, среднего и заднего, причем передний и задний идентичны, а средний сменный. Последний может быть рамным модулем (в случае городского варианта эксплуатации) или представлять собой решетчатое основание, образующее багажное отделение (для автобусов междугородного и пригородного исполнения). Длина его может быть разной.

Собственно кузов при рамном модуле (городской вариант) имеет три двери, при решетчатом-ферменном (пригородно-междугородный вариант) — две. Двери в городском варианте шире, а все другие (при одной длине среднего модуля) узлы кузова конструктивно почти одинаковы.

Упрочнением существующих конструкций кузовов без увеличения их массы при снижении трудоемкости изготовления занимается объединение английских инженеров — так называемая группа проектирования несущих систем. Ею предложены прототип кузова автобуса с различным набором длин, состоящий из гнутых стальных профилей и полиуретановых панелей, прикрепленных болтами к обычному стальному шасси. Предложен и комплексный кузов, состоящий из модульных панелей только двух типов — одного для боковин, другого для крыши. Передняя и задняя части автобуса изготавливаются из стеклопластиков, а модульные панели — из жесткого полнуретана и стального каркаса с самообразующейся поверхностной пленкой. Трудоемкость изготовления одной панели составляет



1 чел.-ч, процесс инъекторной заливки — 10 мин, т. е. трудоемкость снижается почти на 80%.

Группа работает в контакте с фирмами «Волво», «Форд» и «Альфа Ромео».

Следует отметить, что основное свойство кузова — его собственная масса. Чем она меньше, тем лучше, но — в разумных пределах: минимальной при этом должна быть стоимость и

материала, и его обработки. Эти условия обеспечиваются, если отношение массы кузова (без оборудования, интерьера и стекол) к его длине составляет 200—225 кг/м, к площади пола — 80—90 кг/м², а к объему кузова — 38—45 кг/м³. Соотношение предложенных конструкций ниже указанных цифр на 5—10%.

УДК 629.113-585-539.4.012.1

Нагруженность трансмиссии тягачей с заблокированным приводом

Б. М. ТВЕРСКОВ, В. А. ШАШИН, Я. М. ШИТМАН

Курганский машиностроительный институт

В КОНСТРУКЦИИ современного полноприводного автомобиля обычно имеется значительное число межосевых и межколесных дифференциалов (например, в трансмиссии МАЗ-535 — семь, в трансмиссии МАЗ-537 — шесть). Некоторые из массовых отечественных грузовых трехосных автомобилей также выпускаются с дифференциалами между вторым и третьим мостами. Их наличие, как известно, сказывается не только положительно (нет циркуляции мощности, снижается расход топлива), но часто ведет к появлению ряда отрицательных качеств автомобиля (уменьшается проходимость, увеличиваются стоимость, износ и т. д.). Рассмотрим, как это проявляется, на двух конкретных тягачах — четырехосном МАЗ-537 и двухосном КЗКТ-538Д.

Оба тягача работают в основном при больших нагрузках и силах тяги. Высокая надежность и хорошая проходимость для них — важнейшие качества. Между тем именно дифференциалы в приводах мостов и колес нередко являются причиной вынужденных остановок. Поэтому их блокирование в определенных условиях движения или устранение некоторых дифференциалов из конструкции трансмиссий могло бы стать одним из путей повышения эксплуатационной надежности тягачей.

Таковы общие соображения. Рассмотрим, что выявил эксперимент.

При заблокированном дифференциале между третьим и четвертым мостами тягача МАЗ-537 расход топлива, износ покрышек остаются практически такими же, что и при незаблокированном. В случае, если блокируется также дифференциал между первым и вторым мостами, при движении тягача без прицепа по ровной асфальтированной дороге с небольшими поворотами крутящие моменты на всех колесах тягача оказываются незначительными (табл. 1). Тянущими при этом являются колеса двух задних мостов (из-за того, что передние колеса нагружены сильнее). После разблокирования дифференциала в раздаточной коробке крутящие моменты на полуосях выравниваются. При движении с полуприцепом на грунтовой дороге, а также на дороге с подъемом и при разгоне на горизонтальной асфальтированной дороге крутящие моменты на полуосях всех восьми колес тягача имеют сравнительно большую величину и положительны, в том числе при заблокированном дифференциале в раздаточной коробке. При движении без полуприцепа по кругу с минимальным радиусом и заблокированном дифференциале в раздаточной коробке, но незаблокированном между первым и вторым мостами кру-

тящие моменты на полуосях задней тележки положительны, а передней — отрицательные (колеса становятся тормозящими). После блокирования дифференциала между первым и вторым мостами положительными становятся крутящие моменты на полуосях второго моста, а первый мост автоматически отключается. При движении по кругу с полуприцепом крутящие моменты на всех полуосях первого и второго мостов либо положительны, либо равны нулю на полуосях первого моста. Так как тягач МАЗ-537 предназначен для эксплуатации с полуприцепом, заводу-изготовителю было предложено убрать дифференциал между первым и вторым мостами во избежание отключения первого моста и остановки тягача при разблокированном дифференциале в раздаточной коробке.

Тягач КЗКТ-538Д предназначен для работы с землеройными орудиями (бульдозером, путепрокладчиком и т. п.) и может тянуть прицеп по различным дорогам. Трансмиссия его содержит отключаемый передний мост с коническим дифференциалом и постоянно включенный задний мост с дифференциалом типа муфты свободного хода. Межмостовой дифференциал отсутствует. Из-за необходимости обеспечения минимальных скоростей при работе с землеройными орудиями (200—300 м/ч) передаточные числа трансмиссии весьма велики. Поэтому колеса тягача постоянно пробуксовывают, что ведет к повышенному износу деталей дифференциалов мостов. В результате после некоторого времени эксплуатации могут иметь место случаи самоотключения полуосей заднего моста под нагрузкой, а следовательно, ударные нагрузки в трансмиссии.

Очевидно, при землеройных работах дифференциал заднего моста желательнее блокировать.

При движении тягача на поворотах в условиях обычных дорог дифференциал типа муфты свободного хода всегда отключает полуось внешнего колеса; на прямых дорогах, если крутящие моменты небольшие, отключается то одна, то другая полуось. Таким образом, при отключенном переднем мосте тягач перемещается за счет лишь одного заднего колеса. В связи с этим представляется целесообразным заменить дифференциал заднего моста на шлицевую муфту, которая отключала бы полуось при движении по сухим дорогам и подключала ее при работе с землеройными орудиями, а также на скользких дорогах и при необходимости обеспечить максимальные тяговые усилия.

Результаты тензометрических исследований трансмиссии тягача КЗКТ-538Д приведены в табл. 2. Как из нее следует, левая и правая полуоси заднего моста с заблокированным

Таблица 1

Режим движения	Крутящий момент, Н·м					
	Первый мост	Второй мост	Левая полуось третьего моста	Правая полуось третьего моста	Левая полуось четвертого моста	Правая полуось четвертого моста
Прямолинейное движение по горизонтальному шоссе; скорость 50 км/ч: дифференциал между первым и вторым мостами не заблокирован	100/500	100/500	150/500	150/500	150/500	150/500
	100/500	100/500	150/500	150/500	150/500	150/500
Движение по кругу с минимальным радиусом направо на асфальтированной площадке; скорость 5 км/ч: дифференциал между первым и вторым мостами не заблокирован	0/0	500/700	0/0	400/500	0/0	600/1000
	—400/0	800/700	0/0	300/500	0/0	500/900

Примечания: 1. В числителе — крутящие моменты на полуосях тягача без прицепа, в знаменателе — с прицепом.

2. Величины крутящих моментов на левой и правой полуосях первого и второго мостов одинаковы.

3. При движении тягача по кругу налево крутящие моменты на полуосях третьего и четвертого мостов меняются местами.

дифференциалом на прямых дорогах и дорогах с небольшими поворотами нагружены практически одинаковыми крутящими моментами. Значительная разница крутящих моментов наблюдается лишь при движении по кругу с минимальным радиусом на асфальтированной дороге. В этом случае на внутреннем по отношению к центру поворота колесе действует положительный момент, а на внешнем — отрицательный, причем первый больше второго на 30—50%. Такое же соотношение крутящих моментов на полуосях заднего моста с заблокированным дифференциалом наблюдается при повороте тягача на 90°. Стабилизация моментов в этих случаях происходит довольно быстро (через 1,5—2 оборота колеса), и далее они остаются постоянными на протяжении всего времени движения по кругу.

Таблица 2

Режим испытаний	Крутящий момент, Н·м			
	Левая полуось переднего моста	Правая полуось переднего моста	Левая полуось заднего моста	Правая полуось заднего моста
Движение по горизонтальному асфальтированному шоссе; передний мост отключен, III передача в коробке передач, высшая передача в дополнительной коробке; скорость 35—40 км/ч; дифференциал не заблокирован	0	0	700	700
дифференциал заблокирован	0	0	700	700
Движение по кругу с минимальным радиусом направо на асфальтированной площадке; передний мост отключен; I передача в коробке передач, высшая передача в дополнительной коробке; скорость 5 км/ч; дифференциал не заблокирован	0	0	0	1500
дифференциал заблокирован	0	0	-1900	+3500
Движение по кругу с минимальным радиусом направо на асфальтированной площадке, передний мост включен, I передача в дополнительной коробке, скорость 5 км/ч; дифференциал не заблокирован	-800	-800	0	+3200
дифференциал заблокирован	-500	-500	-1700	+4000
Рытье котлована, I передача в коробке передач, низшая передача в дополнительной коробке; дифференциал не заблокирован	Колеса переднего моста отрываются от опорной поверхности		+9000	+9000
дифференциал заблокирован	То же		+9000	+9000

Если дифференциал заднего моста не заблокирован, то при движении на повороте полуось внешнего колеса отключает-

ся, а на полуоси внутреннего колеса появляется крутящий момент, близкий по величине к моменту при заблокированном дифференциале. В этом случае они превышают такие же моменты на горизонтальных площадках в 1,7—1,8 раза и не зависят от того, заблокирован дифференциал или нет.

Испытания тягача с заблокированным межколесным дифференциалом заднего моста и со сниженным давлением в шине одного из колес этого моста показали, что на полуоси колеса со сниженным давлением крутящий момент становится меньше на определенную величину, которая сохраняется довольно стабильно при различных моментах на полуосях. Так при снижении давления с 0,3 до 0,2 МПа крутящий момент на полуоси колеса со сниженным давлением был в среднем на 500 Н·м меньше, чем на полуоси противоположного колеса.

Блокирование дифференциала заднего моста ведет к увеличению минимального радиуса поворота на 7—9%. Устранить этот недостаток можно за счет увеличения углов поворота управляемых колес.

Итак, исследования показали, что блокировка дифференциала между первым и вторым, а также между третьим и четвертым мостами четырехосного тягача МАЗ-537 не приводит к появлению отрицательных моментов на полуосях этих мостов как при прямолинейном движении, так и при движении по кругу с минимальным радиусом и полностью груженным полуприцепом. При движении по кругу без полуприцепа блокирование дифференциала между первым и вторым мостами ведет к тому, что колеса первого моста становятся тормозящими (отрицательные моменты на полуосях, табл. 1).

Разница в крутящих моментах на полуосях тягача с заблокированным дифференциалом между мостами на прямых дорожных участках незначительна.

Таким образом, на колесных машинах типа 8×8, эксплуатируемых в тяжелых дорожных условиях, а также седельных тягачах, предназначенных тянуть полуприцепы с неактивными колесами и массой, в 2—3 раза превышающей массу тягача, необходимость в установке дифференциалов между сближенными первым и вторым, а также третьим и четвертым мостами отсутствует, в том числе и на дорогах с твердым покрытием. На одиночных автомобилях типа 8×8, предназначенных для эксплуатации на дорогах с покрытием, установка дифференциалов между этими мостами желательна.

Блокирование или даже исключение дифференциала в неуправляемом мосту универсального двухосного тягача КЗКТ-538Д, предназначенного для выполнения землеройных и транспортных работ с прицепом, также не ведет к заметному увеличению крутящих моментов на полуосях при движении прямо и с небольшими поворотами, но увеличивает надежность тягача за счет снижения износов и поломок сильно нагруженного дифференциала. Расход топлива и износ шин при этом остаются практически без изменений. На трехосных автомобилях, эксплуатируемых на дорогах с покрытием и в сравнительно легких условиях (без прицепа), необходимость в межмостовом дифференциале очевидна, так как на крутых поворотах полуоси колес передней тележки нагружаются отрицательными крутящими моментами. На землеройных же колесных машинах нужна блокировка всех дифференциалов. Но если такая машина использует на транспортных работах незначительную часть ее ресурса, дифференциалы между мостами и в заднем мосту можно не устанавливать (либо ограничиться установкой в заднем мосту муфты для принудительного отключения одной из полуосей).

УДК 629.113-598:629.113.075

АБС и управляемость автомобиля при торможении

Канд. техн. наук А. Д. ДАВИДОВ, А. А. БАРАШКОВ

Центральный научно-исследовательский автополигон НАМИ

ПОСКОЛЬКУ главной задачей АБС является обеспечение устойчивости управления автомобилем в сочетании с высокой эффективностью торможения в любых реальных условиях эксплуатации, оценка устойчивости управления автомобилями, оборудованными АБС, является одним из основных этапов ее испытаний.

Эффективность применения АБС может быть определена по результатам специальных испытаний, методика проведения которых наиболее полно изложена в РТМ 37.031.021—80. В соответствии с этим документом влияние АБС на устойчи-

вость управления автомобилем оценивается путем сравнения величин предельных скоростей начала торможения с включенной и выключенной АБС при выполнении маневров «переставка» и «поворот». При этом имеет место значительное различие в способе воздействия на орган управления рабочей тормозной системы. Во время торможения с включенной АБС основное внимание водителя сосредоточено на выполнении заданного разметкой маневра, а управление замедлением заключается в воздействии на орган управления рабочей тормозной системы с усилием, обеспечивающим эк-

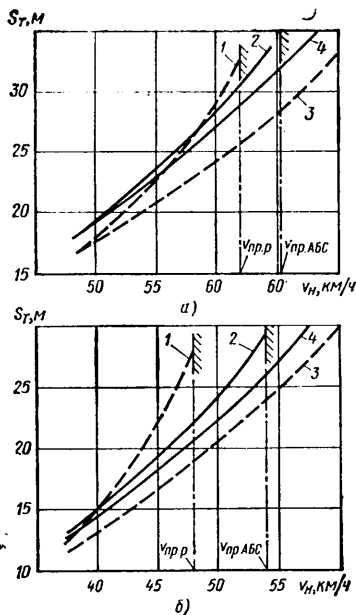


Рис. 1

траектории. С другой стороны, двумя параметрами одновременно снижает надежность управления автомобилем вследствие ограниченных возможностей водителя по переработке полученной информации.

Таким образом, получение сравнительной оценки влияния ABS на устойчивость управления автомобилем в режимах, близких к экстремному торможению, осложняется тем, что без ABS задача управления автомобилем в достаточной степени неопределенная.

Для повышения достоверности получаемых результатов в развитие известных методов на автополигоне НАМИ разработан метод оценки устойчивости управления автомобилями при торможении по характеристикам, представляющим собой зависимости минимальных величин тормозных путей от скорости начала торможения (границы устойчивости управления). Сущность этого метода в следующем.

При проведении испытательных заездов на различных участках по задаваемым траекториям предварительно определяются предельные скорости $v_{пр}$ выполнения маневров без торможения в соответствии с методикой, изложенной в РД 37.001.005—82. Затем выполняется серия контрольных торможений с включенной ABS. Торможения начинаются со скорости, равной $0,8v_{пр}$, с постепенным ее увеличением от заезда к заезду — вплоть до $v_{пр.АБС}$, которая характеризуется потерей устойчивости управления. В каждом из заездов определяется скорость начала торможения и тормозной путь. При построении границ устойчивости управления используются средние арифметические значения тормозного пути для каждой заданной скорости начала торможения.

Аналогичным образом проводится серия заездов с выключенной ABS — с той лишь разницей, что для каждой заданной скорости начала торможения определяется минимальный тормозной путь, при котором автомобиль не выходит за пределы размеченного коридора. Этот путь является зачетным. При достижении предельного значения скорости начала торможения испытания прекращаются. По полученным результатам строятся графики зависимости тормозного пути от скорости начала торможения.

Поскольку для автомобиля с выключенной ABS каждая экспериментальная точка, лежащая на этом графике, является лучшим результатом из серии торможений, то вся зависимость объективно описывает предельные возможности системы «водитель—автомобиль» выполнять задаваемый закон движения при торможении, т. е. является при выбранном режиме управления границей устойчивости при торможении на заданной траектории.

Следующий важный этап оценки эффективности действия ABS — определение ее влияния на устойчивость курсового управления. Такие испытания проводятся на прямолинейных участках с различным значением коэффициента сцепления под левыми и правыми колесами автомобиля — так называемые испытания «микст».

В зависимости от режима выполнения контрольных тор-

рениое торможение. Здесь эффективность торможения определяется работой ABS, а предельная (максимально возможная) скорость начала торможения не зависит от действий водителя по управлению замедлением. При торможении с выключенной ABS задача водителя усложняется, поскольку он должен одновременно управлять траекторией и замедлением автомобиля. Управление замедлением в этом случае заключается в достижении максимальной эффективности торможения, при которой колеса автомобиля еще не блокируются.

Результаты испытаний, полученные при заблокированных колесах, не могут быть использованы для сравнительной оценки влияния ABS на устойчивость управления, так как при этом полностью исключается возможность управления движением автомобиля по задаваемой

необходимостью управления

можений при испытаниях «микст» можно получить либо оценку устойчивости курсового управления как свойства системы «водитель—автомобиль», либо оценку курсовой устойчивости автомобиля.

Для оценки устойчивости курсового управления при испытаниях «микст» контрольные торможения должны проводиться по изложенной выше методике, но с той разницей, что скорость, с которой начинается серия контрольных торможений, не определяется экспериментально, а задается из условий обеспечения безопасности испытаний. При проведении испытаний «микст» с выключенной ABS можно рекомендовать скорости начала торможения: 30—40 км/ч — для грузовых автомобилей и автопоездов, 50 км/ч — для легковых автомобилей. Серию контрольных торможений с включенной ABS для сравнения максимальной эффективности торможения следует начинать с этих же значений начальных скоростей. Далее скорости начала торможения могут быть значительно увеличены.

При оценке курсовой устойчивости автомобиля при испытаниях «микст» водитель не должен оказывать управляющего воздействия на рулевое колесо. При включенной ABS рулевое колесо освобождается либо удерживается в постоянном положении, соответствующем прямолинейному движению. (При выключенной ABS, когда колеса заблокированы, возможность осуществлять управляющее воздействие исключается независимо от действий водителя по управлению рулевым колесом.)

По изложенной выше методике на автополигоне НАМИ были проведены испытания автомобилей и автопоездов, оборудованных ABS. Испытания проводились на участках дорог с сухим и мокрым асфальтобетонным покрытием.

На рис. 1 приведены зависимости минимального тормозного пути от скорости начала торможения седельного автопоезда. Кривые 1 и 2 представляют собой границы устойчивости управления при торможении на траектории «поворот» радиусом 35 м с включенной (сплошные линии) и выключенной (штриховые линии) ABS; кривые 3 и 4 — зависимости минимального тормозного пути от скорости начала торможения на прямолинейных участках. Из рисунка видно, что при малых скоростях начала торможения (45 км/ч — для сухого (а) и 35 км/ч — для мокрого (б) асфальтобетонных покрытий) граничные кривые 1 совпадают с кривыми 3, а граничные кривые 2 — с кривой 4. Это объясняется тем, что автопоезд на коротком тормозном пути не выходит из размеченного коридора даже при потере управляемости, вызванной блокированием колес. Таким образом, в рассматриваемом диапазоне скоростей граничные кривые 1 и 2 характеризуют эффективность торможения на прямолинейных участках. Как видно из рисунка, испытанная ABS снижала эффективность торможения на прямолинейных участках с сухим и мокрым асфальтобетонными покрытиями на 12% и 8% соответственно.

При увеличении скорости начала торможения граничные кривые 1 и 2 проходят выше соответствующих кривых 3 и 4, т. е. имеет место снижение эффективности торможения при движении на траектории «поворот».

При выключенной ABS это объясняется тем, что водитель вынужден снижать величину замедления для сохранения управляемого движения по траектории. При включенной (сплошные линии) ABS снижение эффективности торможения происходит вследствие уменьшения общей тормозной силы при разгрузке колес автопоезда, катящихся по внутренней кривой, что характерно при осевой схеме регулирования ABS по принципу «Селект лоу». Однако прирост тормозного пути при торможении с выключенной (штриховые линии) ABS (кривая 1) значительно выше, чем с включенной ABS (кривая 2). Поэтому кривые 1 и 2 пересекаются, и при дальнейшем увеличении скорости эффективность торможения на траектории «поворот» с включенной ABS выше, чем с выключенной.

Диапазон увеличения скорости начала торможения ограничен значениями скоростей $v_{пр.р}$ (при выключенной ABS) и $v_{пр.АБС}$ (при включенной ABS), являющимися максимально возможными по условиям потери устойчивости управления при торможении на траектории «поворот».

На рис. 2 приведены границы устойчивости управления того же автопоезда,

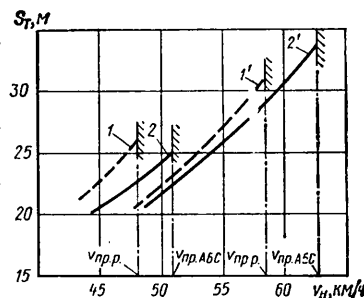


Рис. 2

полученные при торможении на траектории «переставка». Длина участка «переставка» (расстояние до препятствия на полосе движения) составляла 24 м. Торможения выполнялись на мокром (кривые 1 и 2) и сухом (кривые 1' и 2') асфальтобетонных покрытиях.

Анализ границ устойчивости управления при торможении на траектории «переставка» проводится аналогично анализу, выполненному для случая торможения на траектории «поворот».

Из рисунка видно, что границы устойчивости управления как на сухом, так и на мокром асфальтобетонных покрытиях при включенной АБС располагаются ниже и протекают более полого, чем с выключенной АБС. При ее включении увеличиваются также предельные скорости выполнения маневра.

Следует отметить, что характер и взаимное расположение

границ устойчивости управления при торможении могут значительно изменяться для различных объектов испытаний. Однако уменьшение крутизны границы устойчивости управления и увеличение предельной скорости выполнения маневра при включении АБС является необходимым условием для положительной оценки эффективности ее действия.

Предложенный метод оценки дает возможность определить границы устойчивости управления автомобилем в любых дорожных условиях; получить универсальную методику проведения испытаний независимо от траектории испытательного участка и состояния покрытия («поворот», «переставка», «микст»); с большей достоверностью оценивать влияние АБС различных конструкций и схем применения на устойчивость управления автомобилем при торможении; разрабатывать на основании анализа определяемых показателей рекомендации по оптимизации выходных характеристик АБС.

УДК 629.113.075:629.114.4

Влияние задней тележки на маневренность и поворачиваемость трехосных автомобилей

Канд. техн. наук А. П. СОЛТУС, В. Н. БАРУН, Р. А. АЗАМАТОВ

Кременчугский филиал Харьковского политехнического института, Камское объединение по производству большегрузных автомобилей

ИЗВЕСТНО, что центры поворотов управляемых колес автомобиля относительно дорожного покрытия располагаются в контактных отпечатках шин, а у эластичных шин задней тележки — смещены за пределы контактных отпечатков соответствующего колеса. Величина этого смещения зависит от конструктивных параметров тележки, в частности, ее базы. Отсюда — значительные по величине углы кинематических уводов неуправляемых колес, боковые силы и стабилизирующие моменты. Результат действия последних, в свою очередь, — появление дополнительных сил на управляемых колесах автомобиля и связанное с ними изменение траектории движения трехосного автомобиля. Величину дополнительной силы с достаточной для практики точностью можно считать пропорциональной квадрату отношения базы тележки к базе автомобиля.

Так как дополнительная сила при движении управляемых колес по криволинейной траектории складывается с силами, обусловленными наличием развала и сходжения колес, а также действующими на них центробежными силами, то она может стать причиной, из-за которой автомобиль станет неуправляемым. Это особенно вероятно при эксплуатации трехосных автомобилей на дорогах с низким коэффициентом сцепления. Значит, чтобы предотвратить такую опасность, дополнительную силу нужно делать возможно меньшей. Здесь, в принципе, возможны два пути: либо уменьшать базу тележки, либо увеличивать базу автомобиля. Первый путь, очевидно, нереален: база тележки практически задается диаметром ее колес. Второй тоже не всегда возможен, так как увеличение базы трехосного автомобиля при эксплуатации на дорогах с высоким коэффициентом сцепления приводит к увеличению минимального радиуса поворота, а при работе автомобиля на ограниченных площадках этот параметр приобретает весьма существенное значение. К тому же изменение базы автомобиля ведет к перераспределению осевых нагрузок.

Рассмотрим, как данная проблема решается на трехосных автомобилях семейства КамАЗ, у которых база зад-

ней тележки, как известно, равна 1,32 м, а база автомобиля составляет 3,5—4,35 м. Т. е. упомянутое выше отношение квадратов баз находится в пределах от 0,142 до 0,092, а сила на управляемых колесах, обусловленная неуправляемыми колесами задней тележки, изменяется, следовательно, более чем в 1,5 раза и, кроме того, пропорциональна коэффициентам k_y сопротивления боковому уводу шин и числу колес на одной ступице задней тележки.

Правильность высказанных выше соображений и влияние перечисленных параметров были проверены в ходе экспериментов. Их результаты приведены на рис. 1—3.

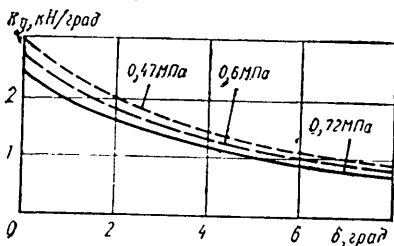


Рис. 1

Так, из рис. 1, где приведены экспериментальные зависимости коэффициента k_y сопротивления боковому уводу от угла δ увода для шины мод. И-Н142Б размера 9.00-20Р в ведомом режиме (тележка) при давлении в шине 0,47; 0,6; 0,72 МПа и нагрузке на шину 20,6 кН, видно, что коэффициент сопротивления боковому уводу (следовательно, и дополнительная сила) является прежде всего функцией угла увода и с умень-

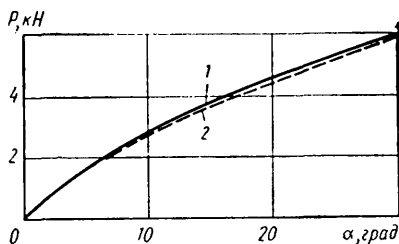


Рис. 2

шением этого угла существенно уменьшается. Например, если угол увода возрастает с 1 до 6°, то k_y уменьшается в 2,06 раза. При понижении давления воздуха в шине коэффициент k_y увеличивается незначительно, причем при малых углах увода более заметно: при угле увода 1° понижение давления воздуха в шине с 0,72 до 0,47 МПа увеличило k_y на 17%, а при 6° — менее чем на 7%.

На рис. 2 приведены экспериментальная (кривая 1) и расчетная (кривая 2) зависимости дополнительной силы P автомобиля КамАЗ от угла поворота внутреннего управляемого колеса при давлении в шинах колес задней тележки 0,72 МПа. Из рисунка видно, что интенсивность нарастания дополнительной силы с увеличением угла поворота управляемых колес несколько падает. Это объясняется тем, что с увеличением угла поворота управляемых колес возрастают кинематические углы уводов неуправляемых колес задней тележки. Следовательно, коэффициенты увода колес тележки, которые являются функциями углов уводов, уменьшаются, что и ведет к уменьшению интенсивности нарастания дополнительной силы с уменьшением углов поворотов управляемых колес.

На рис. 3 приведены экспериментальные зависимости дополнительной силы, вызванной неуправляемыми колесами задней тележки, от давления в шинах тележки и угла поворота внутреннего управляемого колеса. Из рисунка видно, что с понижением давления возду-

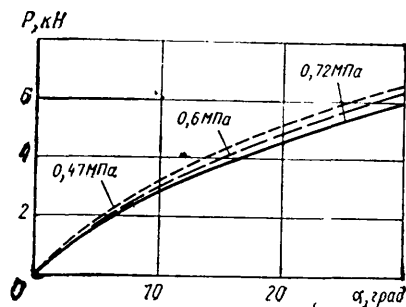


Рис. 3

ха в шинах дополнительная сила P увеличивается весьма незначительно.

Таким образом, неуправляемые колеса трехосных автомобилей догружают управляемые колеса значительной по величине силой, которая ухудшает их маневренность и поворачиваемость. Ее величина зависит от отношения квадратов баз задней тележки и автомобиля, коэффициентов сопротивления боковому уводу шин неуправляемых колес, траектории движения автомобиля. Она с достаточной для практики точностью может быть определена по следующей формуле:

$$P = \frac{k l^2}{4 L^2} \left[\left(\frac{a_n}{l} + 1 \right) k_{y_n} \operatorname{tg} \alpha_n + \left(\frac{a_b}{l} + 1 \right) k_{y_b} \operatorname{tg} \alpha_b \right],$$

где k — число колес на одной ступице задней тележки; k_{y_n} , k_{y_b} — коэффициенты сопротивления боковому уводу наружного и внутреннего колес тележки к центру поворота; a_n , a_b — большие оси контактных отпечатков наружного и внутреннего колес тележки, приведенные к осям равновеликих прямоугольников; α_n , α_b — углы поворотов наружного и внутреннего управляемых колес автомобиля; L , l — базы автомобиля и тележки.

При помощи формулы можно аналитически определить и оценить количественно (см. рис. 2, кривая 2) влияние баз автомобиля и задней тележки, распределения нагрузки на мосты, упругих характеристик шин на поворачиваемость и маневренность автомобилей. Но при использовании формулой следует иметь в виду, что для сведения к минимуму расхождения результатов расчета и

эксперимента необходимо учитывать изменение коэффициентов k_{y_n} и k_{y_b} в зависимости от кинематических углов уводов колес задней тележки и давления воздуха в их шинах.

Исходя из всего сказанного выше, для обеспечения минимальной дополнительной силы P при проектировании автомобиля нужно следующее:

1. Уменьшать отношение баз задней тележки и автомобиля.
2. Устанавливать на заднюю тележку шины с более низким коэффициентом сопротивления боковому уводу по сравнению с шинами, устанавливаемыми на управляемых колесах.
3. Поддерживать в шинах задней тележки более высокое давление.
4. Обеспечить уменьшение кинематических углов уводов колес задней тележки при движении автомобиля по криволинейной траектории (за счет кинематики реактивных штанг подвески).

А ВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

УДК 629.113.004.67

Методика дифференцированного анализа состояния ремонтного фонда

Б. П. ПЕРЕГУДИН

НПО Главмосавтотранс

ИЗВЕСТНО, что в ряде случаев отклонения размеров изношенных поверхностей деталей, поступающих в капитальный ремонт, от их номинальных размеров достаточно хорошо аппроксимируются нормальным законом распределения. Это оправдывает использование соответствующего математического аппарата теории вероятностей при оценке ремонтного фонда. Однако известно и то, что таких деталей сравнительно немного. Наоборот, кривые распределения — износ большинства деталей имеют явно выраженную положительную асимметрию, следовательно, не отвечают нормальному закону распределения.

Несоответствие экспериментальных данных теоретическому закону распределения создает предпосылки к аппроксимации одних и тех же опытных результатов поочередно несколькими законами распределения и выбора последнего по наилучшему значению критерия согласия. Так, в некоторых случаях предлагается использовать композиционный закон распределения, суть которого сводится к осреднению двух или нескольких независимых переменных и принятию этой осредненной за основу; в других — закон существенно положительных величин и др. Но, к сожалению, заметного улучшения результатов во всех этих случаях не достигается. Чтобы понять почему, рассмотрим возможные причины отклонений экспериментальных данных от теоретического нормального закона распределения.

Хорошо известно, что в машиностроении отклонение размеров обрабатываемой детали в пределах допуска подчиняется нормальному закону распределения. Аналогичная ситуация имеет место и в ремонтном производстве при механической обработке деталей, хотя дисперсия в этом случае имеет, как правило, несколько большее значение. Значит, здесь наблюдаются события, принадлежащие одной генеральной совокупности. При поступлении же в ремонт массив автомобилей и агрегатов обладает большой неоднородностью: поступают почти новые агрегаты (например, после ДТП) с недовыработанным ресурсом некоторых деталей или деталями, замененными незадолго до сдачи агрегата в капитальный ремонт; детали с повышенным, в силу более длительного срока эксплуатации за счет поддержания работоспособности агрегата методами текущего ремонта и технического обслуживания, износом. Встречаются и более сложные случаи, обусловленные как предшествующими ремонтами, так и условиями эксплуатации.

Такие ситуации создают известную неоднородность ремонтного фонда деталей, агрегатов и автомобилей, что и является главной причиной отклонений реально наблюдаемых экспериментальных данных от нормального закона распределения.

Исходя из этого, отклонения от номинальных или ремонтных размеров в реальной совокупности деталей, поступающих в ремонт, можно представить как сумму нормальных законов распределения со своими индивидуальными параметрами и весовыми коэффициентами. Что это именно так, можно подтвердить данными, имеющимися в литературе. Например, если сравнить данные, полученные расчетом по сумме нормальных законов распределения, с экспериментальными данными, приведенными в работе [1], то оказывается, что расхождение между ними не превышает 3% (рис. 1). Если, далее, рассчитать средневзвешенный пробег автомобилей грузоподъемностью 3,5 т, поступающих в капитальный ремонт, то в первом случае он равен 130,26 тыс. км, а по данным работы [1] — 132,25 тыс. км, т. е. расхождение составляет менее 2%.

Таким образом, в данном реально наблюдаемом экспериментальном распределении ресурса автомобилей до капитального ремонта просматривается два явно выраженных нормальных распределения. Физически они могут быть интерпретированы следующим образом: первому отвечают автомобили с естественным ресурсом, заложенным при проектировании и реализованным при производстве (дисперсия распределения, естественно, отражает условия эксплуатации

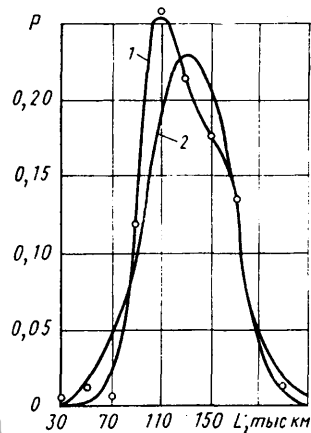


Рис. 1. Распределение автомобилей грузоподъемностью 3,5 т, поступающих в капитальный ремонт, в зависимости от величины пробега: 1 — суммарный нормальный закон распределения; 2 — нормальный закон распределения, аппроксимирующий экспериментальные данные работы [1]

автомобилей), второму — автомобили, ресурс которых в процессе эксплуатации частично восполнялся за счет текущего ремонта (замена изношенных агрегатов на отремонтированные и новые).

Второй пример. Исследования износов шеек коленчатых валов двигателя ГАЗ-21, приведенные в работе [2], обнаруживают достаточно сложный закон распределения. Попытка аппроксимировать его композиционным законом распределения приводит к весьма сомнительным результатам: теоретическая кривая в этом случае не совпадает с экспериментальной, и физическая интерпретация ее невозможна. Результаты эксперимента и выравнивающие частоты по композиционному и суммарному нормальному законам распределения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Отклонение диаметров шеек от номинального размера, мм	Экспериментальное распределение	Теоретическое распределение по композиционному закону распределения	Суммарное нормальное распределение
0,005	0,14	0,13	0,13753
0,015	0,17	0,16	0,16933
0,025	0,28	0,23	0,27926
0,035	0,18	0,18	0,17748
0,045	0,08	0,17	0,074090
0,055	0,06	0,08	0,062944
0,065	0,05	0,04	0,036296
0,075	0,04	0,01	0,008098

Данное экспериментальное распределение удовлетворительно аппроксимируется суммой трех парциальных нормальных законов распределения с параметрами, приведенными в табл. 2.

Таблица 2

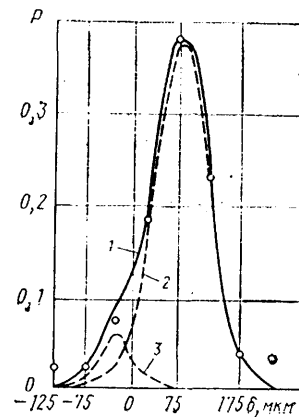
Параметр <i>i</i> -го частного распределения	Распределение		
	первое	второе	третье
Центр	0,005	0,025	0,055
Среднее квадратичное отклонение	0,002	0,010	0,010
Коэффициенты: весовой (<i>A</i>)	0,0005	0,007	0,0015
долевой (<i>n</i>)	0,056	0,778	0,167

На данном этапе уже возможна дифференциальная оценка экспериментального закона распределения. Основной объем ремонтного фонда ($n_2=77,8\%$) составляют коленчатые валы с нормальным естественным износом, центром которого является отклонение $a_2=0,025$ мм; небольшой объем ($n_1=5,6\%$) составляют детали с практически невыработанным ресурсом, что хорошо согласуется с выводами работы [3]. И остальная часть деталей ($n_3=16,6\%$) составляет распределение с повышенным износом, центром которого является величина отклонения $a_3=0,055$ мм.

С целью выяснения физического смысла парциальных нормальных распределений, составляющих реально наблюдаемые, был проведен эксперимент (измерение биений коленчатых валов двигателей ЗМЗ-24, поступающих в капитальный ремонт). Совпадение результатов расчета с экспериментальными данными оказалось удовлетворительным (рис. 2):

Рис. 2. Распределение деформаций коленчатых валов двигателей ЗМЗ-24, поступающих в капитальный ремонт:

1 — суммарная кривая распределения; 2, 3 — парциальные нормальные распределения соответственно с параметрами $a_1=0,082$, $\sigma_1=0,045$, $A_1=0,042$, $n_1=0,8732$, $a_2=-0,025$, $\sigma_2=0,040$, $A_2=0,0061$, $n_2=0,1268$



основная масса коленчатых валов, поступающих в капитальный ремонт, имела центр распределения $a_2=0,082$ мм со средним квадратическим отклонением $\sigma_2=0,045$ мм. Первое парциальное распределение (центр распределения $a_1=0,025$ мм) смещено относительно основного на 0,107 мм.

Такой сдвиг не случаен. Анализ партии коленчатых валов показал, что 12,5% из них имели задиры шеек. В то же время доля первого парциального нормального распределения в полном (суммарном) распределении составляет 12,68%, т. е. совпадение результатов действительно хорошее.

Полученные результаты можно интерпретировать следующим образом. Первое парциальное нормальное распределение соответствует биениям коленчатых валов, имеющих задиры на шатунных шейках; второе — естественным остаточным деформациям коленчатых валов, возникающим в процессе эксплуатации. Таким образом, видно, что теоретическое суммарное нормальное распределение позволяет дифференцированно анализировать каждую парциальную составляющую экспериментального распределения и интерпретировать ее физический смысл.

Рассмотренная методика может быть использована для дифференцированного анализа ремонтного фонда с выдачей количественных характеристик групп деталей (полученные данные являются исходным материалом для объективного формирования маршрутов ремонта деталей; кроме того, они позволяют накапливать статистический материал, пригодный для совершенствования конструкций деталей автомобилей); дифференцированного анализа пробегов автомобилей, что позволяет оценить помимо среднего пробега без ремонтных воздействий также и эффект от воздействия средств текущего ремонта и технического обслуживания, а в случае, если известны суммарные ремонтные затраты на эту группу автомобилей, то и нормы расхода запасных частей, влияющие на прирост пробега автомобилей; статистической дифференциальной оценки возмущающих факторов при точностной обработке деталей на станках в условиях массового производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Иващенко Н. И. Технология ремонта автомобилей. Киев: Вища школа, 1977. 360 с.
- Донской Д. И. Исследование износов, деформаций и повреждений деталей двигателя автомобиля М-21 «Волга». — В кн.: Повышение качества ремонта агрегатов и деталей автомобиля М-21 «Волга». М.: Автотрансиздат, 1962, с. 4—35.
- Масино М. А. Организация восстановления автомобильных деталей. М.: Транспорт, 1981. 176 с.

УДК 621.822.8+401.7»

Перекосы и долговечность цилиндрических роликовых подшипников

Канд. техн. наук С. В. БАТЕНКОВ

ВНИИП

РОЛИКОВЫЕ подшипники находят самое широкое применение в автомобильном транспорте, особенно в таких узлах, как коробка передач, передний и задний мосты, ступицы колес, редуктора, вал рулевого управления, раздаточная коробка и др. Существующие стандартные методики расчета их динамической грузоподъемности и долговечности у нас и за рубежом исходят из предположения об идеальной установке этих подшипников в опорные узлы, т. е. установке без несоосности, перекосов и других погрешностей. В

то же время реальная долговечность роликовых подшипников обычно оказывается меньше расчетной, так как они зачастую работают в условиях перекоса, вызванного несоосностью, непараллельностью осей посадочных отверстий и недостаточной жесткостью корпусов и валов, погрешностью при изготовлении деталей подшипников и т. д. Это снижение долговечности, естественно, надо каким-то образом учитывать. Для цилиндрических роликовых подшипников типа 32206 возможность такой учете в ВНИИПе для них разработаны

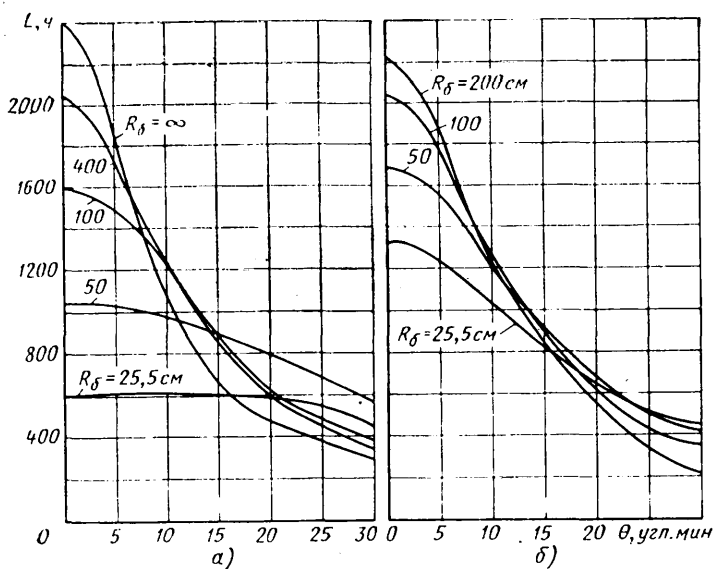


Рис. 1. Зависимость долговечности подшипников 32206 от угла перекоса при различных радиусах образующих роликов и длине образующей, равной 0 (а) и 0,2 см (б)

методы расчета, алгоритм и программа для ЭВМ, инженерные методы оптимизации конструкции таких подшипников с учетом реальных условий их эксплуатации. Подсчитанная по этим методам зависимость долговечности подшипников при различных радиусах бомбины R_b и углах перекоса θ при длине образующей ролика, равной нулю, постоянной нагрузке (3,286 кН) и частоте вращения (4000 мин⁻¹) показана на рис. 1, а. То же самое, но при длине образующей, равной 2 мм, на рис. 1, б.

Из рисунков следует, что при малых радиусах бомбины образующих роликов ($R_b < 50$ см) долговечность подшипника практически не зависит от относительных перекосов колец, при больших же ($R_b \geq 100$ см) — она уменьшается с увеличением угла перекоса и тем более, чем больше этот радиус. Особенно резкое падение долговечности имеет место при $R_b = \infty$ (ролики с прямолинейными образующими). Наличие прямолинейного участка на образующей ролика, симметрично расположенного относительно середины последнего, увеличивает радиальную жесткость и долговечность подшипника, причем значительнее всего — при малых R_b и θ ; с увеличе-

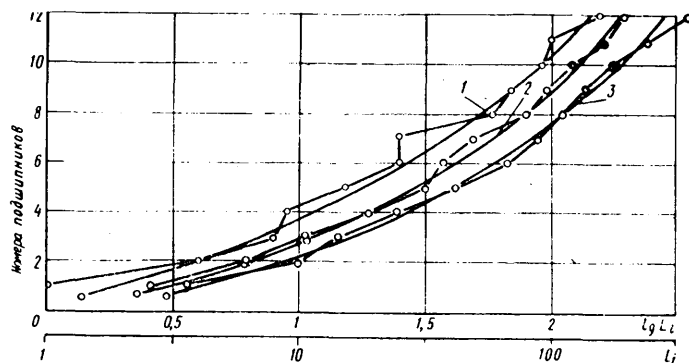


Рис. 3. Нарботка подшипников 32206 при $\theta = 30'$ (кружками обозначены значения, полученные при испытании, сплошной линией — усредненная кривая) и $R_b = \infty$ (кривая 1), $R_b = 25,5$ см (кривая 2) и $R_b = 50$ см (кривая 3)

нием R_b при заданном θ ($0 \leq 5'$) долговечность возрастает, а при увеличении θ при заданном R_b — уменьшается.

Результаты теоретического анализа подтвердились экспериментальными исследованиями на стенде подшипников типа 32206 с небомбинированными роликами: с увеличением угла перекоса происходит заметное снижение долговечности (рис. 2), причем наблюдается увеличение рассеивания долговечностей и уровней вибраций. Суть этого явления заключается в следующем. По мере увеличения угла перекоса изменяется характер разрушения деталей подшипников. Так, если при отсутствии перекоса в основном выходят из строя по питтингу внутренние кольца, то с увеличением перекоса все чаще начинают разрушаться ролики; если при отсутствии перекоса очаги разрушения хотя и смещены к краям роликов, но не всегда доходят до них, то уже при незначительных углах перекоса очаги разрушения выходят на края роликов или дорожек качения. Микротвердость испытанных подшипников (вдоль образующих рабочих поверхностей) заметно увеличивается (до 100 единиц H_{50}) от менее нагруженной до более нагруженной зоны на кольцах и роликах, что свидетельствует о различной степени наклепа деталей подшипников, работающих с перекосом.

Спроектированные с учетом сказанного выше подшипники 32206 с бомбинированными роликами испытывались с большим углом перекоса — $30'$ (рис. 3). Испытания показали, что по мере его увеличения разрушения все более сдвигаются к краям площадок контакта, а удельный вес (частота) разрушений роликов возрастает. При этом взаимодействие их с направляющими бортиками колец становится односторонним (со стороны, противоположной месту разрушения), вызывая тем самым повышенное трение роликов о бортики колец. Таким образом, за счет рационального бомбинирования роликов в условиях больших углов перекосов (до $30'$) можно увеличить долговечность подшипников в несколько раз по сравнению с подшипниками, в которых образующие роликов прямолинейны. Одновременно с этим удается снизить рассеивание долговечностей подшипников и практически избежать нежелательных краевых эффектов.

Сопоставление результатов теоретического и экспериментального исследований позволяет сделать вывод, что они вполне удовлетворительно корреспондируют друг с другом и, следовательно, могут использоваться в практических целях: при разработке новых конструкций подшипников с оптимизированной формой рабочих поверхностей роликов, нормировании допустимых углов перекоса, а также при проектировании опорных узлов автомобилей и других машин и механизмов.

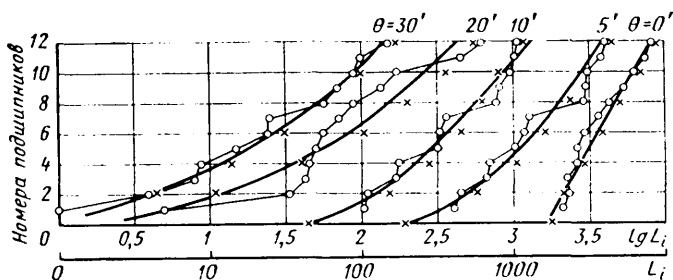


Рис. 2. Нарботка подшипников 32206 при различных углах перекоса колец и $R_b = \infty$ (крестиками обозначена расчетная зависимость, кружками — значения, полученные при испытании; сплошные линии — усредненные кривые)

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

В связи с тем, что в редакцию часто поступают письма с просьбой выслать тот или иной номер журнала, сообщаем: удовлетворять такого рода просьбы редакция не в состоянии, так как журнал распространяется только по подписке. Поэтому не забудьте своевременно оформить подписку на журнал «Автомобильная промышленность».

Подписку — без ограничения и на любой срок — принимают все пункты «Союзпечати», почтамты, городские, районные узлы и отделения связи, а также общественные распространители печати. (Индекс журнала 70003.)

Питание бензинового форкамерного двигателя на режимах глубокого дросселирования

Канд. техн. наук В. Ф. КАМЕНЕВ

НАМИ

СТРЕМЛЕНИЕ улучшить топливную экономичность и токсические показатели автомобильного двигателя привело к распространению камер сгорания с послойным распределением заряда. Это потребовало существенного пересмотра конструкции системы питания, в частности, создания нового типа карбюратора — с дополнительной секцией для питания форкамер богатой топливовоздушной смесью. Эта секция, как правило, имеет конструкцию, аналогичную конструкции основной секции, т. е. состоит из смесительной камеры с дроссельной заслонкой и диффузором, главной дозирующей системы, системы холостого хода с переходными отверстиями и ускорительного насоса. Поплавковая камера может быть или полностью автономной, или дополнительной к основной (сливная камера). Чтобы исключить неполное сгорание топливовоздушной смеси и ее догорание в выпускной системе на режиме принудительного холостого хода, на форкамерном двигателе предусматриваются устройства управления составом смеси, приготовляемой карбюратором.

Дополнительная секция карбюратора готовит форкамерную топливовоздушную смесь с коэффициентом избытка воздуха, равным 0,1—0,6 (в зависимости от конструкции двигателя), в количестве, не превышающем 5—10% общего объема смеси, поступающей в цилиндры двигателя. Поэтому все ее элементы значительно меньше соответствующих элементов основной секции карбюратора. Такая миниатюризация конструкции не позволяет готовить топливовоздушную смесь стабильного состава, особенно на неустановившихся режимах работы двигателя. Отсюда — наблюдаемая при эксплуатации форкамерных двигателей нестабильность тяговых, экономических и токсических их показателей. Ее причинами являются низкий (из-за малых, от 1 до 10 кг/ч расходов воздуха у автомобильных двигателей рабочим объемом 1000—2500 см³) уровень разрежений у дозирующих элементов дополнительной секции и трудность обеспечения плавного перехода в подаче топлива при последовательном вступлении в работу системы холостого хода, переходных отверстий и главной дозирующей системы: сказываются технологический разброс гидравлического сопротивления эмульсионных каналов форкамерной секции (вследствие отклонения их размеров от номинальных, некачественной обработки, наличия заусенцев и попадания в каналы стружки и грязи), эксплуатационные отливы топлива при резких разгонах и изменениях направле-

ния движения автомобиля, изменение барометрического давления и другие факторы.

Еще труднее создать карбюратор, надежно работающий на переходных режимах работы двигателей с малыми проходными сечениями отверстий между форкамерой и основной камерой. Дело в том, что на больших нагрузках скорость воздушного потока в форкамерной секции карбюратора резко падает — из-за снижения разрежения во впускной трубе двигателя. При этом в случае резкого перехода с одного режима на другой возможны нарушения процессов дозирования и смесеобразования в форкамерной секции карбюратора, что приводит к ухудшению ездовых качеств автомобиля. Именно поэтому не получила промышленного использования схема питания форкамерного двигателя, при которой топливо дозируется только форкамерной секцией карбюратора и образовавшаяся при этом богатая смесь распределяется в основной и форкамерный впускные трубопроводы, а воздух для обеспечения работы двигателя на всех нагрузочных режимах подается через патрубок с управляемой дроссельной заслонкой.

Чтобы улучшить качество приготовляемой карбюратором топливовоздушной смеси на режимах частичных нагрузок и холостом ходу, обеспечить отключение топливоподачи на принудительном холостом ходу и одновременно упростить конструкцию карбюратора, повысить стабильность характеристик его дозирующих систем, в НАМИ разработана новая система питания форкамерного двигателя на режимах глубокого дросселирования (рис. 1).

Как видно из рисунка, в основной камере карбюратора нет системы холостого хода. Вся топливовоздушная смесь, необходимая для работы двигателя на режиме холостого хода, размещена в дополнительной секции карбюратора. Она обеспечивает коэффициент избытка воздуха, равный 0,1—0,6 (в зависимости от конструктивных особенностей двигателя).

Таким образом, количество воздуха, проходящего через диффузор дополнительной секции карбюратора на режиме холостого хода, увеличивается в 2—5 раз, что интенсифицирует процесс смесеобразования вследствие увеличения скорости движения воздуха в зоне распыливания воздуха.

Богатая топливовоздушная смесь через дросселирующий орган (на рис. 1 он выполнен в виде золотника) разделяется на две части. Первая поступает непосредственно в форкамеру 9 двигателя, а вторая по соединительному каналу 11 — в задрессельное пространство 13 основной секции карбюратора, где богатая смесь разбавляется воздухом, поступающим мимо дроссельной заслонки 4. Для обеспечения более точного регулирования состава смеси в основной секции карбюратора воздух через байпасный воздушный канал 1 с регулировочным винтом 14 также подается в задрессельное пространство карбюратора. По мере открытия дроссельной заслонки основной секции карбюратора доля смеси, приготовляемой переходной системой и поступающей мимо дроссельной заслонки, увеличивается.

Чтобы предотвратить воспламенение смеси в выпускной системе двигателя и снизить выброс углеводородов с отработавшими газами, подача топливовоздушной смеси, приготовляемой дополнительной секцией карбюратора, на режиме принудительного холостого хода полностью отключается. В рассматриваемом случае подача топливовоздушной смеси прекращается путем перекрытия всех разводящих каналов в золотнике (рис. 2).

Управление золотником осуществляется автоматически — системой обнаружения режима принудительного холостого хода, аналогичной используемой на двигателях автомобилей ВАЗ-2105 для управления системой экономайзера принудительного холостого хода карбюратора «Озон».

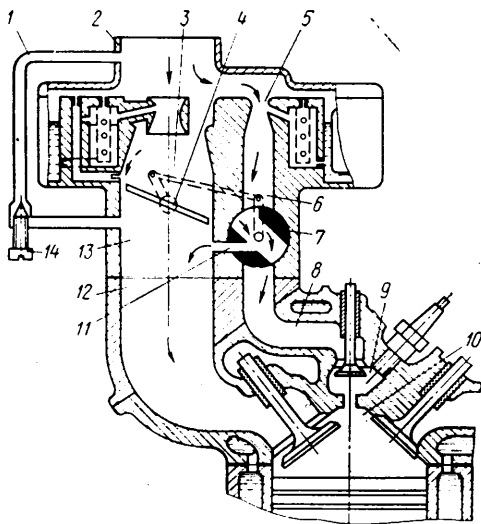


Рис. 1. Схема карбюратора для форкамерного двигателя с улучшенным распыливанием на режимах глубокого дросселирования:

1 — байпасный воздушный канал; 2 — корпус карбюратора; 3 — наддроссельное пространство основной секции; 4 — дроссельная заслонка; 5 — диффузор дополнительной секции; 6 — наддроссельное пространство дополнительной секции; 7 — дроссель-распределитель; 8 — дополнительный впускной тракт; 9 — форкамера; 10 — основная камера сгорания; 11 — соединительный канал; 12 — основной впускной тракт; 13 — задрессельное пространство основной секции; 14 — регулировочный винт



Рис. 2. Положение дросселирующего органа на режиме принудительного холостого хода

Разработанная конструкция проста и технологична: в ней отсутствуют система холостого хода в основной секции и переходные отверстия в дополнительной секции. Если ее сравнить с обычно применяемой для форкамерных двигателей, то выявляется следующее.

При «классической» схеме (например, карбюратор фирмы «Кейхин» для форкамерных двигателей автомобилей «Хонда») расход воздуха через дополнительную секцию изменяется от 1 до 8 кг/ч, а топлива — от 0,5 до 1,5 кг/ч. Причем по мере увеличения открытия дроссельной заслонки дополнительной секции последовательно включаются три системы: холостого хода, переходная и главная дозирующая. В зоне вступления в работу переходной системы и особенно главной дозирующей системы очень трудно обеспечить плавное изменение расхода топлива по мере изменения расхода воздуха. В разработа-

ной же системе расходы воздуха и топлива через дополнительную секцию карбюратора, начиная с режима холостого хода и до 70—80%-ной нагрузки, практически не меняются. Благодаря этому обеспечивается стабильность расходной характеристики дополнительной секции карбюратора во всем рабочем диапазоне. При этом не требуется компенсации смеси, что позволяет уменьшить производительность воздушных жиклеров до минимума, определяемого эффективностью смесеобразования. Уменьшение же размера воздушных жиклеров позволяет поднять разрежение у топливного жиклера и в каналах дополнительной секции карбюратора и, соответственно, уменьшить влияние инерционных явлений, разброса гидравлических сопротивлений каналов и дросселей на процесс дозирования топлива на неустановившихся режимах работы двигателя.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛЫ

УДК 621.74.043:621.436-222.002.2

Новый процесс литья гильз цилиндров дизелей

В. В. РОВКАЧ, Г. Х. БЛЕХМАН, Л. Ш. ЗАРЕЦКИЙ, И. М. БЕЖОК, Ж. Е. КОШТАЕВ, В. А. РИФФЕЛЬ, В. А. СЕРИКОВ
НИИЛИТавтопром

К НАИБОЛЕЕ массовым и ответственным деталям двигателей относятся чугунные гильзы цилиндров. Их обычно изготавливают либо литьем в песчано-глинистые формы, либо центробежным способом. Однако с точки зрения экономии материалов и энергоресурсов оба способа имеют недостатки. Так, для производства гильз цилиндров по первому способу характерны: металлоемкие литниково-прибыльные системы; большие, не менее 3 мм, припуски на механическую обработку; применение центровых песчаных стержней; использование большого количества формовочных материалов, превышающего массу отливки в 10—15 раз. Главное же, структура гильз, отлитых в песчано-глинистые формы, не способствует высокой износостойкости этих деталей. К основным недостаткам второго способа относятся крайне низкий (0,35—0,40) коэффициент использования металла (из-за повышенных припусков на механическую обработку); необходимость специальных мер, предотвращающих отбел материала торцевых поверхностей гильз или, без таких мер, отрезки торцев, значительная неоднородность структуры по сечению отливки, затрудняющая получение требуемой структуры на рабочей поверхности; высокий уровень литейного брака.

Все перечисленных недостатков лишен все чаще применяемый в последние годы метод литья в облицованные кокиль. Именно он и был применен в НИИЛИТавтопроме для литья гильз цилиндров автотракторных двигателей.

Для этой цели, с учетом особенностей конфигурации деталей, была разработана рациональная схема эффективного литейного процесса, позволявшая создать компактное и производительно оборудованное.

Сущность процесса состоит в том, что на предварительно нагретые до 420—520 К полуформы и вертикально расположенные между ними центровые стержни при помощи нагретой до 470—520 К модельной плиты пескодувным способом наносится разовое покрытие из терморективной смеси. (Выбранная конструкция формы позволяет использовать для этого обычные пескодувные устройства стержневых машин). После отверждения покрытия модельную плиту извлекают из формы, а в собранный кокиль (рис. 1) заливают чугун. Отливки после охлаждения до заданной температуры удаляют из кокиля, рабочие полости полуформ и стержни очищают от остатков облицовочных покрытий, подготавливая для последующего нанесения новых покрытий.

Для получения плотных облицовочных покрытий можно использовать сухие плакированные смеси или (разработанные в НИИЛИТавтопроме) смеси на карбамидно-фурановых связую-

щих, отличающиеся ускоренным циклом отверждения и пригодные для создания облицовок в течение 6—8 ч после их приготовления. Толщина облицовочных покрытий составляет 4—6 мм. Она обеспечивает необходимую структуру материала гильз, так как исключает необходимость применения дополнительных прибавок.

Конструкция литниковой системы — сифонная (рис. 2), с кольцевым шелевым питателем толщиной 1,5—2 мм способствует спокойному заполнению полости формы жидким металлом и предотвращению образования в гильзах таких литейных дефектов, как газовые, шлаковые и песочные раковины. Масса литниковой системы не превышает 20% металлоемкости формы.

Принципиальным достоинством нового процесса является применение облицованных металлических стержней, позволяющих получить необходимую структуру чугуна на рабочей внутренней поверхности гильз без ухудшения обрабатываемости остальной поверхности отливки. Причем гильзы можно отливать так, что твердость разных участков их внутренней поверхности оказывается разной. Делается это за счет изменения толщины облицовочных покрытий в соответствующих местах центрального стержня.

Ниже приведены основные технологические параметры процесса.

Температура кокиля, К	450—520
Температура заливки чугуна в кокиль, К	1570—1620
Время заливки кокиля, с	18—25
Время охлаждения отливки в кокиле, с	150—180
Масса ковшей добавки ФС-75, % от массы жидкого чугуна	0,2—0,3
Толщина облицовочных покрытий:	
на полуформах	4—5
на центровых стержнях	5—6

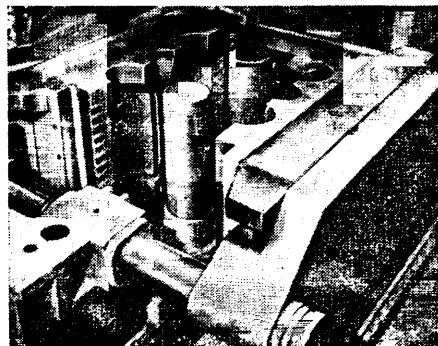


Рис. 1. Облицованный кокиль для литья гильз цилиндров

Время отверждения облицовочных покрытий из смеси с 2,5% связующего СФП-0111 при температуре модельной плиты 470—490 К, с Давление сжатого воздуха при надуве, МПа

35—50
0,20—0,25

Для промышленного производства гильз цилиндров дизелей методом литья в облицованные кокили разработана и изготовлена шестипозиционная карусельная полуавтоматическая машина мод. 4937А (рис. 3). Каждая из шести ее кокильных секций имеет основание, на котором установлена каретка с центровыми стержнями, и два формодержателя, перемещающихся поочередно гидроцилиндром. Секции размещаются на карусельном столе, поворот которого на 60° в каждом цикле осуществляется гидроприводом. Нагрев модельной плиты и полуформ — при помощи встроенных электронагревателей. Максимальные размеры полуформ в плоскости разреза 800×450 мм.

Машина имеет цикловую производительность 50 заливок в 1 ч при времени отверждения облицовки 38 с. Ее габаритные размеры 10900×6800×4830 мм, а масса 41 т. Обслуживают машину два оператора.

Новый технологический процесс литья гильз цилиндров для дизелей и машина модели 4937А внедрены и успешно эксплуатируются на Алма-Атинском заводе «Поршень» имени XXIII съезда КПСС. Производство гильз цилиндров ЯМЗ-236 здесь организовано на кокильном участке. Для выдержки чугуна у машины установлен миксер-дозатор ДМД-3. Заливка осуществляется вручную, промежуточным ковшем емкостью

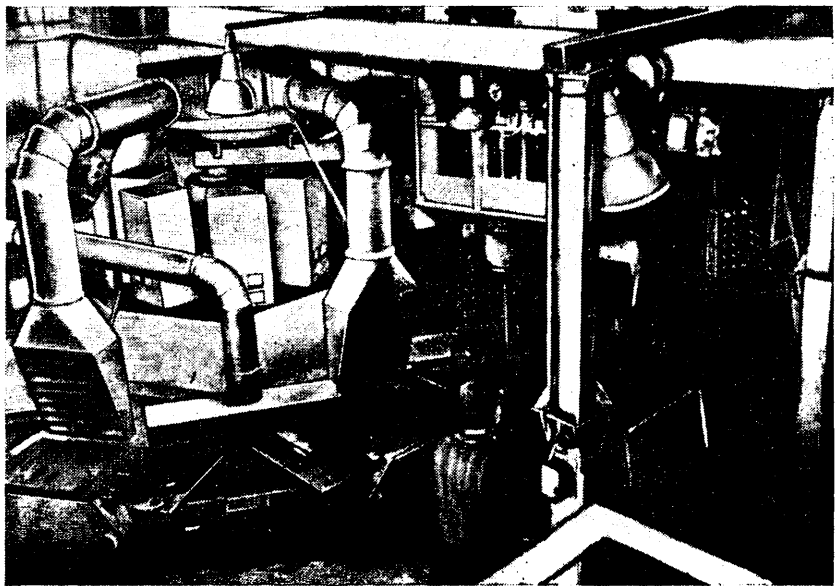


Рис. 3. Карусельная машина мод. 4937А для литья в облицованные кокили гильз цилиндров для дизелей

40 кг. Приготовление облицовочной смеси предусмотрено на установке горячего плакирования мод. 15411, смонтированной на участке, однако пока смесь плакируется холодным способом в бегунах мод. 1А11. Для ускорения отверждения облицовки и улучшения очистки кокилей в смесь введен скрытнокристаллический графит — 0,5% от массы песка.

При отладке технологического процесса и машины в заводских условиях было установлено, что при принятом соотношении масс двухместного кокиля и заливаемого металла дополнительного охлаждения полуформ не требуется. Продолжительность струйного водяного охлаждения внутренней полости стержней не превышает 50 с. Испытания показали, что простой машины модели 4937А до 30—40 мин и соответствующее переохлаждение отливок в кокиле не влияют существенно на структуру и твердость гильз. Литейный брак кокильных гильз не превышает 2—4% и связан с несвоевременным обслуживанием модельной плиты или нарушением температурного и временного режимов заливки чугуна. При увеличении толщи-

ны облицовки на стержнях с 4 до 5—6 мм были полностью исключены тонкие заливы на поверхности отверстия гильз.

Опыт производства гильз цилиндров ЯМЗ-236 в облицованных кокилях показал: получаемые отливки отличаются чистой поверхностью, высокой геометрической точностью, что позволяет существенно упростить технологию их механической обработки, в том числе исключить обработку водоохлаждаемой поверхности, уменьшать овальность отверстия окончательно обработанных гильз. Твердость гильз на зеркале составляет 207—221 НВ в литом состоянии и 44—48 HRC — после термообработки.

Внедрение нового процесса литья гильз цилиндров ЯМЗ-236 позволило, по сравнению с их производством в песчано-бентонитовых формах на автоматических прессовых линиях, уменьшить массу каждой гильзы на 2,3 кг, расход металла на литниковую систему с 11,7 до 3,8 кг на отливку, повысить выход годного литья с 48,2 до 70,6%, а коэффициент использования металла — с 0,53 до 0,62.



Рис. 2. Куст отливок гильз цилиндров ЯМЗ-236, изготовленных в облицованном кокиле

УДК 628.512

Выбор системы очистки газовых выбросов

Канд. техн. наук Э. В. СЕНЬКЕВИЧ

Белорусский политехнический институт

ПРИМЕНЕНИЕ автономных систем очистки газовых выбросов требует увеличения капитальных и эксплуатационных расходов. (Известно, что себестоимость очистки каждых 1000 м³ выбросов от паров органических растворителей в окрасочном производстве составляет 0,4—1 руб.) Ликвидировать дополнительные затраты и осуществить обезвреживание газовых выбросов с получением экономического и энергосберегающего эффектов можно путем объединения систем очистки с системами обогрева и вентиляции технологического оборудования. При этом возможны

следующие схемы объединения: с возвратом части очищенных газов на технологические нужды и выбросом оставшегося количества в атмосферу; с полным возвратом очищенных газов в технологическое оборудование и частичным выбросом в атмосферу непосредственно из рециркуляционной системы вентиляции.

Для условий, когда системы очистки и вентиляции технологического оборудования объединены и очищенные газы используются для разбавления вредных примесей до допустимой концентрации взамен воздуха, степени очистки, вычи-

сленные по концентрации вредных примесей и массовому их расходу, различаются по величине. Поэтому процесс обезвреживания газовых выбросов, выполненный по замкнутому циклу с использованием элементов безотходной технологии, следует характеризовать двумя показателями: эффективностью работы очистного устройства η и технологической эффективностью. Первая выражается отношением разности концентраций вредных примесей в выбросах до и после очистки к начальной концентрации. Вторая представляет собой отношение разности массового рас-

хода вредных примесей, поступающих в единицу времени в технологическое оборудование и удаляемых в атмосферу с выбросами, к поступающим вредным примесям.

В случае, когда к составу выбросов предъявляются повышенные требования и в наличии имеются катализаторы, способные обеспечить требуемую степень очистки, соответствующую промышленным санитарным нормам, используют системы с частичным возвратом очищенных газов на технологические нужды. При этом технологическую степень очистки газовых выбросов η_T определяют с учетом объемов V_0 газов, идущих на очистку, и объемов V очищенных газов, удаляемых в атмосферу, по формуле $\eta_T \times [1 + (1 - \eta) V / \eta V_0] = 1$.

Для рассмотренной системы количество газов, подвергаемых очистке, несколько возрастает (по сравнению с количеством газов, проходящих через автономные системы). Однако за счет сокращения (в 2—3 раза) выброса очищенных газов в атмосферу снижаются валовый выброс вредных веществ и расход энергоносителей на технологический процесс. Минимальное количество выброшенных очищенных газов при этом оп-

ределяется из условия обеспечения в рабочем объеме технологической установки концентрации вредных примесей не выше 50% нижнего предела взрываемости в смеси с воздухом.

В некоторых случаях требуется обеспечить дополнительную очистку газовых выбросов. Например, катализатор может обеспечить степень очистки, равную только 40%, а требуемая — не менее 95%. Автономные системы поставленную задачу не решат. Требуемую степень очистки, с применением катализаторов пониженной активности можно обеспечить лишь при условии полного возврата очищаемых газов в систему рециркуляции технологического оборудования и частичного выброса рециркулята в атмосферу.

Для такой системы с полным возвратом очищенных газов в технологическое оборудование и частичным выбросом в атмосферу газов из системы рециркуляции необходимую величину степени технологической очистки газов можно обеспечить очисткой соответствующего количества рециркулята. Однако увеличение количества очищаемых газов обычно влечет за собой увеличение мощности очистного устройства. Поэтому в про-

цессе проектирования технологического оборудования на стадии выбора энерго-технологической схемы и уровня ее современности с системами вентиляции и очистки газовых выбросов следует определить оптимальное значение коэффициента технологической степени очистки, т. е. максимально возможную степень очистки газовых выбросов, удаляемых из системы рециркуляции, для данного вида катализатора при условии минимального расхода энергоносителей на процессы технологии и очистки. (Минимальный суммарный расход энергоносителей достигается, когда количество очищаемых газов устанавливается исходя из мощности, потребной для обогрева технологического оборудования).

Системы очистки газовых выбросов от паров растворителей, совмещенные с вентиляцией сушильного оборудования, внедрены на Минском автомобильном и Минском мотоциклетном и велосипедном заводах. За счет использования каталитических очистных аппаратов взамен электрокалориферов и возврата очищенных газов на технологические нужды на каждой из сушильных установок окрасочного цеха экономится 250 тыс. кВт·ч электроэнергии в год.

УДК 621.746.42:629.113.012.1

Литниковая система для отливки картера ведущего моста

Академик АН БССР Г. А. АНИСОВИЧ, кандидаты техн. наук В. Г. НИКИТИН, А. Я. КЛЕКОВКИН
Могилевское отделение физико-технического института АН БССР

В СТАЛЕЛИТЕЙНОМ цехе Могилевского автозавода имени С. М. Кирова в свое время имели место случаи брака (горячие трещины) отливок картера ведущего моста автомобиля большой грузоподъемности. Причина этого, как оказалось, крылась в литниковой системе.

Дело в том, что над тепловыми узлами отливки массой 500 кг были установлены три прибыли общей массой 160 кг. Литниковая система (см. рисунок) состояла из стояка с воронкой и двух ветвей (шлакоуловителей) с питателями, которые подведены по разьему формы к тепловым узлам длинного и короткого «рукавов». С точки зрения литейной технологии рассматриваемая отливка конструктивно склонна к трещинообразованию: у нее большая длина (~2 м), в ней имеются тепловые узлы, резкие переходы от тонких сечений к толстым. Конфигурация отливки (наличие выступов и впадин на наружной и внутренней поверхностях), а также прибыли затрудняют линейную усадку, что также способствует появлению упомянутого дефекта. Кроме того, отводные прибыли заполняются металлом после заполнения формы, а это приводит к дополнительному разогреву участков от питателя до прибыли, создает неравномерность затвердевания отливки и

способствует трещинообразованию. При этом ширина трещин получается разной — от долей миллиметра до 10—12 мм. Отливки с большими трещинами шли в брак.

Введение дополнительных ребер жесткости, рассредоточение питания, уменьшение степени уплотнения форм, увеличение скорости их заполнения, создание дополнительных холодильников, уменьшение объема и ликвидация средней прибыли положительных результатов не дали. Было достигнуто — за счет снижения температуры заливаемого в формы металла — лишь некоторое уменьшение ширины трещин, но их число на отливке практически не уменьшилось. В связи с этим возникло предположение, что причиной трещинообразования в отливках может быть возникающий в литейной форме гидравлический удар, который изменяет характер перемещения расплава и его затвердевания. Причем наличие верхних прибылей приводит к тому, что такие перемещения от гидроудара возникают дважды — один раз при заполнении формы картера, второй — при заполнении прибыли. В то же время известно, что колебания давления при гидравлическом ударе в форме уменьшаются с уменьшением площади поперечного сечения лимитирующих элементов литниковой системы или, если их нет, при введении таких элементов в литниковую систему. Именно по этому пути и проводилось изменение литниковой системы, которое осуществлялось в три этапа.

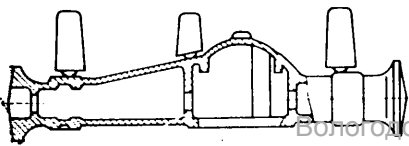
Вначале были уменьшены площади поперечных сечений питателей (с 12 до 8 см²), а на шлакоуловителях у стояка

выполнены «пережимы» (лимитирующие элементы) с площадями поперечных сечений 13 см² каждый. Из залитых по такой литниковой системе отливок по трещинам было забраковано всего 3,1%, что почти в 6 раз меньше, чем перед этим. В результате резко уменьшилось число трещин в отливках.

На втором этапе была определена минимально допустимая площадь поперечного сечения питателей, обеспечивающая при минимальном гидравлическом ударе заданное время заливки форм. Было установлено, что время заливки форм не изменяется при уменьшении площади поперечного сечения каждого питателя до 6 см². Длительное испытание такой литниковой системы показало, что продольные трещины на длинном и коротком «рукавах» и на поверхности редуکتора практически исчезли, однако поперечные трещины в сочленениях короткого «рукава» с расширенной частью отливки (редуктором) и одна трещина на поверхности редуکتора появлялись.

Дальнейший анализ показал, что эти трещины не связаны с явлением перемещения расплава под действием гидравлического удара (так как они имелись даже на недолитых отливках), а обусловлены местным перегревом формы.

На третьем этапе была обеспечена равномерность заливки (для исключения местных перегревов формы). При неизменной суммарной площади питателей 12 см² была уменьшена до 4 см² площадь питателя на коротком «рукаве» и до 8 см² увеличена площадь питателя



на длинном. Это позволило при минимальном гидравлическом ударе устранить местные перегревы формы, что ликвидировало поперечные трещины на коротком рукаве. Вдвое уменьшилось и

их количество на поверхности редуکتора.

Таким образом, в условиях действующего производства было наглядно установлено влияние гидравлического удара

в литейной форме на процесс образования в отливках горячих трещин.

Годовой экономический эффект от внедрения усовершенствованной литниковой системы составил 26 тыс. руб.

УДК 621.979.073.002.2

Новая технология изготовления втулок штампов

А. С. КАРЕЕВ

ЦНИИТЭИ Госкомсельхозтехники СССР

СТОЙКОСТЬ штампов, как известно, в значительной степени зависит от способа изготовления и конструкции их направляющих частей — колонок и втулок. Известно и то, что изготовление направляющих втулок — операция достаточно сложная и трудоемкая, так как точность выполнения размера должна соответствовать Н6, шероховатость поверхности Ra — не превышать 0,16 мкм, твердость поверхности втулки должна быть равной HRC58—62. Чтобы обеспечить эти параметры, втулки (сталь 20) изготавливают по следующей технологии: точат отверстие с припуском; подвергают цементации и закалке с последующим отпуском; шлифуют отверстие с минимальным припуском и доводят его для получения требуемой точности и шероховатости.

Как видим, изготовление втулки, действительно, трудоемкое дело. Поэтому, естественно, специалисты многих предприятий занимаются изысканием новых технологических решений. В соответствии с одним из них, операция шлифования отверстия заменяется прошивкой отверстия на гидравлическом прессе выглаживающим инструментом — прошивкой, а цементация и закалка с отпуском — борированием. Это снижает трудоемкость изготовления втулок, улучшает их качество, так как теперь втулку при термообработке не «ведет».

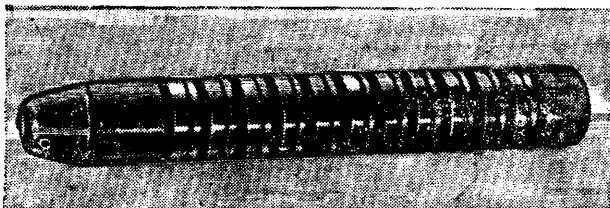


Рис. 1. Наглаживающая прошивка

Выглаживающая прошивка (рис. 1) изготавливается из стали ШХ15 твердостью HRC60—62. Она имеет 12 кольцеобразных выступов, при помощи которых происходит раскатывание (первые девять выступов) и калибровка (последние три выступа) отверстия втулки. Перепад диаметров выступов 0,015 мм. Прошивка состоит из заходной и рабочей частей и хвостовика. Их передний угол равен 3° , задний — 2° , ширина рабочей кромки 2,2 мм, шероховатость рабочей части 0,16 мкм. Длина прошивки 170 мм.

Приспособление для прошивки втулок штампа состоит из плиты размерами $50 \times 300 \times 420$ мм, изготовленной из стали У8А твердостью HRC50—55. В центре имеется отверстие диаметром 50 мм для прохода прошивки. На плиту крепится обойма диаметром 180 мм и высотой 90 мм, изготовленная из той же стали, с отверстием диаметром 34 мм для прохода прошивки и гнездом для установки переходных втулок с перемычкой внутренним диаметром, которые служат для фиксации в приспособлении направляющих втулок штампов при их прошивке. Приспособление устанавливается на гидравлический пресс.

Для упаковки втулок при борировании применяют гер-

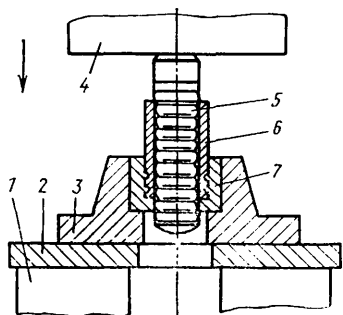


Рис. 2. Приспособление для выглаживания втулок:

1 — стол пресса; 2 — плита приспособления; 3 — матрица; 4 — верхняя плита пресса; 5 — выглаживающая прошивка; 6 — втулка; 7 — направляющая втулка

метичные контейнеры, сваренные из нержавеющей стали толщиной 3—4 мм, а для сушки карбида бора — поддон из обычной листовой стали толщиной 3—5 мм. Для просеивания карбида бора используются сита с сетками 010 и 025 по ГОСТ 3584—73. В контейнер при борировании втулок закладываются карбид бора, силикат натрия, фтористый алюминий, железисто-синеродистый технический калий, асбест и строительный песок. Втулки нагреваются в камерной печи с автоматическим регулированием температуры в пределах 1070—1270 К.

Устройство и работа инструмента, приспособления и оборудования при прошивке втулок штампов показаны на рис. 2.

При изготовлении втулки на токарном станке отверстие в ней растачивают с припуском 0,15 на диаметр и смазывают. Затем втулка свободно вкладывается в гнездо приспособления, находящегося на столе гидравлического пресса, и в ее отверстие вставляют (заходной частью) прошивку. При включении пресса верхняя его плита начинает давить на прошивку, которая проходит через отверстие втулки, раскатывает его, выглаживает и калибрует. В результате получается отверстие хорошей геометрической формы, с шероховатостью $Ra = 0,16$ мкм и точностью Н6. Усилие прошивки 80—100 кН, время 8—10 с.

Следующая операция — борирование, которое обеспечивает диффузию атомов бора в поверхность стали при нагревании в соответствующей среде. Борированный слой глубиной $\approx 0,2$ мм состоит из боридов, имеет характерное «игольчатое» строение и обладает высокой (16—18 тыс. МПа) твердостью и износостойкостью. Под слоем боридов располагается переходной слой, состоящий из альфа-раствора бора в железе.

Существует несколько способов борирования: электролизное, жидкотное, газовое и твердое. В рассматриваемом случае применяется твердое борирование при помощи порошкообразной смеси карбида бора и добавок. Это наиболее экономичный, не требующий специального оборудования и простой по выполнению способ. (Соответствующее рабочее место можно оборудовать на любом термическом участке.)

Порошок карбида бора, песок и асбест перед началом борирования прокалывают при температуре 650—670, 1070—1270 и 470—570 К в течение 2—4 ч, сами втулки очищают от грязи, обезжиривают и упаковывают в контейнер (рис. 3) так, чтобы зазор между ними и стенками контейнера был не менее 10 мм. Перед этим на дно контейнера засыпается прокаленный горячий карбид бора (толщина слоя после разравнивания и утряски — 5—10 мм). На него вертикально устанавливают втулки так, чтобы их «не повело» в процессе нагрева. Зазор между втулками — 5—8 мм. Уложенные таким образом детали засыпают прокаленным карбидом бора, причем верхний торец втулки должен быть покрыт слоем карбида бора толщиной не менее 10 мм. Засыпанный в контейнер карбид бора необходимо утрясти и разровнять. Затем на поверхность карбида бора укладывают предварительно осушенный асбест, который засыпают слоем песка толщиной 10—15 мм и слоем крошки силиката натрия толщиной не менее 10 мм.

Для контроля величины борированного слоя между втулками укладывают образец-свидетель.

Упакованный контейнер закладывают в камерную электропечь; температура борирования 1173 ± 20 К. Время выдержки — 5 ч. Че-

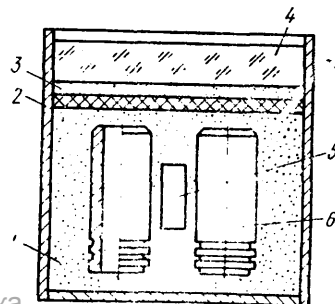


Рис. 3. Борирование втулки:

1 — карбид бора; 2 — асбест; 3 — песок; 4 — крошки силиката натрия; 5 — образец-свидетель; 6 — втулка

рез 15—20 мин после установки контейнера в печь проверяется качество заплавления поверхностного слоя: в плавком затворе не должно быть свищей. Если свищи имеются, они устраняются подсыпкой крошки силиката натрия или затягиванием расплава силиката натрия.

Извлеченные из печи контейнеры охлаждаются на воздухе до температуры в центральной зоне контейнеров, равной ~370 К. Затем втулки обмывают в водяной ванне с температурой 350—370 К, высушивают в опилках и промасливают. Толщину борированного слоя проверяют на образце-свидетеле металлографическим анализом.

Таким образом, рассмотренная технология, как видим, существенно отличается от традиционной. Она ликвидирует трудоемкую операцию шлифования отверстия, заменяя прошивкой на гидравлическом прессе, а борирование вместо цементации и закалки с отпуском снижает «поводку» детали за счет нагрева ее в контейнере и медленного охлаждения вместе с контейнером. При новой технологии увеличивается стойкость втулки на истирание, в результате чего увеличивается и стойкость самого штампа. Экономический эффект от внедрения данного метода изготовления направляющих втулок штампов только на одном из заводов составил 5 тыс. руб. в год.

УДК 629.113-036.5

Пластические массы для наружных кузовных панелей

Канд. техн. наук Г. В. БРОВАК, канд. техн. наук В. М. ИЛЬИН, И. В. БУНТО, Т. А. РИДЕР

НАМИ

КОНСТРУКТОРЫ современных и перспективных автомобилей предусматривают широкое применение пластмасс для производства крупногабаритных наружных кузовных деталей. Внедрение этих деталей позволяет снизить массу конструкции, сэкономить стальной прокат, увеличить долговечность и улучшить аэродинамические и другие эксплуатационные характеристики автомобиля. Особенно следует отметить, что пластмассы дают возможность формировать из них крупногабаритные изделия сложной конфигурации за одну технологическую операцию, что позволяет объединить несколько деталей в единый пластмассовый узел, который имеет значительно меньшую массу и сокращает время сборки автомобиля на конвейере.

Несмотря на существенные преимущества пластических масс как кузовного материала, внедряются они пока медленно. Такое положение определяется рядом причин как

видов пластмасс, причем традиционными и получившими наибольшее распространение являются препреги, мелкоячеистые полиуретаны, модифицированный полипропилен и поликарбонат. Дуропласт традиционен только для навесных облицовочных панелей легковых автомобилей ГДР. Другие материалы — такие, как листовые стеклонаполненные термопласты, слонстые пластики, высокопрочные препреги, только начинают осваиваться в производстве, поэтому и применяются пока мало. Использование углепластиков, видимо, еще в течение пяти — семи лет будет ограничено — из-за их чрезмерно высокой стоимости.

Ассортимент материалов для производства панелей кабин грузовых автомобилей, как видно из табл. 2, ограничивается практически двумя материалами: препрегами, содержащими 30% стекловолокна, и малоусадочными препрегами. Но для грузовых автомобилей малых серий (до 5 тыс.

Таблица 1

Детали	Дуропласт	Препрег, 30% стекловолокна	Малоусадочный препрег, 25% стекловолокна	Высокопрочный препрег, 65% стекловолокна	Углепластики, 70% углеродного волокна	Полиуретан мелкоячеистый	Полиуретан мелкоячеистый, 15% стекловолокна	Модифицированный полипропилен	Листовой полипропилен, 40% стекловолокна	Слонстый пластик (сталь 2 слоя по 0,2 мм; полипропилен 1 слой 0,6 мм)	Поликарбонат	Акрилонитрилбутадиенстирол (АБС)	Полиамид (ПА)	Полифениленоксид
Решетка радиатора	—	—	++	—	—	++	++	—	—	—	—	++	—	—
Бамперы	++	++	++	++	—	++	++	—	—	—	++	++	++	—
Передняя панель	+++	+++	+++	++	—	+++	+++	—	—	—	+++	++	++	—
Держатели фар	—	—	++	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Блок передней и задней частей	—	—	++	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Панель капота	+++	++	+++	—	—	+++	+++	—	—	—	+++	++	++	—
Панель багажника	+++	++	+++	—	—	+++	+++	—	—	—	+++	++	++	—
Наружная панель двери	+++	++	+++	—	—	+++	+++	—	—	—	+++	++	++	—
Крыша	+++	++	+++	—	—	+++	+++	—	—	—	+++	++	++	—
Крылья	+++	++	+++	—	—	+++	+++	—	—	—	+++	++	++	—
Днище	++	++	++	++	—	++	++	—	—	—	++	++	++	—
Кузов	+++	++	+++	—	—	+++	+++	—	—	—	+++	++	++	—
Спойлер	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

конструкторского (небольшой опыт конструирования пластмассовых узлов, требующих введения принципиальных изменений в конструкцию автомобиля), так и материаловедческого и технологического характера, в том числе отсутствием данных, позволяющих обоснованно рекомендовать для производства конкретной панели определенный вид или несколько видов материала. Предлагаемая вниманию читателей статья — попытка в какой-то мере восполнить этот пробел применительно к наружным кузовным панелям легковых и грузовых автомобилей.

Анализ конструкций отечественных и зарубежных пластмассовых крупногабаритных панелей и материалов, идущих на их производство, позволил выявить номенклатуру панелей легковых (табл. 1) и грузовых (табл. 2) автомобилей, производство которых из пластмасс стало традиционным (обозначено тремя знаками «+»); которые устанавливаются на многих моделях автомобилей (два знака «+»); по которым ведутся большие работы и уже имеется положительный опыт применения (один знак «+»).

Как видно из табл. 1, в настоящее время ассортимент материалов, используемых для производства типовых панелей кузовов легковых автомобилей, содержит 14 основных

Таблица 2

Детали	Препрег, содержание стекловолокна 30%	Малоусадочный препрег	Модифицированный полипропилен	Акрилонитрилбутадиенстирол (АБС)
Решетка радиатора	+++	+++	++	+++
Панель капота	+++	+++	—	—
Оперение	+++	++	—	—
Блок оперения (интегральное оперение)	++	++	++	—
Брызговики задних колес	++	++	—	—
Наружные панели дверей	++	++	—	—
Крыша фургонов	+++	++	—	—
Бамперы	++	—	++	—
Аэродинамические дефлекторы (обтекатели) для автопоездов	+++	—	—	—
Кабины для автомобилей повышенной проходимости и др.	++	++	—	—
Кабины грузовых автомобилей	++	++	—	—

Показатель	Технологические параметры процесса														
	Дуропласт	Препрег, 30% стекло- волокна	Малоусадочный препрег, 25% стекловолокна	Высокопрочный препрег, 65% стекловолокна	Высокопрочный угле- пластик, 70% углерод- ного волокна	Высокомодульный угле- пластик, 70% углерод- ного волокна	Мелкоячеистый поли- уретан	Мелкоячеистый поли- уретан, 15% стеклово- локна	Модифицированный полипропилен	Листовой полипропилен, 40% стекловолокна	Слоистый пластик (сталь 2 слоя по 0,2 мм; поли- пропилен—1 слой 0,6 мм)	Поликарбонат	Акрилонитрилбутади- енстирол (АБС)	Полиамид (ПА)	Полифениленоксид
Плотность, кг/м ³	1360	1750	1850	1950	1550	1630	950	1100	900	1200	3680	1200	1050	1050	1060
Разрушающее напряжение, МПа, при:															
растяжении	85	96	90	220	575	375	22	24	23	105	128	60	40	80	50
изгибе	145	180	140	365	—	—	—	—	44	90	—	80	80	80	110
Удельная ударная вязкость, кДж/м ² :															
с надрезом	—	80	—	110	—	—	Не разрушается То же		7,7	110	—	65	13	7	27
без надреза	23	70	60	110	—	—			Не разрушается	—	—	Не разрушается		90	—
Модуль упругости X 10 ⁹ , МПа, при:															
изгибе	—	12	7,5	—	—	—	—	—	0,9	3,2	—	2,5	1,6	2,0	2,5
растяжении	8,4	12	9,5	15	45,5	75	0,6	2,4	—	5,2	83	2,4	1,5	2,1	2,1
Теплостойкость, К	408	473	418	473	433	433	353	373	353	363	—	403	368	353	388
Морозостойкость, К	—	213	213	213	213	213	223	223	223	213	213	193	233	213	213

шт. в год) широко применяется стеклопластик контактного (ручного) формования.

Что касается усредненных и наиболее характерных физико-механических и технологических свойств отечественных и

зарубежных пластмасс, применяемых для производства крупногабаритных кузовных панелей автомобиля, то они приведены в табл. 3 и 4.

В результате исследований, проведенных в НАМИ, четко

Таблица 4

Материал	Метод изготовления детали	Технологические параметры процесса				Способ окраски	Применяемое оборудование	Относительная стоимость		
		Давление, МПа	Температура, К	Время, с	Усадка, %			оборудования	пресс-форм	Стоимость форм.
Дуропласт	Горячее прессование	4,5—5,5	313—318	90—180*	0,4	Поверхностная	Гидравлический пресс	1	0,5	0,2
Препрег, 30% стекло- волокна	То же	5,0—8,0	303—323	на 1 мм толщины 30—60 (10—20)	0,2	В массе, возмож- на поверхностная	То же	1	1	0,5
Малоусадочный препрег, 25% стекловолокна	»	5,0—8,0	323	на 1 мм толщины 45 (20)	0,05	То же	»	1	1	0,5
Высокопрочный препрег, 65% стекловолокна	»	8,0— 10,0	323	на 1 мм толщины 30	0,2	»	»	1	1	0,5
Угленластики, 70% углеродного волокна	»	1,0—1,5	323—353	на 1 мм толщины В среднем 2 ч	0,1	»	»	1	1	0,5
Мелкоячеистый поли- уретан	Реакционно-инжек- ционное формование	0,5—1,2	303—323	на 1 мм 240—360	Практически не имеет То же	Поверхностная, в массе	Установка высокого давления заливки поли- уретанов	10	0,4	0,25
Мелкоячеистый поли- уретан, 15% стекло- волокна	То же	1,0—1,2	303—323	210—300	То же	То же	То же	12	0,4	0,2
Модифицированный полипропилен	Литье под давлени- ем	70—200	433—553 313—353	90—130	1,0—1,2	В массе	Термопластавтомат	17	16	0,5
Листовой полипропи- лен, 40% стеклово- локна	Горячая штамповка	5—10	453—473 303—313	20—50	—	Поверхностная	Штамп	0,9	0,8	1
Слоистый пластик (сталь—2 слоя по 0,2 мм; полипропи- лен—1 слой 0,6 мм)	Холодная штамповка	10—15	293—223	5—10	—	То же	То же	0,9	0,8	1
Поликарбонат	Литье под давлени- ем	80—220	493—573 353—393	100—150	0,5—0,8	В массе	Термопластавтомат	17	16	0,5
Акрилонитрилбутади- енстирол	То же	30—200	443—513 313—343	80—120	0,4—0,8	»	»	17	16	0,5
	Вакуум-формование	0,1	413—433 333	40—60	—	»	Вакуум-формовочная установка	0,5	0,05	0,01
Полиамид	Литье под давлени- ем	50—120	453—493 333—373	90—140	1,2—2,0	Поверхностная	Термопластавтомат	17	16	0,4
Полифениленоксид	То же	80—120	543—593 353—403	100—130	0,5—0,8	В массе, допус- кается поверхно- стная	То же	17	16	0,5

* В числителе указана температура цилиндра, в знаменателе — формы.

Показатели	Показатели															
	Дуропласт	Препрег, 30% стекловолокна	Малоусадочный препрег, 25% стекловолокна	Высокопрочный препрег, 65% стекловолокна	Высокопрочный углепластик, 70% углеродного волокна	Высокомодульный углепластик, 70% углеродного волокна	Мелкоячеистый полиуретан	Мелкоячеистый полиуретан, 15% стекловолокна	Модифицированный полипропилен	Листовой полипропилен, 40% стекловолокна	Слоистый пластик (сталь—2 слоя по 0,2 мм; полипропилен—1 слой 0,6 мм)	Поликарбонат	Акрилнитрилуатадиенстирол (АБС)	Полиамид (ПА)	Полифениленоксид	Сталь 08 кп
Удельная прочность, кДж/кг	62,5	54,8	48,6	112,8	371,0	230,1	23,2	21,8	25,5	87,5	34,8	50,0	38,1	76,2	47,2	25,6
Удельная жесткость $\times 10^8$, кДж/кг	6,2	6,9	5,1	7,7	29,4	46,0	0,63	2,2	1,0	4,3	22,6	2,0	1,4	2,0	1,9	27,0
Масса равнопрочных панелей, кг	2,6	3,0	3,3	1,4	0,5	0,7	6,9	7,3	6,3	1,8	4,6	3,2	4,2	2,1	3,4	6,3
Снижение массы равнопрочных панелей в сравнении со сталью толщиной 0,8 мм, %	58,7	52,4	47,6	77,8	92,1	88,9	-0,05	-15,9	0	71,4	27,0	49,2	33,3	66,7	46,0	0
Толщина равножестких панелей, мм	2,33	2,1	2,2	1,92	1,32	1,1	5,6	3,55	4,8	2,7	1,08	3,55	4,1	3,7	3,7	0,8
Масса равножестких панелей, кг	3,2	3,7	4,1	3,7	2,1	1,8	5,3	3,9	4,3	3,24	4,0	4,3	4,3	3,9	3,9	6,3
Снижение массы равножестких панелей в сравнении со сталью толщиной 0,8 мм, %	49,2	41,3	35,0	41,3	66,7	71,4	15,9	38,1	31,7	48,6	36,5	31,7	31,7	38,1	38,1	0
Относительная стоимость материала (за 1 кг)	3,2	6,4	8,0	9,2	880,0	1640	17,6	21,0	7,6	5,6	5,0	20,0	4,8	8,4	10,4	1
Минимальная технологическая толщина панелей, мм	2,5	2,0	2,0	2,0	0,4	0,4	3,0	3,0	3,0	2,5	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,7
Максимально возможное снижение массы деталей, %	36,4	36,5	33,0	30,5	88,5	89,0	49,0	40,5	51,3	45,7	33,2	56,4	62,2	62,2	62,2	0
Коэффициент расхода материала	1,3	1,04	1,04	1,04	1,15	1,15	1,08	1,08	1,03	1,2	1,35	1,04	1,03	1,04	1,05	1,35
Экономия металла на 1 кг пластмасс, кг	1,63	2,04	1,93	1,86	10,1	9,83	2,43	2,09	2,68	2,08	1,5	2,97	3,56	3,42	3,38	0

вырисовываются три главных технологических направления при производстве кузовных автомобильных панелей:

переработка армированных пластиков (стеклопластиков типа препрегов, углепластиков, дуропласта) методом прессования;

переработка термопластов и их армированных модификаций методами литья под давлением, вакуумного формования, штамповки и т. д.;

переработка мелкоячеистого полиуретана и его стеклонеполненной модификации методом реакционно-инжекционного формования.

Анализируя данные табл. 3 и 4, можно видеть, что сравнение этих материалов и выбор их для конкретной типовой детали весьма затруднительны не только из-за большого ассортимента, но и вследствие специфики каждого материала по свойствам и методам переработки. Но сделать это можно, сравнивая их по удельным прочностям и жесткости, а также по массе с конкретными металлическими материалами. В качестве примера можно привести (табл. 5) результаты их сравнения с кузовной сталью 08кп толщиной 0,8 мм. (Так как разница в прочностных свойствах и плотности пластмасс и стали значительна, то сравнение велось для равнопрочных и равножестких панелей площадью 1 м².)

Как видно из таблицы, удельная прочность всех пластических масс, кроме мелкоячеистого полиуретана, превышает этот показатель стали. Причем для композиционных армированных пластиков (углепластиков, препрегов, листовых стеклонеполненных термопластов) — в 2—14 раз; для термопластов, слоистых пластиков, АБС, полиамида, полифениленоксида — до 3 раз. Поэтому масса равнопрочной панели, выполненной из высокопрочного пластика (без учета технологических возможностей материала), может быть на 90% меньше, чем стальной, из препрегов — на 40—70 и из поликарбонатов и полифениленоксидов — на 45%. У слоистых пластиков и полиамида этот показатель несколько ниже — 27—66%, а у модифицированного полипропилена и мелкоячеистых полиуретанов он равен нулю.

Таким образом, при работе панелей, рассчитанных на растягивающие нагрузки, следует применять в первую очередь композиционные армированные терморезистивные и термолластичные материалы типа препрегов, листовых стеклонеполненных термопластов. Использование полипропилена, мелкоячеистых полиуретанов нецелесообразно.

Далее, удельная жесткость всех пластических масс, кроме высокопрочных углепластиков и слоистых пластиков, значительно ниже, чем у стали: у композиционных пластиков типа

препрегов — в 3,5—5,2 раза, термопластов (поликарбонат, АБС, полиамид, полифениленоксид) — более чем в 13 раз, а мелкоячеистых полиуретанов — в 13—20 раз. Удельная жесткость изотропных высокомодульных углепластиков, наоборот, превышает этот показатель стали в 1,1—1,7 раза, слоистых пластиков — практически такая же, как у стали. Поэтому при каркасной конструкции панели — навесных облицовочных (панели наружных дверей, капота, багажника, крыши) — в первую очередь следует применять препреги и другие композиционные пластики типа слоистых, а также углепластики. При этом масса пластмассовых равножестких панелей может составить не более 50% массы стальных. Пластики же типа модифицированного полипропилена и мелкоячеистых полиуретанов нецелесообразны, так как их применение ведет к незначительному снижению массы изделия или даже к ее увеличению. Поэтому их, видимо, нужно применять для бамперов, брызговинов, облицовок и решеток радиатора, т. е. деталей, воспринимающих ударную нагрузку. При этом массу деталей можно сделать несколько меньше, чем стальных.

Если оценивать эффективность замены стали 08кп пластмассами в целом, то можно сказать, что 1 кг пластмасс в равножесткой конструкции обеспечивает значительную экономию стального проката: препреги — от 1,8 до 2,0 кг, углепластики — 10 кг, мелкоячеистый полиуретан 2—2,5 кг, АБС, полифениленоксид, полиамид, поликарбонат — 3—3,5 кг. Но экономически эффективными пластмассовые панели экстерьера могут быть только при создании новых конструкций, объединяющих несколько деталей в пластмассовый узел: в этом случае высокая стоимость пластмасс компенсируется уменьшением массы и трудоемкости изготовления (за счет сборочных, сварочных работ, а также отсутствия антикоррозионных покрытий). Например, передние панели легковых автомобилей США изготовлялись в среднем из 12 деталей, теперь на 40 моделях (65% всего выпуска) они (масса от 3 до 9 кг) изготавливаются из препрегов как одна деталь. Передняя панель с проемом под облицовку радиатора для грузового автомобиля средней грузоподъемности также объединяет в себе панель с несущей нагрузкой опоры радиатора. Она пришла на смену штамповочным металлическим узлам, состоявшим из пяти деталей. Интерьерное оперение автомобиля средней грузоподъемности концерна «Дженерал Моторс» из препрега имеет массу 47 кг, а из стали — 103 кг, при этом число деталей и трудоемкость изготовления сокращаются в 2 раза.

Применение препрегов для наружных дверей легковых и грузовых автомобилей позволяет, по зарубежным данным, снизить их массу на 30—40% (13—15 кг). Кроме того, при выпуске 1,2 млн. шт. дверей достигается экономия капитальных вложений 40—60% и стоимости — 1 долл. на дверь. Такие двери имеют силовую несущую конструкцию и изготавливаются в массовом производстве без металлических кронштейнов и элементов жесткости.

Пластмассы дают большой экономический эффект и в эксплуатации. Например, известно, что 70% металлических кузовов легковых автомобилей не выдерживает десятилетнего срока эксплуатации, а через пять лет недостаточной коррозионной защиты потери в толщине металла за счет коррозии составляют 0,1 мм за год. Поэтому, учитывая антикоррозионные свойства пластмасс, выпуск таких навесных деталей, как крылья, надколесные арки, брызговики и другие панели, обращенные к полотну дороги, целесообразно изготавливать из пластмасс. Это обеспечит в ряде случаев значительное снижение норм расхода запасных частей.

Таким образом, из всего сказанного можно сделать ряд практических выводов.

Препреги и их модификации в ближайшем будущем целесообразно применять для изготовления панелей капотов, багажника, крыши, передних панелей и решеток радиатора, наружных панелей дверей легковых и грузовых автомобилей, а также интегрального оперения грузового автомобиля и обтекателей для автопоездов, крыши фургонов; модифицированный полипропилен, мелкоячеистый полиуретан и его стеклонаполненную модификацию — для получения моноблоков передней и задней частей, крыльев, бамперов, а также решеток радиатора, брызговиков задних колес. При этом следует помнить, что по своим механическим и особенно технологическим свойствам мелкоячеистый полиуретан и его модификация превосходят модифицированный полипропилен при изготовлении и эксплуатации перечисленных деталей, но дефицитность первого материала и его высокая стоимость требуют отдавать предпочтение модифицированному полипропилену, особенно для грузовых автомобилей. Модифицированный полипропилен, АБС, мелкоячеистый стеклонаполненный полиуретан лучше всего подходят для изготовления решеток и облицовки радиаторов легковых автомобилей.

УДК 621.9.025.7

Безвольфрамовый режущий сплав

А. М. КУЗНЕЦОВ, д-р техн. наук В. Ф. МОИСЕЕВ, С. В. ЯНЯК

Дмитровградский автоагрегатный завод имени 50-летия СССР

ДЕФИЦИТНОСТЬ основных компонентов классических твердых сплавов (вольфрама и кобальта) заставляет вести поиск их эффективных заменителей — безвольфрамовых сплавов. Примером таких заменителей могут служить широко известные безвольфрамовые твердые сплавы ТН20 и КНТ16. Однако в них содержится хотя и менее, но все-таки достаточно дефицитный компонент — молибден. Таким образом, проблема поиска режущего твердого сплава, не содержащего вольфрам, молибден, кобальт и обладающего стабильными высокими механическими и режущими свойствами, пока остается. И над ее решением работают многие. О некоторых итогах такой работы на Дмитровградском автоагрегатном заводе рассказывается ниже.

Исследования здесь вели на многих сплавах, в качестве компонентов которых использовались порошки твердых соединений, изготовленные по ТУ, распыленный железный порошок и стандартные электролитические порошки никеля и кобальта. Образцы и режущие пластины для испытаний изготавливались по технологии, включающей разлом в жидкой среде, прессование пластифицированной шихты и жидкофазное спекание. Оптимальная температура спекания устанавливалась для каждого сплава по лучшему сочетанию механических и режущих свойств.

По каждому из сплавов оценивались твердость, красностойкость, предел прочности при изгибе и режущие свойства.

Испытания показали, что наилучшее сочетание механических и режущих свойств имеют сплавы на основе карбида титана с никелевой связкой. Сплавы с железной и кобальтовой связками, имеющие хорошее сочетание твердости и прочности, высокими режущими свойствами не обладают. Причина — термостойкость никелевой и разупрочнение железной и кобальтовой связок при температурах резания, близких к температурам полиморфного превращения этих связок. (Последнее подтверждается низкой красностойкостью сплавов с железной и кобальтовой связками).

Выяснилось также, что карбиды ванадия и хрома непригодны в качестве основы режущих твердых сплавов, так как из-за своей хрупкости и невысокой микротвердости не обеспечивают сплавам требуемого уровня механических свойств.

На основании результатов исследований все сплавы, за исключением сплавов на основе карбида титана с никелевой связкой, из дальнейшего рассмотрения были исключены, а работы по оптимизации состава и свойств продолжались только на этой группе сплавов.

В ходе работы было установлено, что оптимальное массовое содержание карбидов титана в режущих сплавах с никелевой связкой должно составлять 80—90% (объемное содержание 86—94%): при таком содержании карбидов режущие свойства сплавов достигают максимума. Уменьшение количества карбидов приводит к снижению как этих свойств, так и красностойкости, а их увеличение ухудшает стабильность режущих свойств (вследствие снижения прочности сплава и выкрашивания режущей кромки).

Оптимальному количеству карбидов в сплаве соответствует структура карбидного каркаса с размером зерен 2—3 мкм. Этот каркас, по-видимому, способствует устойчивости формы режущей кромки в условиях высоких температур при резании, т. е. увеличивает красностойкость сплава. Зерна карбида титана в сплаве имеют округлую форму, что наряду с низким коэффициентом трения карбида титана по стали обеспечивает меньшее выделение тепла при резании, чем в случае использования сплавов на основе карбида вольфрама, меньшее схватывание с обрабатываемой поверхностью и, как следствие, лучшее качество обрабатываемой поверхности (примерно на один класс шероховатости).

Повышение режущих свойств сплавов с никелевой связкой достигается легированием их карбидной основы. В качестве легирующих компонентов испробованы карбиды ванадия и хрома, а также нитрид титана. Наиболее эффективной оказалась добавка 10—20% карбида ванадия: при этом прочность и режущие свойства сплавов заметно повышаются, что можно объяснить улучшением взаимодействия никеля с карбидной основой. Дело здесь в том, что карбид ванадия имеет хорошую смачиваемость и повышенную растворимость в никеле, а также способен образовывать с карбидом титана неограниченный твердый раствор. Последнее подтверждается данными рентгеноструктурного фазового анализа: в спеченном сплаве обнаруживаются две фазы — карбидный твердый раствор (с несколько размытыми дифракционными линиями, что говорит о некоторой неомогенности карбидов и незавершенности процесса растворения карбидов за время спекания сплава) и никелевая связка (с небольшим увеличением межплоскостных расстояний, что свидетельствует о легировании никеля, предположительно, ванадием). Если количество легирующего карбида ванадия больше 10—20%, то свойства сплава ухудшаются, так как при этом снижается микротвердость и растет хрупкость карбидной основы.

Неприемлемость легирования отдельно карбидами хрома или нитридом титана объясняется следующим.

В сплаве с карбидом хрома обнаружены три фазы: твердый раствор на базе карбида титана; сложный карбид M_7C_3 , образовавшийся в результате взаимодействия карбида хрома Cr_3C_2 с никелем и легированная (по-видимому, хромом) никелевая связка. Сложный карбид образует крупные зерна, в которые вкраплены мелкие зерна карбида титана (для последних он заменяет связку). Это снижает режущие свойства, так как сложные карбиды имеют невысокую микротвердость и усиливают выкрашивание сплава. Нитрид титана образует с карбидом титана твердый раствор — карбонитрид, который хотя и менее хрупок, чем сплав с легирующим карбидом хрома, но вместе с тем имеет меньшую микротвердость и теплостойкость. В результате сплав получается прочным, но с низкими режущими свойствами.

В то же время исследование показало, что главный недостаток твердых режущих сплавов — невысокая стабильность основных свойств, связанная с хрупкостью карбидной

основы, — может быть устранен за счет одновременного легирования карбидной основы (TiC) карбидами ванадия и небольшими количествами карбида хрома и нитрида титана. Последние два компонента активно снижают оптимальную температуру спекания сплава, способствуют измельчению карбидных зерен и тем самым увеличивают работу разрушения сплава, в итоге повышается предел прочности при изгибе. Кроме того, известно, что твердые карбидные растворы на основе карбида титана, легированные небольшими количествами карбидов ванадия и хрома, имеют более высокую теплостойкость, чем чистый карбид титана.

Улучшенные сплавы с комплексным легированием твердой основы имеют высокий уровень свойств: интенсивность их износа при резании составляет 0,02 мм/мин (у сплава Т15К6—0,10 мм/мин, у ТН20—0,05 мм/мин).

Сплавы с никелевой связкой и твердыми соединениями (карбид ванадия, карбид хрома, нитрид титана, карбид титана) обладают хорошими противозносными свойствами — вследствие того, что имеют в основном двухфазную структуру, которая состоит из мелких (размером 1—2 мкм) зерен твердого раствора (Ti, V, Cr) (C, N), образующих каркас, и никелевой связки, легированной, предположительно, хромом и ванадием. Правда, при 10% карбида хрома в сплаве обнаруживается небольшое количество третьей фазы — сложного карбида M_7C_3 (светлые чешуйки, которые вместе со связкой заполняют просветы между округлыми зернами основы), однако ее наличие не снижает свойств сплава.

Зерна твердой основы хорошо смачиваются связкой, о чем свидетельствуют малая пористость (~0,5%) и характер разрушения сплава (по телу карбидов, а не по межфазовой границе), наблюдаемый при электронно-микроскопическом фрактографическом анализе.

К достоинствам улучшенного сплава кроме высокого уровня основных свойств следует отнести и его технологичность: никелевая связка в сочетании с легирующими карбидами

обеспечивает малую пористость сплава при сравнительно невысокой (1620—1670 К) оптимальной температуре спекания. Кроме того, сплав малочувствителен к обезуглероживанию при спекании.

На Дмитровградском автоагрегатном заводе имени 50-летия СССР из разработанного сплава были изготовлены партии режущих пластин в форме квадрата и ломаного треугольника (по ГОСТ 19048—80). Заточкой алмазным шлифовальным кругом была получена следующая геометрия режущих пластин: $\alpha = \gamma = 6^\circ$; режущая кромка была притуплена фаской 0,1 мм. Пластины на державках с механическим креплением прошли производственные испытания и рекомендованы к внедрению на операциях чистового и получистового точения деталей из конструкционных сталей при скорости резания 100—120 м/мин, глубине до 3 мм и подаче до 0,4 мм/об.

Исследование позволило получить не только этот практический результат, но и сделать ряд выводов на будущее. Главный из них состоит в том, что режущий твердый сплав будет иметь высокий уровень свойств, если при его создании обеспечиваются вполне определенные свойства основы и карбидов, выдерживаются определенные соотношения и тип компонентов. Так, по экспериментальным данным установлено, что карбидная основа сплава должна быть однофазной и состоять из твердого раствора на базе карбида титана, причем массовое содержание карбидов в сплаве должно составлять не менее 80 и не более 90% (объемное содержание — 86—94%). Чем меньше (1—2 мкм) зерна карбидов, тем лучше.

Карбидную основу целесообразно легировать (20—40% массы сплава) твердыми соединениями, образующими твердый раствор с карбидом титана. Лучше всего для этой цели подходит «тройчатка» (карбид ванадия, карбид хрома и нитрид титана).

В качестве связки целесообразно использовать никель: он хорошо смачивает карбидную основу и имеет высокую теплостойкость.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 621-03

Чугун, модифицированный барийсодержащим ферросилицием

Канд. техн. наук А. И. ШТУРМАКОВ

На КОСТРОМСКОМ заводе «Мотор-деталь» чугуны получают триплекс-процессом (индукционная тигельная печь — индукционный каналный миксер — индукционный миксер-дозатор стопорного типа) и модифицируют дважды — при переливе из каналного миксера в раздаточный ковш и при выдаче металла из миксера-дозатора в дозирочный ковш. Отливки гильз цилиндров автомобилей КамАЗ-740, ЯМЗ-236, ЗМЗ-66 изготавливают центробежным способом в кокилях с тонким теплоизоляционным покрытием. Структура отливок, получаемых до недавнего времени из чугунов, модифицированных ферросилицием ФС75, была неоднородна по сечению. В наружном быстроохлаждаемом слое формировалась переохлажденная структура с точечным междендритным и розеточным графитом, иногда — с включениями цементита (глубина слоя — до $\frac{1}{4}$ толщины сечения отливки).

Результаты сравнительной оценки склонности к отбелу и микроструктуры чугуна в отливках гильз при модифицировании ферросилицием ФС75 и барийсодержащим ферросилицием ФСБа2 при промышленном опробовании показали, что чугун, модифицированный ФСБа2, по сравнению с чугуном, модифицированным ФС75, значительно менее склонен к отбелу — глубина отбела в клине снижалась с 16—17 мм (базовый чугун) до 5—6 мм (модифицирование 0,3% ФС75) и до 0—1 мм (модифицирование 0,3% ФСБа2). Отливки из чугуна, модифицированного ФСБа2, имеют более равномерную твердость по сечению и меньшую (на 100—170 МПа по Бринеллю) твердость наружной поверхности, его микроструктура практически одинакова по всему сечению отливки, количество междендритного графита и феррита переохлаждения существенно меньше —

так же, как и глубина их распространения (1—2 мм по сравнению с 6—10 мм).

На основании результатов исследований и промышленного опробования были внесены изменения в базовый химический состав чугуна, состав шихты и изменена технология модифицирования (исключено предварительное модифицирование в раздаточном ковше, введено модифицирование ФСБа2 вместо ФС75 в дозирочном ковше на карусельно-кокильных машинах). Это обеспечило требуемые микроструктуру и твердость чугуна, а также удовлетворительную обрабатываемость поверхности отливки.

Экономический эффект от внедрения оптимальной шихты и технологии модифицирования чугуна барийсодержащим ферросилицием ФСБа2 в литейном цехе Костромского завода «Мотор-деталь» составил 143,9 тыс. руб. в год.

Новый материал для конвейерных лент

С. Л. РЫБАЛОВ

На основании изучения условий работы транспортеров в литейных и механических производствах ПО «ЗИЛ» разработаны рекомендации по научно обоснованному применению резинотканевых конвейерных лент с учетом

тепловой и механической нагруженности. Конвейерные ленты, рекомендованные к внедрению, делятся на ленты общего назначения, теплостойкие ленты (температура эксплуатации до 370 К) и ленты повышенной теплостой-

кости (температура эксплуатации до 470 К). Повышение ресурса конвейерных лент достигнуто за счет увеличения толщины резиновой обкладки и применения более прочных армирующих тканей из синтетических волокон.

Экономический эффект от внедрения резинотканевых конвейерных лент повышенной работоспособности, например, на ЗИЛе составил 160 тыс. руб. в год.

НОВОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

УДК 629.118.6-585.12

НОВАЯ КОРОБКА ПЕРЕДАЧ ДЛЯ МОТОЦИКЛА «ВОСХОД-3М»

В СУЩЕСТВУЮЩЕЙ коробке передач мотоцикла «Восход-3М» число зубьев зубчатых колес и коэффициенты смещения подобраны так, что еще сохранился резерв по выбору коэффициентов смещения для увеличения ее надежности (за счет повышения изгибной и контактной прочности колес). Именно этот резерв и был использован при проектировании новой коробки передач.

Коробка передач мотоцикла «Восход-3М» представляет собой соосный двухступенчатый редуктор. Выбор коэффициентов смещения для такого типа сочетания зубчатых колес имеет ту особенность, что для всех пар колес межосевое расстояние должно быть одинаковым. Этот фактор при прочностном расчете может быть наиболее удобно учтен при помощи специальных блокирующих контуров, которые, кроме изолиний геометрических параметров, содержат изолинии прочностных параметров и конструктивных ограничений (в данном случае — изолинии постоянства межосевого расстояния).

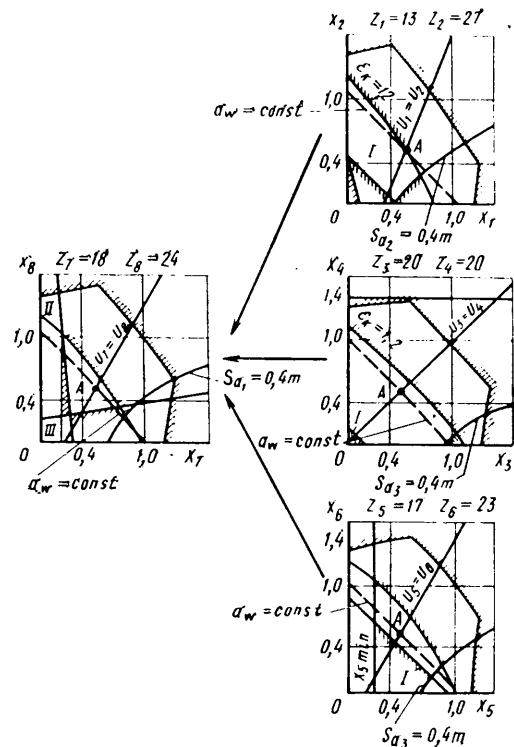
Основываясь на этом предварительном соображении, проектирование новой коробки передач осуществляли в два этапа. На первом были построены контуры, по которым анализировались коэффициенты смещения существующей передачи.

На втором определялись коэффициенты смещения, наилучшим образом удовлетворяющие конкретным технико-эксплуатационным данным мотоцикла «Восход-3М» (см. таблицу).

Расчетный срок службы коробки передач принимался равным 1000 ч, частота вращения коленчатого вала — 4600 мин⁻¹, максимальный крутящий момент — 21 Н·м. Материал зубчатых колес — сталь 12ХНГ; степень точности — СТ 9—8—9 Vd; ширина венцов — 13; 11; 12; 11,5; 10,8; 10; 10,8 мм. Числа зубьев зубчатых пар несколько изменены, передаточные отношения при этом изменились незначительно (на 2—3%), что практически не влияет на характеристики мотоцикла.

Построенные для таких технических данных блокирующие контуры показаны на рисунке. (Области существования внутри контуров, выделенные штрихами, удовлетворяют условию прочности.) На них кроме изолиний геометрических параметров нанесены изолинии прочностных параметров по контактной выносливости шестерни (I); выносливости при изгибе шестерни (II) и колеса (III). Коэффициенты смещения, удовлетворяющие равенству межосевых расстояний, могут быть выбраны на изолинии $a_w = \text{const}$. При этом величина межосевого расстояния a_w осталась неизменной, т. е. такой же, как в существующей коробке передач.

Величины $x_1 \div x_8$, выбранные из областей существования блокирующих контуров на изолинии $a_w = \text{const}$, в точке А будут оптимальными, так как исчерпы-



вающим образом выявляют все резервы несущей способности зубчатых колес, зависящие от коэффициентов смещения. Равенство в точке А относительных скоростей скольжения ($v_1 = v_2, v_3 = v_4, v_5 = v_6, v_7 = v_8$) обеспечивает оптимум по условию износа и противозадирной стойкости, а величина коэффициента перекрытия ϵ_a , большая или равная 1,2, обеспечивает во всех зацеплениях необходимую плавность работы. При этом, что особенно важно, обеспечивается условие прочности по контактной выносливости и выносливости по изгибу, а также постоянство межосевого расстояния для всех комбинаций включения зубчатых пар.

Р. В. БЕСЧАСТНОВ, Ю. С. ГРИГОРЬЕВ, Н. А. МОЖЕГОВ, В. П. КУЧЕРОВ, В. П. ЧЕРКАШИН, С. С. АВЕРЬЯНОВ

Режим работы двигателя	Относительное время работы на режиме	Частота вращения коленчатого вала	Время работы на данной частоте	Относительное время работы на передачах
N_{max}	0,10	n_{max}	0,10	0,30
0,70 N_{max}	0,10	0,75 n_{max}	0,15	0,12
0,50 N_{max}	0,40	0,50 n_{max}	0,40	0,30
0,25 N_{max}	0,40	0,25 n_{max}	0,35	0,55

УДК 629.114.5-592.6

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

В ОЗРОСШАЯ интенсивность движения городского транспорта ведет к увеличению нагруженности агрегатов автомобилей, интенсификации труда водителя и, в частности, к перегреву и повышенному изнашиванию колесных тормозных механизмов. Результат — снижение тормозной эффективности последних. Поэтому в настоящее время на городских автобусах все чаще устанавливают вспомогательные тормозные системы (замедлители). Они сохраняют тормозные механизмы в постоянной готовности к рабочему или аварийному торможению, повышают долговечность деталей пар трения и безопасность движения, облегчают труд водителя.

Наиболее эффективными вспомогательными тормозными системами, применяемыми на автобусах, являются гидродинамические и электродинамические замедлители. На первом

за рубежом применяют электротормозители фирм «Телма» (Франция), гидротормозители фирм «Войт» и «Ате» (ФРГ), «Твин-Диск» и «Аллисон» (США), «Лейленд» (Англия) и т. д. В нашей стране также есть такие устройства. Например, НАМИ совместно с ВКЭИавтотранспортного разработал вспомогательную тормозную систему для городских автобусов большой и особо большой вместимости, оснащенных дизелем и автоматической трехступенчатой гидропередачей.

Наличие последней создало технические и экономические предпосылки для использования в качестве вспомогательной тормозной системы именно гидродинамического замедлителя. Он может устанавливаться на валу турбины гидротрансформатора и в этом случае его тормозная эффектив-

ность реализуется с использованием передаточных чисел коробки передач. При установке гидрозамедлителя на выходном или промежуточном валах ГМП (при неизменном передаточном числе привода) его ротор постоянно связан с ведущими колесами автобуса. Но так как вспомогательная тормозная система городского автобуса работает, очевидно, в весьма широком диапазоне его скоростей движения при торможениях перед остановами, то более целесообразной признана кинематическая связь гидрозамедлителя с выходным валом ГМП, исключаящая его зависимость от включенной передачи. В одном из вариантов ротор гидрозамедлителя установлен на промежуточном валу ГМП, приводимом от выходного вала через ускоряющую пару шестерен постоянного зацепления с передаточным числом 1,577, что позволяет максимально сохранить унификацию агрегатов при необходимости конструктивного изменения характеристик гидрозамедлителя для различных автобусов и условий эксплуатации.

Эффективность гидрозамедлителя должна быть достаточной для служебных торможений автобусов полной массой от 16 до 22,5 т при допустимых тепловом режиме и потерях мощности в различных условиях эксплуатации. Для удовлетворения этих требований была выбрана конструкция гидрозамедлителя (рис. 1) в виде двухполостной муфты с радиально наклонными лопатками ротора 3 и статоров 1 и 5. Активный диаметр гидрозамедлителя — 0,208 м, диаметры малых кругов циркуляции — по 0,04 м. Лопатки ротора и статоров наклонены под углом 45° к плоскости вращения ротора, но возможность конструктивного ограничения внешней характеристики гидрозамедлителя путем применения роторов с различными углами наклона лопаток сохранена.

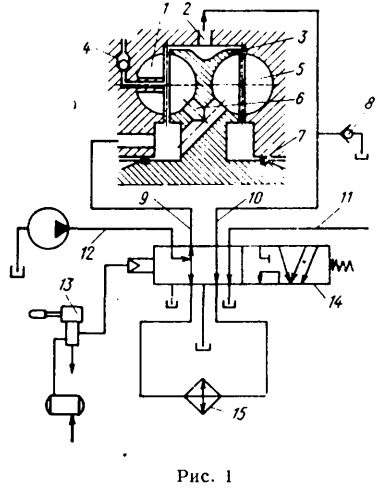


Рис. 1

Заполнение полостей рабочей жидкостью (маслом марки «А») производится из главной масляной магистрали ГМП через радиальные каналы 6 ротора, что позволяет использовать центробежные силы, возникающие при его вращении, для ускорения заполнения рабочих полостей. Отвод масла осуществляется через отверстия 2 в периферийной части рабочей полости. Клапан управления 14 расположен в нижней части картера. При выключении и опорожнении гидрозамедлителя связь его рабочих полостей с атмосферой осуществляется через два шариковых клапана 4 (на рисунке показан один). Уплотнение рабочих полостей осуществляется при помощи колец 7.

Известно, когда для заполнения рабочих полостей используются радиальные каналы 6 ротора, подвод жидкости возможен либо в центральную часть рабочей полости, т. е. в зону минимального давления, либо ближе к границе полости (через специально выполненный участок ее поверхности). В первом случае теплообменник подключается к точкам рабочей полости с наибольшим перепадом давления, поэтому в некоторых межлопаточных каналах ротора (в рассматриваемом варианте замедлителя — в четырех каналах с каждой стороны ротора) ухудшаются условия протекания жидкости. Во втором случае круглая форма проточной части максимально сохраняется, способствуя повышению расхода жидкости в малом круге циркуляции, но зона рабочей полости, куда подводится жидкость, нуждается в специальном исполнении (для уменьшения или устранения избыточного давления).

Учтя все это, а также с целью сохранения заложенной в конструкцию гидрозамедлителя высокой эффективности тормозного действия специальные остановились на втором варианте — с подводом жидкости к границам кругов циркуляции и выполнением наклонных плоских площадок в рабочих полостях (в местах выхода подводящих каналов).

Управляется гидрозамедлитель пневматически, при помощи ручного крана 13, установленного в кабине водителя. Циркуляция масла в гидросистеме организована клапаном 14 таким образом, что на тяговом режиме движения автобуса рабочие полости гидрозамедлителя соединяются со сливом (поддоном ГМП), напорная масляная магистраль 12

перекрывается, а сливная магистраль гидротрансформатора соединяется с теплообменником 15. На тормозном режиме движения автобуса рабочие полости гидрозамедлителя соединяются через золотниковый клапан 14 с теплообменником 15, образуя замкнутый круг циркуляции; напорная масляная магистраль 12 соединяется с всасывающей магистралью 9 гидрозамедлителя и используется для наполнения его рабочих полостей; сливная магистраль 11 гидротрансформатора соединяется с поддоном ГМП. Во избежание перегрузок гидрозамедлителя и ГМП при отказе золотникового клапана 14 в напорной магистрали 10 применен предохранительный шариковый клапан 8.

Лабораторные испытания по определению выходных характеристик гидрозамедлителя проведены в составе ГМП на динамометрическом стенде с балансирной приводной машиной постоянного тока. Зависимость тормозного момента заполненного гидрозамедлителя от частоты вращения ротора показана на рис. 2 (сплошная линия). Из нее пересчетом затем было получено значение коэффициента пропорциональности тормозного момента, характеризующее степень совершенства рабочей полости. Оказалось, что он равен $7 \cdot 10^{-6}$ (для одной полости), т. е. близок к предельно возможному для данной конструкции.

Зависимость давления масла на периферии рабочей полости гидрозамедлителя от частоты вращения ротора (штрихпунктирная линия) характеризует возможность регулирования эффективности тормозного момента, а зависимость расхода масла через систему охлаждения (штриховая линия) — теплоотвода. Как видно из рисунка, регулирование обеспечивается плавное, бесступенчатое, в достаточно широком диапазоне.

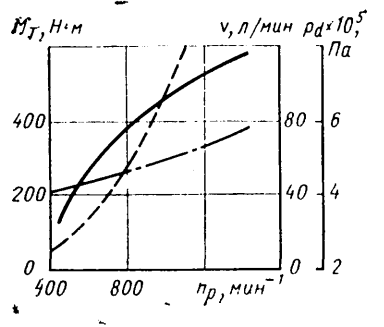


Рис. 2

При проектировании гидрозамедлителей важно правильно выбрать вид теплообменника. Например, жидкостно-масляный теплообменник на тяговом режиме движения автобуса отводит тепло, эквивалентное потерям в гидропередаче, а на тормозном — подавляющую часть тепла, выделяемого в гидрозамедлителе. Учитывая это, можно утверждать, что применение в качестве охладителей масла воздушно-масляных теплообменников нежелательно: они получаются большими, поэтому их трудно разместить на автобусах. Предпочтительнее жидкостно-масляный теплообменник: в нем рациональнее используются теплообменные поверхности, он компактнее. И лучше всего — его водомасляный вариант.

Такой теплообменник (кожухотрубного типа) и применен в рассматриваемом варианте вспомогательной тормозной системы.

Теплообменник состоит из литого алюминиевого корпуса, пучка медных трубок и латунных направляющих перегородок. Масло через него прокачивается под действием насосных свойств ротора гидрозамедлителя, протекает между трубками, обгибая направляющие перегородки. Охлаждающая жидкость проходит внутри трубок.

Результаты лабораторных испытаний теплообменника показали, что при расходах масла во внешнем круге циркуляции гидрозамедлителя до 200 л/мин теплоотдача в воду составляет от 34 до 40 тыс. ккал/ч (в зависимости от расхода охлаждающей воды). Гидравлическое сопротивление теплообменника по маслу при этом не превышает $3 \cdot 10^{-5}$ Па, что позволяет использовать для организации циркуляции масла перепад давлений, создаваемый ротором гидрозамедлителя, т. е. обходиться без дополнительных насосов; сопротивление для воды таково, что за счет перепада давлений в системе охлаждения двигателя обеспечивается ее расход 300 л/мин и более.

Дорожные испытания эффективности и тепловых режимов вспомогательной тормозной системы проводились на особо большом сочлененном (№ 1) и большом одиночном (№ 2) автобусах (см. таблицу).

Они показали, что эффективность системы вполне удовлетворяет предъявляемым требованиям в случае автобусов полной массой до 22,5 т. Тепловые режимы масла гидрозамедлителя и охлаждающей жидкости двигателя находятся в допустимых диапазонах температур. В процессе заездов автобусов, нагруженных балластом до их полной массы, на реальных маршрутах выяснилось, что гидрозамедлитель позволяет значительно перегрузить колесные тормозные

Показатели	Автобус	
	№ 1	№ 2
Полная масса, т	22,5	16,0
Максимальная скорость, км/ч	68,0	64,0
Мощность двигателя, кВт	170,0	140,0
Передаточное отношение главной передачи	6,56	6,56
Радиус качения шин, м	0,519	0,519
Предельная величина уклона при установившейся скорости 30 км/ч, %	7,5	10,5
Минимальная скорость автобуса, км/ч, при которой обеспечивается величина замедления (м/с ²) на горизонтальной дороге:		
0,6	27	15
0,3	11	7,5

механизмы: температурный режим колесных тормозов в основном соответствовал их «холодному» состоянию (до 373 К). Отдельные пики температур выше 373 К отмечались лишь при внезапных затормаживаниях автобуса по условиям дорожного движения или затормаживании автобуса перед остановкой на крутом уклоне. В то же время при движении даже по сравнительно простому городскому маршруту без использования гидрозамедлителя наблюдался непрерывный рост температуры колесных тормозов, причем за время стоянки на конечных остановках она не успевала снизиться до своего начального значения. Еще заметнее эта разница на загородных маршрутах с затрудненными участками дорог. Так, на уклоне крутизной до 10% и длиной 9 км спуск автобуса с постоянной скоростью 30 км/ч выявил, что при гидрозамедлителе температура лишь одной тормозной колодки (правого переднего колеса) один раз превысила 273 К. (Это произошло при затормаживании автобуса почти до полной остановки перед крутым поворо-

том). Без гидрозамедлителя же температура тормозных колодок непрерывно росла, и после 6 км спуска движение пришлось прекратить (из-за опасности перегрева тормозных механизмов).

В этих же условиях эксплуатации при температуре окружающего воздуха 303—308 К (30—35°C) проверялись тепловые характеристики вспомогательной тормозной системы, причем режимы движения были интенсифицированы: автобус, нагруженный до его полной массы, проходил маршрут в 2 раза быстрее, чем по графику движения городских автобусов, производя остановки на несколько секунд.

Что касается температуры масла на входе в теплообменник, то испытания показали, что она при температуре наружного воздуха, равной 303—308 К, остается в пределах 385—373 К (обычный городской маршрут) и только в случае трудных участков дороги может кратковременно повышаться до 378—383 К.

Таким образом, рассматриваемый гидрозамедлитель трехступенчатой ГМП способен весьма эффективно выполнять функции вспомогательной тормозной системы городских автобусов полной массой до 22,5 т, эксплуатируемых в различных климатических и дорожных условиях, надежно обеспечивать как частые кратковременные торможения автобуса в городских условиях, так и длительные непрерывные торможения в горных условиях эксплуатации. Жидкостно-масляный теплообменник позволяет эффективно отводить выделяемое в гидрозамедлителе тепло в систему охлаждения двигателя. Теплоотводящую способность радиатора двигателя при этом нужно увеличивать на 30%.

Кандидаты техн. наук Л. С. ГАРОНИН, Д. Т. ГАПОЯН, Ю. К. ЕСЕНОВСКИЙ-ЛАШКОВ, Е. Н. ЗАЙЧЕНКО и В. Б. КЛИМЕНКОВ, В. В. БАРАНОВ, М. Н. ДЗЯДЫК, В. С. РЫМАР

УДК 629.113.066:628.94

ВЫСОКОПРОЧНЫЕ ЛАМПЫ ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ и эффективность световых приборов в большой мере определяются надежностью работы источников света — электрических ламп накаливания. А она, как показывает опыт эксплуатации, часто низкая: под действием динамических нагрузок (вибраций и ударов), возникающих при движении автомобиля, происходит высокотемпературное механическое разрушение вольфрамового тела накала. При этом доминирующим фактором является температура тела накала, так как его перегрев (перекал) приводит к необратимым изменениям и даже — к испарению вольфрама. Все дело в том, что вольфрам, имея очень высокую (3623 К) температуру плавления, обладает в то же время двумя неблагоприятными свойствами: очень большой удельной массой и очень низким пределом текучести при высокой температуре. Сочетание этих двух свойств приводит к провисанию и обрыву тела накала, причем иногда — даже в статических условиях.

В свою очередь, температура нити накаливания зависит от напряжения в бортовой сети автомобиля. И если оно выше нормы, что может быть из-за неисправностей системы электропитания (например, неправильной регулировки реле-регулятора напряжения) и при отключении от генератора аккумулятора или другой нагрузки, то такая опасность вполне реальна. Это хорошо видно из приведенных в табл. 1 данных.

Таблица 1

Источник перенапряжения	Уровень перенапряжения, В	Длительность перенапряжения, мкс
Цепь аккумулятора	+200	Единицы
Цепь зажигания и другие вспомогательные цепи	±200 —300	Единицы Десятки и сотни

Как уже отмечалось, наряду с перенапряжениями большое влияние на работоспособность ламп оказывают механические нагрузки. Так, вибрационные и ударные нагрузки, действующие в эксплуатации на световые приборы, вызывают пространственные перемещения цоколя ламп, а следовательно, и электродов. Тело накала оказывается в условиях вынужденных колебаний, в результате чего оно может деформироваться и механически разрушаться.

Для изучения влияния электрических и механических факторов на продолжительность надежной работы лампы во все-

союзном научно-исследовательском институте источников света (г. Саранск) проводились лабораторные их испытания, приближенные к реальным условиям эксплуатации. В программу входили испытания — при расчетном и повышенном (на 10% расчетного) напряжениях — на долговечность, вибропрочность (частота 50 Гц, ускорение 6g) и ударную вязкость (ускорение 30g, длительность ударного импульса 10 мс).

Результаты испытаний приведены в табл. 2. Из нее видно, что незначительное (10%-ное) увеличение напряжения на нити накала ламп А12-21 (ГОСТ 2023—75) даже без механических нагрузок сокращает среднюю продолжительность горения лампы более чем в 2,7 раза, а вибрационные и ударные нагрузки даже при расчетном напряжении на лампе сокращают срок ее службы соответственно в 4,7 и 103 раза. Если же механическим нагрузкам сопутствует 10%-ное увеличение напряжения, то срок службы лампы еще более резко сокращается: при вибрациях — в 10, а при ударах — более чем в 400 раз.

Таблица 2

Лампа	Расчетное напряжение, В	Средняя продолжительность горения, ч, при напряжении					
		расчетном	10%-ном перенапряжении	расчетном и вибрациях	расчетном и ударах	10%-ном перенапряжении и вибрациях	10%-ном перенапряжении и ударах
А12-21	13,5	825	302	173	8	81	2
А12-3	13,5	1475	498	208	2	96	1

Из таблицы также видно, что во всех случаях, когда механические и электрические нагрузки действуют одновременно, средняя продолжительность горения лампы значительно меньше требуемой ГОСТ 2023—75. При этом следует заметить, что влияние механических нагрузок на долговечность ламп особенно остро проявляется в грузовых и дизельных автомобилях большой грузоподъемности с системой электрооборудования на 24 В. Это объясняется тем, что такие лампы имеют, по сравнению с лампами на 12 В, при равной мощности тело накала вдвое длиннее, но вдвое меньшего сечения.

Анализ путей повышения эксплуатационной надежности лампы накаливания на 24 В за счет совместного снижения элек-

трических и механических нагрузок показал, что основными из них являются: применение добавочных электрических сопротивлений (снижение напряжения) в цепи ламп, амортизация ламп в световых приборах (в частности, амортизация самих световых приборов) и повышение вибропрочности тела накала.

Одним из способов реализации этих путей является способ, разработанный Электроламповым заводом (г. Ереван) совместно с НИИавтоприборов (А. с. 1003199, СССР). Суть его в следующем. При изготовлении лампы после монтажа тела накала (нити) на электроды, ножки и нить наносят геттерирующее покрытие мелкодисперсного порошка бериллидов, силицидов, нитридов или диборидов тугоплавких металлов Hf, Ta, Ti, Zn, Mo, Re (либо — их смеси). После этого проводят традиционные операции: заварку ножки с колбой, откачку, наполнение лампы инертным газом и цоколевание. Однако при цоколевании отжиг лампы выполняется по специальному режиму. Например, для повышения механической прочности ламп А24-21-3 на тело накала, смонтированное на электродах ножки, наносится смесь мелкодисперсного порошка нитрида гафния в этиловом спирте, после чего лампы отжигают, т. е. в течение 1 ч увеличивают питающее напряжение с 13 до 29 В. В результате на нитях накала образуется поверхностный слой твердого раствора нитрида гафния в вольфраме, который и обеспечивает им повышенные механическую прочность и формоустойчивость за счет того, что на поверхности материала (до глубины 7—10 мкм) формируется термодинамически устойчивая дислокационная структура с улучшенными механическими характеристиками.

Предложенный способ дает эффект не только в отношении виброударопрочности ламп: поверхностный слой вольфрама с высоким содержанием нитрида гафния обладает большей стой-

костью к окислению и влиянию вредных примесей в наполняющей среде ламп, что позволяет исключить применение циркониевого газопоглотителя, наносимого на электроды ламп. Недостатком ламп, изготовленных по такой технологии, является выход их из строя при испытании в статических и динамических режимах, обусловленный в основном перегоранием тела накала из-за дугового разряда (у нитрида гафния более низкая работа выхода). Однако этот недостаток легко устраняется за счет введения в материал покрытия добавок, содержащих соединения переходных металлов IV и V групп периодической системы элементов.

Технико-экономическая эффективность предложенного способа подтверждается результатами стендовых испытаний. Например, установлено, что геттерирующие покрытия на основе нитрида гафния увеличивают, по сравнению с лампами, изготовленными по стандартной технологии, среднюю продолжительность горения ламп в 2, динамическую долговечность — в 1,2, сопротивляемость ударным нагрузкам — в 1,3, вибропрочность — в 1,7, средний ресурс — в 3 раза, снижают скорость спада светового потока ламп в 1,5 раза. Эксплуатационные испытания световых приборов показали, что средний ресурс упрочненных ламп типа А24-21-3 возрос, по сравнению со средним ресурсом ламп типа А24-21-2, в 3 раза. В результате снижается число ДТП на дорогах и удешевляется обслуживание световых приборов автомобилей (реже замены вышедших из строя ламп).

Экономический эффект от внедрения первой партии виброударопрочных ламп составил 0,37 млн. руб.

Канд. техн. наук **К. М. ЛЕВИТИН, В. И. ЛИМАНОВ, А. В. РАДЬКО**

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НУЖД ОТРАСЛИ

УДК 658.274:629.113

ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ, СИСТЕМЫ

Электрогидравлическая установка с поворотным гидрорупельсатором. Предназначена для моделирования реальных условий и режимов нагружения изделий автомобильной техники, работающих на кручение (полуосей, торсионов, труб, карданных валов длиной до 1500 мм и т. д.). Она состоит из гидрорупельсатора, датчика крутящего момента, гидростанции, системы управления, измерения и регистрации, а также пульта дистанционного управления гидростанцией. Испытания осуществляются при разных угловых перемещениях изделий и действующих на них крутящих моментах. Система управления, измерения и регистрации предусматривает восемь непрерывных или дискретных режимов блок-программы, устанавливаемых автоматически или вручную. Продолжительность режима — от 1 с до 9900 мин.

Техническая характеристика установки

Крутящие моменты, кН·м	
наибольший	24
статический	20
Амплитуда динамического момента (при давлении масла в гидрорупельсаторе 13 МПа), кН·м	20
Частота нагружения, Гц	0,3
Наибольшая угловая скорость, рад/с	1,7
Число циклов нагружения	99·10 ³
Число ступеней регулирования по амплитуде	100
Погрешность записи режима нагружения, %:	
статического	±2
динамического	±5
Погрешность записи угловых перемещений, %	±5
Установленная мощность электродвигателей, кВт	80
Давление масла, МПа	16
Тонкость очистки масла, МПа	5—10
Вместимость бака, л	840
Габаритные размеры, мм:	
установки	4530×1350×1865
гидростанции	4130×1350×1920
Масса, кг	14000

Индукционная установка (рис. 1) для закалки и отпуска стремянки задней рессоры автомобиля «Москвич» состоит из бункера-магазина, двух нагревательных блоков, двух индукторов, баков с маслом и промывочной жидкостью, двух спрейеров, цилиндра перемещения спутников, 11 спутников, двух поворотных цилиндров, лотка и станины. Загрузка и выгрузка деталей механизированы.

Установка может быть встроена в автоматическую линию механической обработки.

Техническая характеристика установки

Производительность, дет/ч	До 240
Вместимость бункера, дет.	50
Цикл загрузки — выгрузки, с	12—15
Привод:	
зажима деталей	Электромеханический
перемещения деталей	Пневматический
Расход м ³ /ч:	
воды	5
воздуха	3,5

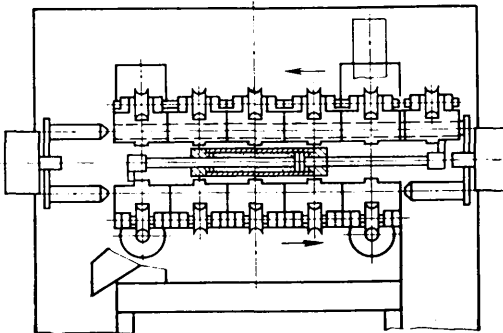


Рис. 1. Индукционная установка для закалки и отпуска задней рессоры

Давление, МПа:	
воды	35
воздуха	50
Габаритные размеры, мм	1610×1600×2000
Масса (с комплектующими изделиями), кг	4000

Установка разработана и внедрена на АЗЛК.

Установка мод. 82.133 (рис. 2) для приема и очистки загрязненной эмульсии от механических примесей и подачи очищенной жидкости к станкам применяется в составе централизованной циркуляционной системы обеспечения шлифовального оборудования и очистки водных СОЖ, поступающих от него. От действующих на ВАЗе, КамАЗе и Уфимском моторостроительном заводе фильтровальных устройств отличается отсутствием специального бака для загрязненной жидкости и дополнительных насосов, перекачивающих ее. По своим характеристикам соответствует лучшим зарубежным аналогам. Ее производительность 750 л/мин, габаритные размеры 4850×2300×3000 мм, масса 4500 кг.

Разработчик — КЭКТИавтопром, изготовитель — опытный завод КЭКТИавтопрама.

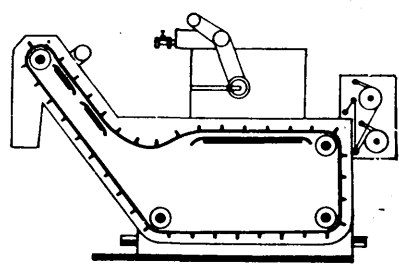


Рис. 2. Установка мод. 82.133

Разработчик — ГКТИавтопром.

Установка для очистки масляных каналов и наружных поверхностей коленчатых валов автомобиля ГАЗ-52 от технологических загрязнений (стружки, частиц абразива, остатков масел, СОЖ и др.). Она может быть использована также для очистки деталей типа тел вращения с наибольшими размерами $\varnothing 200 \times 728$ мм. Очистка осуществляется струями жидкости под высоким давлением, что позволяет значительно повысить производительность труда и улучшить качество очищенных изделий, имеющих каналы и сложную конфигурацию наружных поверхностей.

Техническая характеристика установки

Расчетная производительность, шт/ч	175
Число устанавливаемых на транспортере коленчатых валов	9
Число рабочих позиций	2
Число электродвигателей	12
Число установок для гидроочистки, шт	2
Давление жидкости на выходе из насоса, МПа	3—15
Давление в пневмосистеме, МПа	0,2—0,4
Температура моющего раствора, К	320
Расход воздуха, м ³ /ч	230
Установленная мощность, кВт	32
Размеры установки, мм	3270×10950
Масса, кг	8000

Установку можно использовать также для очистки коленчатых валов в ремонтном производстве. В основном же производству требуется изменить размеры транспортера и установочных призм в соответствии с размерами коленчатых валов. Внедрение установки на ГАЗе дало годовой экономический эффект, равный 88 тыс. руб.

Разработчик — НИИТавтопром, изготовитель — Московский опытный завод НИИТавтопрома.

Установка УРМ (рис. 3) предназначена для регенерации ионов меди из использованных цианистых, сернокислых пирофосфатных электролитов промывочных вод ванн улавливания. Позволяет использовать регенерированную медь в процессе меднения, снизить затраты на очистку промывочных стоков, уменьшить концентрацию меди в них, исключить вероятность залпового сброса в канализацию концентрированных сточных вод из ванн улавливания. Годовой экономический эффект от внедрения установки — 3,5 тыс. руб.

Техническая характеристика установки

Производительность:	
по промывной воде, л/сут.	600
по регенерированной меди, кг/сут.	2
Концентрация меди, г/л:	
двухвалентной	5
двухвалентной (конечной)	0,1
Суммарная площадь катодов, дм ²	600
Число катодных рядов, шт	6
Плотность тока, А/дм ²	0,5
Габаритные размеры, мм	3550×1340×10 5
Масса, т	1,5

Разработчик — ЭКТИавтопром, изготовитель — Опытный завод ЭКТИавтопрома.

Установка УМ-119 предназначена для подготовки пленки-подложки, применяемой при упаковке различных деталей на машине УМ 88.5. При необходимости может использоваться для упаковки любых мелких деталей. Ее основные части — станина, вакуумный стол,

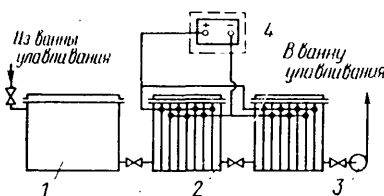


Рис. 3. Технологическая схема процесса регенерации меди:

1 — буферный накопитель; 2 — электролизер; 3 — насос; 4 — выпрямитель

нагреватель, протяжное устройство, узел резки, система отсоса воздуха, пневмопривод и пульт управления. Годовой экономический эффект от внедрения — 20 тыс. руб.

Техническая характеристика установки

Производительность, шт/ч:	
пленок-подложек	140
упаковок	70
Наибольшая высота упаковываемых изделий, мм	40
Привод установки	Электропневматический
Мощность нагревателя, кВт	12
Рабочее давление воздуха в пневмосистеме, МПа	0,3—0,4
Габаритные размеры, мм	1470×1540×1400
Масса, кг	600

Разработчик — ЭКТИавтопром, изготовитель — Опытный завод ЭКТИавтопрома.

Автоматизированная система программированной обработки криволинейных поверхностей кузовной модельной оснастки на фрезерных станках с ЧПУ осуществляет подготовку управляющих программ на языке Фортран-4.

На основании задания, содержащего координаты точек одного семейства линий участка поверхности, система позволяет формировать математическое описание участка поверхности (интерполяцией или сглаживанием исходных точек) и также сопрягающие участки поверхности; рассчитывать координаты точек и нормалей строк фрезерования; ориентировать строки фрезерования по направлению любого из двух семейств координатных линий поверхности; ограничивать зону обработки координатными линиями поверхности; выводить исходные данные и строки фрезерования на графопостроитель (для визуального контроля); задавать технологические параметры обработки поверхности на станке с ЧПУ, в том числе тип и размеры инструмента, режимы и схему обработки, способы подвода и отвода инструмента; получать управляющую программу для станка с ЧПУ.

Программное обеспечение системы реализовано на ЭВМ СМ-4 и ЕС ЭВМ. Ее применение значительно снижает трудоемкость и долю ручного труда при изготовлении кузовной модельной оснастки, повышает качество изготавливаемых моделей, сокращает сроки подготовки производства кузовов.

Разработчик — МАМИ. Внедрена на АЗЛК.

Устройство для пакетной разрезки заготовок поршневых колец позволяет зажимать пакет заготовок (4—5 шт.) перед их обработкой, обеспечивая надежное крепление в процессе разрезки. Отличается от применяемых специальными замками, удерживающими каждое отрезное кольцо в четырех точках (с предварительным центрированием заготовок), обеспечивает равномерный зажим по всем точкам.

Устройство резки сокращает брак в процессе разрезки заготовок колец, удобно в эксплуатации и может быть использовано при работе как фрезями, так и резаками. Оно внедрено на Мичуринском автоагрегатном заводе с годовым экономическим эффектом 250 тыс. руб.

Разработчик — НИИТавтопром.

А. Н. САВЕРИНА

УДК 629.113.001.4:539.4.012.1:531:781.2

СЧЕТНЫЙ ТЕНЗОМЕТР

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ методов теории случайных функций при исследовании эксплуатационных процессов нагружения элементов конструкций автомобиля с целью оценки их долговечности и оптимальности геометрических размеров и форм основывается на знании статистических характеристик этих процессов. Однако при анализе нередко допускались упрощения реального процесса нагружения, в частности, считали его стационарным случайным. Так, измерение нагрузок проводилось, как правило, на коротких участках дорог протяженностью 100—500 м и при постоянной скорости движения автомобиля. В этих условиях процесс нагружения протекает обычно

как нормальный стационарный случайный. Поэтому предполагается, что его основные характеристики не изменяются и при больших пробегах, характеризующих срок службы автомобиля. Однако такие допущения приводят к существенному расхождению с фактическими условиями нагружения деталей и узлов автомобилей в процессе эксплуатации, и оценка усталостной долговечности их по полученным данным не соответствует реальным срокам службы.

Как известно, на усталостные повреждения оказывают существенное влияние величина действующих переменных напряжений и меньшее — порядок чередования амплитуд напряжений и частота их воздействия. В связи с этим при

практической отработке конструкции получили широкое распространение методы, основанные на непосредственном подсчете величин нагрузок и классификации их по диапазонам. Такие методы дают точное представление о фактических уровнях действующих нагрузок и в большинстве случаев оправдали себя в отношении достоверности оценки долговечности деталей.

Исследования, проведенные ранее при помощи классификатора, фиксирующего число пересечений заданных уровней, показали, что для большинства пробегов, равных 50—200 км, получаемые кривые распределений пересечений значительно отличаются от нормального закона присутствующего стационарному слу-

чайному процессу. Это является следствием того, что из-за неоднородности отдельных участков дороги, а также непрерывно изменяющейся скорости движения автомобиля процесс нагружения представляет собой не один стационарный случайный процесс, а сумму таких процессов. Каждый из них соответствует отдельному участку дороги и характеризуется своими дисперсией и средним значением, т. е. процесс нагружения деталей автомобиля является квазистационарным процессом, который и определяет их фактическую долговечность.

Однако используемые для экспериментального исследования фактического процесса нагружения деталей автомобиля приборы типа АСЗ-3, ДАД-1, САНТ-1, разработанные НАМИ и ГКТИавтопромом, а также классификатор КС-16 производства ФРГ не позволяют обеспечить измерение нагружения и оперативную обработку информации при длительных пробегах. Кроме того, полученные результаты предварительной систематизации уровней нагружения не могут быть обработаны на ЭВМ. Регистрация процесса нагружения при помощи различных самопишущих приборов и магнитографов также сопряжена с трудностями дальнейшей обработки результатов измерения.

Таким образом, для экспериментального исследования процесса нагружения при длительных пробегах автомобиля и обеспечения возможности обработки результатов измерения на ЭВМ необходимо создать новый прибор. И такой прибор — счетный тензометр — разработан ГКТИавтопромом.

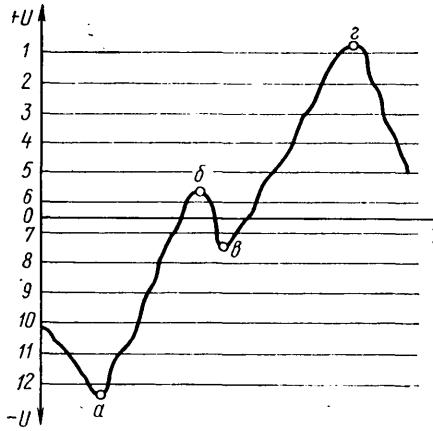
Структурная схема счетного тензометра состоит из тензоусилителя, преобразующего деформацию резисторных тензодатчиков, которые наклеиваются на исследуемую деталь, в электрическое напряжение; амплитудного дискриминатора на 12 независимо настраиваемых уровней срабатывания; измерительной и обрабатывающей частей; оперативных запоминающих устройств-накопителей; устройств ввода-вывода результатов измерения из накопителей; регистратора, фиксирующего их на магнитную ленту.

Сигнал с тензодатчиков поступает в тензоусилитель, усиливается в нем пропорционально величине и направлению деформации детали, измеряется в последующих устройствах схемы и подвергается статистической обработке по одному из трех методов: определение размахов и систематизация их по величине и направлению с учетом среднего значения сигнала; определение суммарного времени действия сигнала на каждом из уровней; подсчет числа пересечений уровней.

С целью статистической обработки сигнал в виде электрического напряжения, пропорциональный величине деформации, с тензоусилителя подается на амплитудный дискриминатор, представляющий собой 12 компараторов, уровень срабатывания каждого из которых можно устанавливать на любое значение сигнала в диапазоне измерения. Для исключения ложного срабатывания при наличии высокочастотных изменений сигнала с амплитудой не более 10% уровня срабатывания компараторы выполнены по схеме триггера Шmitta, имеющей регулируемую петлю «гистерезиса» на отпускание при уменьшении сигнала. Именно триггеры

являются отличительной особенностью амплитудного дискриминатора и повышают точность измерения. При обработке сигнала по методу определения суммарного времени нахождения сигнала выше заданного уровня они обеспечивают фиксирование только того времени, в течение которого сигнал находится между соседними уровнями как при его увеличении, так и при уменьшении. В качестве отметок времени используются импульсы встроенного генератора.

Если сигнал обрабатывается по методу подсчета числа пересечений каждого из 12 уровней срабатывания компараторов, то с выходов последних импульсы поступают непосредственно в соответствующие ячейки накопителей, аналогично поступлению импульсов отметок времени. При этом в накопителе № 1 фиксируется время нахождения сигнала между уровнями № 12 и 11 (см. рисунок) или число пересечений уровня № 12, в накопителе № 2 — время, когда сигнал находится между уровнями № 11 и 10 или число пересечений уровня № 11, и так до накопителя № 11.



При обработке сигнала с тензоусилителя по методу определения размахов деформации сигнала с выходов амплитудного дискриминатора поступают на измерительную и обрабатывающую часть прибора, которая обеспечивает получение импульсов в моменты экстремальных значений входного сигнала, т. е. в моменты максимумов и минимумов, а также определение по импульсу максимума и следующему за ним импульсу минимума величины размаха и фиксирование его в определенной ячейке накопителей.

Ячейки накопителей подключаются таким образом, что образуют треугольную матрицу, представляющую собой половину прямоугольной, разделенной по диагонали. Число строк и столбцов в матрице равно 11, т. е. на единицу меньше числа уровней срабатывания амплитудного дискриминатора. Номера строк и столбцов соответствуют номерам уровней, причем уровень № 1 фиксирует максимальный сигнал, а уровень № 12 — минимальный. Нумерация накопителей выполнена таким образом, что в накопителе с № 1 по № 11 фиксируются минимальные размахи, т. е. размахи между двумя соседними уровнями, в накопителе с № 12 по № 22 — размахи в два уровня и т. д. В накопителе № 66 фиксируется наи-

больший размах между уровнями № 1 и 12.

Измерительная и обрабатывающая часть прибора позволяет фиксировать не только малые высокочастотные изменения сигнала между точками *a* и *б*, *в* и *г*, но и низкочастотные — между точками *a* и *г* (см. рисунок). Размах между точками *a* и *б* фиксируется в накопителе, расположенном в шестой строке матрицы под номером 46; размах между точками *в* и *г* — в накопителе, находящемся в 11-й строке матрицы под номером 56, низкочастотный размах между точками *a* и *г* — в накопителе, расположенном в 11-й строке матрицы под номером 66. Таким образом, в накопителях 11-й строки будут зарегистрированы все размахи, максимум которых превышает уровень № 1, в накопителях десятой строки — размахи, максимум которых превышает уровень № 2, и т. д. В накопителях, расположенных в первом столбце матричной таблицы, регистрируются размахи, минимум которых лежит ниже уровня № 12, во втором столбце — размахи с минимумом ниже уровня № 11 и т. д.

Для определения закона распределения размахов необходимо просуммировать количество зарегистрированных размахов в накопителях, расположенных на прямых, параллельных диагонали матричной таблицы. Минимальные размахи в один уровень зафиксированы в накопителях, расположенных по диагонали, размахи в два уровня — в накопителях № 12—21, расположенных по первой прямой, параллельной диагонали матрицы, и т. д.

Распределение максимумов определяется путем суммирования чисел в накопителях, расположенных в одной строке матричной таблицы, распределение минимумов — путем суммирования чисел в накопителях, расположенных в одном ее столбце, число пересечений каждого из уровней — суммированием чисел в накопителях, размещенных в соответствующей строке таблицы, и увеличением полученной суммы вдвое.

Для обеспечения долговременной памяти результатов измерений информация из накопителей при помощи устройств вывода, по мере накопления, автоматически выводится на магнитную ленту. Возможен также ручной вывод информации.

Устройство вывода состоит из электронного десятичного счетчика и схемы преобразования последовательного кода информации в накопителе в параллельный двоично-десятичный, а затем в последовательный, который в виде электрических импульсов разной полярности записывается на магнитную ленту. Электронный десятичный счетчик снабжен индикаторным табло, обеспечивающим при ручном выводе информации визуальное наблюдение результатов измерения в накопителях в десятичном коде. Кроме информации, содержащейся в накопителе, на цифровом табло индицируется порядковый номер накопителя и номер массива чисел, т. е. номер очередной операции с массивом. Номер массива позволяет фиксировать результаты измерений для конкретных участков дороги.

Отличительной особенностью схемы преобразования кодов является то, что она снабжена генератором, задатчиком числа опросных импульсов и двумя коммутаторами. Один из них обеспечивает последовательный опрос всех

накопителей, начиная с первого, и вывод информации на счетчик, другой — последовательный опрос кодовых выходов счетчика и вывод информации на усилитель записи регистратора на магнитную ленту.

Началом операции съема информации из накопителей является команда, поступающая автоматически в момент переполнения любого из накопителей в процессе измерения деформации, либо — при ручном съеме — при нажатии кнопки «Пуск».

Отличительной особенностью регистратора является то, что на ленту записывается результат статистической обработки процесса нагружения за длительный пробег автомобиля, причем записывается параллельный код чисел, что экономит магнитную ленту и позволяет вести длительные измерения с записью их результатов на одну кассету ленты. Кроме того, запись информации в коде позволяет применять для

этого лентопротяжный механизм портативного кассетного магнитофона.

Другой отличительной особенностью схемы преобразования кодов является то, что второй коммутатор обеспечивает работу схемного тензомера в режиме воспроизведения информации с магнитной ленты в электрический счетчик, а с кодовых выходов последнего — в ЭВМ. Эта особенность позволяет вести, помимо ручной обработки результатов измерений, и автоматическую — при помощи ЭВМ.

При ручной обработке результаты измерений с индикаторного табло считываются, записываются в виде матричной таблицы и обрабатываются, как было указано выше, по каждому массиву чисел.

Обработка нескольких массивов позволяет определить распределение дисперсии случайного процесса нагружения и учесть его при разработке программы стендовых испытаний исследуемой конструкции.

Конструктивно счетный тензомер выполнен в виде двух блоков: измерений и обработки данных. Каждый из них размещен в стандартном корпусе и в автомобиле крепится при помощи уголкового каркаса. В блоке измерений расположены тензометрический усилитель и лентопротяжный механизм от переносного кассетного магнитофона. Блок обработки данных состоит из отдельных модулей, устанавливаемых в кассете и выполняющих определенную функцию в процессе обработки данных.

Элементной базой электронной схемы счетного тензомера служат микросхемы, которые потребляют мало электроэнергии, что позволяет осуществлять питание счетного тензомера от бортовой сети испытываемого автомобиля с напряжением 24 В.

Габаритные размеры прибора 480×400×480 мм, масса 20 кг.

Кандидаты техн. наук Ю. Н. ПИСАРЕВ, И. Н. УСПЕНСКИЙ

ГНТИавтопром

НА ВЫСТАВКАХ, КОНФЕРЕНЦИЯХ, СОВЕЩАНИЯХ

УДК 621.865.8:629.113.002

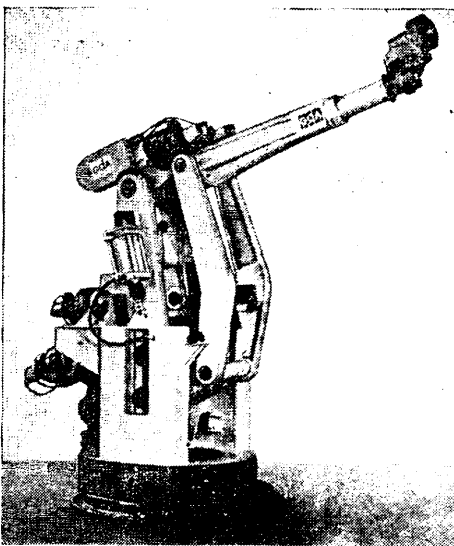
«РОБОТОКОМПЛЕКСЫ-85»: РОБОТЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

МОСКОВСКАЯ международная выставка «Роботокомплексы-85», в которой участвовали более 140 предприятий, организаций и фирм из 14 социалистических и капиталистических стран, стала своеобразным смотрам основных тенденций развития гибких производственных систем (ГПС) в мире. На ней демонстрировались натурные образцы и масштабные макеты промышленных роботов и робототехнических комплексов, гибких автоматизированных технологических линий, металлообрабатывающих станков с ЧПУ, средств автоматизированного управления, контроля и измерения, а также комплектующих изделий для них (электромоторы, гидро- и пневмоцилиндры, микропроцессоры, датчики, сервоклапаны и др.). Все это говорит о том, что за рубежом в настоящее время вопросам автоматизации и, в частности, роботизации производства уделяется очень серьезное внимание, причем одно из центральных мест в этой области отводится именно робототехническим комплексам, а также вспомогательному оборудованию и автоматизированным средствам внутрицехового транспорта. Особенно широко робототехника используется для автоматизации крупносерийного и массового производства, в частности автомобилестроения. Еще большие перспективы открываются перед ней в будущем.

Так, американский концерн «Дженерал Моторс» намерен к 1990 г. оснастить свои автомобильные предприятия 14 тыс. роботов, из которых 36% будут заняты в технологических процессах сборки, 28% — загрузки — разгрузки, 19% — сварки, 11% — окрашивания и 6% — транспортировки изделий. При этом доля простых цикловых роботов (манипуляторов) среди средств автоматизации производства должна уменьшиться, а роботов со свободнопрограммируемыми гибкими системами управления, реализующими режимы как ручного, так и автоматического управления, обучения и наладки, наоборот, заметно возрасти.

Что касается современного состояния и конкретных концепций технического обеспечения промышленной робототехники за рубежом, то, судя по экспонатам выставки, картина здесь вырисовывается примерно следующая.

Промышленные роботы из сравнительно простых устройств все в большей степени превращаются в совокупность сложных систем — манипуляционной, сенсорного оснащения, управления и энергообеспечения. Они укомплектовываются



разнообразными рабочими инструментами и вспомогательным технологическим оборудованием (позиционерами обрабатываемого изделия, средствами контроля и измерения и т. п.), в результате чего становятся составной частью робототехнических комплексов, эксплуатационные возможности и область применения которых определяются техническими характеристиками их компонентов.

ленне повысить универсальность применения роботов привело к увеличению их номенклатуры, разнообразию кинематической структуры (антропоморфной, сферической). В то же время для таких специфических операций, как точное позиционирование деталей при сборке, манипулирование тяжелыми предметами (например, при загрузке — разгрузке станков, прессов и литейных машин), успешно применяются более простые роботы — с прямоугольной и цилиндрической кинематикой.

Большая часть антропоморфных роботов имеет манипуляционный механизм, построенный по принципу шарнирной цепи, т. е. моделирующий человеческую руку. Но в последнее время — и это было отражено на выставке — получили распространение электромеханические антропоморфные роботы, манипуляционные механизмы которых в основе своей содержат четырехшарнирный параллелограммный (например, робот «КУКА» IR 601/60) или пятишарнирный рычажный («ГДА» HDS 24/26) многосвязный (см. рисунок). К преимуществам такой кинематической схемы относятся большая жесткость манипуляционного механизма, значительное удаление границ зоны обслуживания от оси поворота обслуживания робота, меньшая потребная мощность привода и увеличенная грузоподъемность, а также более простое уравновешивание его при работе с большими грузами и ускорениями. Однако и рука типа «шарнирная цепь» также считается перспективной, так как такой механизм обладает возможностью реализовать сложные перемещения и работать в труднодоступных местах, что делает его универсальным, а подчас и незаменимым.

Характерным атрибутом всех современных промышленных роботов является система уравновешивания инерционных нагрузок, действующих на механическую руку при работе. Конструктивно такая система может быть механической (совокупность пружин и балансирных гидро- и пневмобалансирной. Вы-

Фирма и страна	Модель робота	Кинематическая структура	Число степеней свободы	Перемещение по координатным осям			Максимальная грузоподъемность, кг	Точность позиционирования, мм	Тип привода и его мощность, кВт	Объем памяти системы управления, базовых точек	Число внешних входов/выходов (стандарт)	Области применения
				ось	диапазон, град	скорость, град/с						
«Машиноэкспорт», НРБ	«Изаатрон» РБ-251	Прямоугольная	5	I II III IV V	2500* 1250* 630* 270* 245	1,67** 1,67** 1,67** 45 45	—	+0,25	Электромеханический	3000	8/8	Дуговая сварка
ЦИМ, ГДР	10-1	Антропоморфная (параллелограммный многозвенник)	5	I II III IV V	330 80 60 270 500	—	15	±0,2	Электромеханический, 5	12***	8/8	Дуговая сварка, загрузка — разгрузка, сборка
«Комау», Италия	«Смарт» 6.50.R	Антропоморфная	6	I II III IV V VI	270 140 280 360 230 360	78 80 102 138 136 144	60	±0,4	Электромеханический	16***	14/9	Универсальный (кроме окрасочных работ)
КУКА, ФРГ	IR 160/60	Антропоморфная	6	I II III IV V VI	250 125 270 450 240 540	100 108 139 145 140 180	60	±0,5	Электромеханический, 10,8	—	—	Универсальный (кроме окрасочных работ)
ГДА, ФРГ	HDS 36	Антропоморфная (пятишарнирный многозвенник)	6	I II III IV V VI	330 1560* 2250* 590 627 633	88 1,10** 1,05** 115 130 124	65	±0,7	Электромеханический	—	15/15	Универсальный (кроме окрасочных работ)
«Мантек», ФРГ	R3	Антропоморфная	6	I II III IV V VI	325 220 290 375 240 540	100 85 300 180 230 190	15	±0,1	Электромеханический	1100	28/32	Универсальный (кроме окрасочных работ)
«Яскава», Япония	«Мотомэн» 10	Антропоморфная	5	I II III IV V VI	300 85 65 180 180 370	90 1,0** 1,4** 240 240 360	10	±0,2	Электромеханический	2200	16/7	Дуговая сварка
«Паркер», Япония	SV-6D	Антропоморфная	6	I II III IV V VI	150 3128* 1320* 250 240 250	1,75** 1,75** 1,75** 1,75** 1,75** 1,75**	3	±2	Гидромеханический	2000	14/15	Окрашивание распылением
«Райс», ФРГ	H-15	Двухполярная цилиндрическая	6	I II III IV V VI	1200** 230 270 360 230 360	0,50** 180 180 180 180 180	15	±0,1	Электромеханический, 4	1100	48/40	Сборка
«Дайфуку», Япония	«Фанук» АЗ-0	Цилиндрическая	4	I II III IV	290 300 400 300	150 0,80** 0,40** 300	6	±0,03	Электромеханический	2700	16/16	Сборка
«Камель», Италия	P-00	Цилиндрическая (с перемещающимся основанием)	4	I II III IV	180 750* 420* 1000*	1,0** 1,0** 1,0** 1,0**	10	±0,1	Пневмомеханический	32***	—	Сборка, загрузка — разгрузка

* Размерность — миллиметр.
** Размерность — м/с.
*** Размерность — килобайт.

бор того или иного типа уравновешивающей системы определяется, как правило, грузоподъемностью и быстродействием робота, а также требуемой точностью его позиционирования.

Существенной технической особенностью любого робота является, как известно, тип привода. И если оценивать по этому признаку экспонаты выставки,

то оказывается, что в настоящее время встречаются электро-, гидро- и пневмомеханические приводы. И это понятно: каждый из них обладает определенными достоинствами и недостатками. Например, первый делает робототехнику более точной, быстродействующей и стабильной в управлении, надежной и долговечной. Поэтому он, несмотря на высокую

стоимость, наиболее распространен. Что касается гидромеханического, то его применение в универсальных роботах сокращается. Однако для используемых в пожаро- и взрывоопасных условиях (например, при окрашивании распылением), а также для роботов особо большой грузоподъемности (более 100 кг) он остается предпочтительным. Пневмо-

механический привод для универсальных свободнопрограммируемых роботов применяется пока крайне редко, что объясняется его недостаточными точностью позиционирования и стабильностью управления, малыми развиваемыми усилиями. Тем не менее, будучи сравнительно простым и недорогим в изготовлении, он широко используется во вспомогательных манипуляторах с прямоугольной или цилиндрической кинематикой, применяемых в автоматизированных штамповочных и сборочных линиях.

Некоторые из экспонировавшихся на выставке универсальных робототехнических комплексов снабжены набором сменных инструментов («Акроникс», «КУКА», «Комау», «Нокиа»): «запястье» механической руки у них оборудовано электромагнитным, гидро- или пневмомеханическим инструментодержателем, способным надежно «захватывать» различные рабочие инструменты (сварочные клещи, горелку, гайковерт, вакуумный захват, шлифовальную машинку и др.). Смена инструмента производится автоматически и занимает всего несколько секунд, что, безусловно, расширяет функциональные возможности роботоконплекса, особенно в условиях мелко- и среднесерийного производства.

Все современные свободнопрограммируемые промышленные роботы снабжаются микропроцессорными системами управления, реализующими (в реальном масштабе времени) сложные алгоритмы цифрового управления. Функционально такие системы строятся как многоуровневые: сенсорное оснащение — центральный процессор (микроЭВМ) — контроллеры — усилительно-преобразовательные элементы — электродвигатели (или сервоклапаны). Микропроцессоры на больших интегральных схемах в сочетании с современными программносителями

(гибкие и жесткие магнитные диски, магнитные ленты и домены) обеспечивают системам управления высокую гибкость, быстродействие и большой объем памяти (до 3300 базовых точек). Кроме того, системы управления могут дополняться (по заказу) интерфейсами для связи с различными периферийными устройствами или ЭВМ более высокого уровня (общее число входов — выходов до 96, обычно не более 16), а также встроенными электронными системами технической диагностики.

В зависимости от выполняемых роботом операций его управляющая система позволяет реализовывать позиционное («от точки к точке») или контурное управление манипулятором, а также контурное управление с пересчетом на рабочий элемент инструмента. Первое применяется в роботоконплексах для точечной контактной сварки, сборки и т. п., т. е. в тех случаях, когда определены только конечное положение инструмента и длительность цикла перемещения, а траектория его движения — произвольная; второе — на операциях дуговой сварки, окрашивания, нанесения клея, снятия заусенцев и т. п., т. е. там, где необходимо движение инструмента по определенной траектории.

Микропроцессорная система управления позволяет осуществлять позиционное обучение робота, а затем по требованию оператора выполнять линейную или круговую интерполяцию траектории (по заказу — сплайн-интерполяцию). Обучение — перемещением манипуляционного механизма как вручную, так и дистанционно (с пульта), с последующим кодированием позиций рабочей траектории на программаторе, либо аналитическим описанием позиций и траектории движения механической руки робота.

Свободнопрограммируемые роботы,

экспонировавшиеся на выставке, имеют сложное сенсорное оснащение: сеть датчиков внутренней информации обеспечивает контроль скорости перемещения и положение осей робота, а появившиеся в последние годы достаточно надежные (но пока дорогостоящие) средства пространственной адаптации, снабженные датчиками внешней информации (тактильные датчики, локаторы, системы технического «зрения»), позволяют сделать робот «чувствующим», приспособившимся к случайным отклонениям состояния обслуживаемого объекта (на выставке демонстрировался лишь один такой робот — итальянский «Смарт» фирмы «Комау» с телевизионной системой активной адаптации, входящий в состав роботоконплекса для монтажа колес на легковом автомобиле).

Характерными тенденциями в вопросах компоновки промышленных роботов являются модульность исполнения и унификация (в рамках семейства). Наглядным примером этого может служить гамма роботов «Фароб» австрийской фирмы «Фест-Альпине»: они выпускаются с различными вариантами приводов, а также в напольном, подвесном или портальном компоновочных исполнениях.

Резюмируя сказанное выше, следует отметить то большое внимание, которое уделяют фирмы-потребители робототехники проблеме рационального выбора типа, модели и варианта оснащения робота для каждого конкретного случая его применения: они исходят из того, что современный свободнопрограммируемый универсальный робот — изделие технически сложное и дорогостоящее, поэтому применять его нужно там и так, где его технические возможности используются наиболее полно (см. таблицу).

В. Г. ТАРАКАНОВ

АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ ЗА РУБЕЖОМ

УДК 629.113.65:621.355*313»

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

В ПОСЛЕДНИЕ годы за рубежом делаются все более настойчивые попытки найти замену для свинцово-кислотного аккумулятора, используемого на электромобилях. В частности, ведутся работы по различным новым типам аккумуляторов, особенно по железоникелевым, цинкохлорным, натриево-серным аккумуляторам и алюминиево-воздушному топливному элементу.

Так, фирма «Игл-Пичер Индастриз» (США) ведет разработку железоникелевого аккумулятора, который, по сравнению со свинцово-кислотным, имеет в 2 раза большую энергоемкость и приблизительно в 4 раза больший срок службы — 1500—2000 циклов перезарядки при 100%-ном заряде.

В конце 1981 г. фирма организовала дорожные испытания аккумуляторов этого типа: 650 таких аккумуляторов были установлены на электромобилях, переделанных из автомобиля «Рэббит» фирмы «Фольксваген оф Америка», а также на грузовых электромобилях наибольшей грузоподъемности.

Фирма «Галф энд Уэстерн» (США) разработала в 1980 г. экспериментальный легкой четырехместный электромобиль «Оптимайд Кар» полной массой 1600 кг, для привода которого используется цинкохлорный аккумулятор.

В процессе опытной эксплуатации его первого экземпляра получены следующие данные: запас хода при постоянной скорости, равной 72,5 км/ч — более 270 км, а при 80 км/ч — 250 км; максимальная скорость — 105 км/ч; время разгона с места до 48 км/ч — 11 с.

КПД цинкохлорного аккумулятора — 65%. Время заряда полностью разряженного аккумулятора — 8 ч при 220 В, 100 А. Электроды не вступают в химическую реакцию с электролитом, и по этой причине срок службы аккумулятора составляет около 10 лет. Число циклов заряда — разряда — более 2000. Особенностью конструкции аккумулятора является необходимость охлаждать электролит в процессе заряда до температуры 281 К (+8°C).

Фирма «С энд Д Бэттериз» (США) начала разработку аккумулятора с пластмассовыми электродами. Специалисты этой фирмы считают, что новый аккумулятор, по сравнению со свинцово-кислотным, будет иметь более высокие показатели: удельную энергоемкость — 100 Вт·ч/кг и удельную мощность — 100 Вт/кг; срок его службы теоретически неограниченный, поскольку в процессе заряда — разряда с электродами не происходит никаких изменений.

Аккумулятор имеет плоскую форму, состоит из двух пластиковых пластин, разделенных прокладкой. Электролит жидкий, весь аккумулятор герметизирован и не требует технического обслуживания.

Из перспективных систем электропитания следует отметить алюминиево-воздушный топливный элемент, в котором электрическая энергия образуется за счет химической реакции металлического алюминия с кислородом атмосферного воздуха в присутствии электролита. Продукт реакции — тригидроксид алюминия — выпадает из раствора в виде осадка, из которого при последующей обработке на заводе может быть получен чистый алюминий.

Восстановление работоспособности истощенного алюминиево-воздушного топливного элемента осуществляется не путем медленного заряда от электросети, а доливкой воды в электролит через каждые 400—600 км пробега и заменой анодных алюминиевых пластин через каждые 1600—4800 км пробега.

Алюминий в качестве топлива способен выделить в 2 раза больше энергии на единицу массы, чем бензин при его сгорании в ДВС. Считается, что стоимость алюминиевого топлива по

затратам энергии эквивалентна выработка бензина из каменного угля.

Недостатком алюминиево-воздушного топливного элемента является значительное внутреннее сопротивление: при ЭДС, равной 2,7 В, рабочее напряжение элемента составляет всего 1,7 В, что приводит к выделению тепла на внутреннем сопротивлении, поэтому через элемент продувается воздух (в 2—10 раз больше, чем в случае стехиометрического соотношения).

Удельная энергоёмкость алюминиево-воздушного топливного элемента — более 300 Вт·ч/кг. Специалисты исследовательского центра «Лоренс Ливермор Нэшнл Лэборэтори» утверждают, что, в соответствии с расчетами и результатами испытаний опытного образца, алюминиево-воздушный топливный элемент в состоянии обеспечить для электромобилей запас хода, разгонную динамику и возможность быстрой дозаправки топлива, сопоставимые с возможностями современного автомобиля с приводом от ДВС. Однако разработка алюминиево-воздушного топливного элемента находится на начальной стадии, и, прежде чем будет найдено коммерчески приемлемое конструктивное решение, потребуется разрешить ряд очень трудных проблем. Предполагаемый срок коммерческого производства — до 1990 г.

Во всех промышленно развитых странах мира делаются попытки создать комбинированные (гибридные) системы привода, при помощи которых можно расширить эксплуатационные возможности современных электромобилей, т. е. увеличить их запас хода и улучшить разгонную динамику. Применение гибридных систем привода является промежуточным этапом развития электромобилей. Предполагается, что в 90-е годы будут созданы коммерческие образцы источников электропитания, которые обеспечат для легковых электромобилей и городских электробусов такие же эксплуатационные возможности, какие имеют современные легковые автомобили и автобусы с приводом от ДВС.

Компоновка гибридных систем привода может быть различной. Наиболее распространенной является комбинация ДВС пониженной мощности и аккумуляторной батареи. Фирма «Лукас», ведущая в Англии в области разработки аппаратуры привода электромобилей, предлагает два варианта подобного вида гибридного привода: последовательный и параллельный.

При последовательной схеме ДВС, работая в экономичном режиме и при малой токсичности выпускных газов, подзаряжает аккумуляторную батарею, от которой энергия подается на электродвигатель, соединенный с колесами через пониженную передачу. (ДВС непосредственно с колесами не связан.)

При параллельной схеме привод колес осуществляется от ДВС, а при необходимости подачи большей мощно-

Показатели	Нормы США	Автомобиль «ETV-2»	
		Водитель и три пассажира (272 кг)	Один водитель (68 кг)
Запас хода, км:			
цикл 227a (D)	121	104	119
цикл FCDS	—	106	116
при движении с постоянной скоростью 40 км/ч	—	188	204
при движении с постоянной скоростью 56 км/ч	—	169	183
при движении с постоянной скоростью 72 км/ч	—	124	135
Время разгона:			
от 0 до 48 км/ч (19 000 мин ⁻¹)	9	8,3	7,4
от 40 до 88 км/ч (23 000 мин ⁻¹)	18	12,9	11,1
от 0 до 80 км/ч (21 000 мин ⁻¹)	—	17,1	15,2
Постоянная скорость, км/ч, при движении на подъеме 5%-ной крутизны	80 на участке 1,6 км	80 на участке 1,3 км, далее снижение скорости до 65 км/ч	80 на участке 1,6 км

сти на колеса (например, при разгоне) подключается электродвигатель (через дополнительную понижающую передачу).

Другая возможность — совместное использование электрических и маховичных аккумуляторов. Применяемые в настоящее время опытные образцы маховиков имеют размеры автомобильного колеса и по своей удельной энергоёмкости превосходят свинцово-кислотные аккумуляторы. Энергия аккумулируется путем раскручивания маховика до его рабочей максимальной частоты, отдача энергии происходит при затормаживании маховика до частоты не ниже половины рабочей максимальной. Маховик имеет двойной запас прочности, т. е. его разрушение может произойти при частоте в 2 раза большей, чем максимальная рабочая.

Фирма «Дженерал Электрик» (США) создала в 1981 г. систему такого же гибридного привода для электробусов. В этой системе вал многодискового маховика жестко связан с валом электродвигателя-генератора, который подает энергию на маховик и отбирает ее от маховика. Ось вращения маховика и связанного с ним электродвигателя расположена вертикально, чтобы маховик не создавал гироскопического противодействия при повороте электробуса. Привод электробуса осуществляется при помощи электродвигателя постоянного тока, который при торможении электробуса работает как генератор, отдавая избыток энергии на маховик. Между электродвигателем маховичного аккумулятора и тяговым электродвигателем включен электронный преобразователь.

Габаритные размеры маховика в сборе с электродвигателем — 1,22 м как по высоте, так и по ширине. Собственно маховик состоит из шести массивных дисков диаметром 1,02 м, сваренных друг с другом в отдельных точках для обеспечения дополнительной жесткости конструкции. Материал дисков — низколегированная высокопрочная сталь.

Маховичная система может быть установлена на троллейбусе, что даст ему возможность выходить за пределы трассы, на которой предусмотрена контактная сеть. При другой конструктивной компоновке маховичный аккумулятор может быть установлен на электромобиле с приводом от свинцово-кислотных аккумуляторов. В этом случае маховичный аккумулятор обеспечивает кратковременную добавку энергии при разгоне электромобилей, а также воспринимает избытки энергии в процессе торможения электродвигателем или движением накатом под уклон. Маховик при подобной компоновке выполняет роль энергетического буфера и улучшает разгонную динамику электромобилей без снижения запаса его хода.

В США разработано несколько конструкций маховичных аккумуляторов, причем в более совершенных конструкциях помимо стали используются и высокопрочные пластмассы.

Так, в июне 1980 г. фирма «Эйррисерч Мэнюфакчури» представила в распоряжение министерства энергетики экспериментальный легковой электромобиль «ETV-2» с гибридным приводом (свинцово-кислотные и маховичный аккумуляторы). Маховик запасает на максимальных оборотах 16 кВт·ч энергии, его удельная энергоёмкость — 44 Вт·ч/кг.

Создала свой маховик и фирма «Сэндиа» (США). Он на максимальных оборотах запасает 27 кВт·ч энергии и имеет энергоёмкость, равную 80 Вт·ч/кг. Эксплуатационные (расчетные) показатели электромобилей «ETV-2» приведены в таблице.

Из всего сказанного следует, что крупносерийное производство электромобилей в развитых капиталистических странах может начаться не ранее второй половины 80-х годов — если будет налажено коммерческое производство новых аккумуляторов и топливных элементов, имеющих достаточно высокую удельную энергоёмкость.

С. А. БЕЛИКОВ

Художественный редактор А. С. Вершинкин

Технический редактор Е. П. Смирнова

Корректор Л. Е. Соношкина

Сдано в набор 06.04.85.
Печать высокая

Подписано в печать 14.06.85.
Усл. печ. л. 5,0

Т-12861.
Усл. кр.-отт. 6,0

Уч. изд. л. 8,49.

Тираж 10899 экз.

Формат 60×90^{1/4}.
Зак. 168.

Адрес редакции: 103012, Москва, К-12, пр. Сапунова, д. 13, 4-й этаж, комн. 424 и 427
Тел.: 228-48-62 и 298-89-18

СТЕНХОЙ.

Фирма основана в 1917 году СИГУРДОМ СТЕНХОЕМ, местным кузнецом, который за прошедшие десятилетия сумел создать предприятие, которое сегодня считается крупнейшим производителем в Скандинавии оборудования для авторемонтных мастерских.

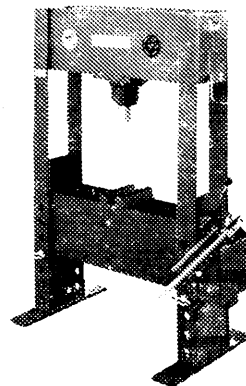
Фирма предлагает своим покупателям более 65 лет производственного опыта наряду с современным и гибким производственным аппаратом.

Ассортимент продуктов, состоящий как из стандартных, так и специальных комплектов оборудования, включает:

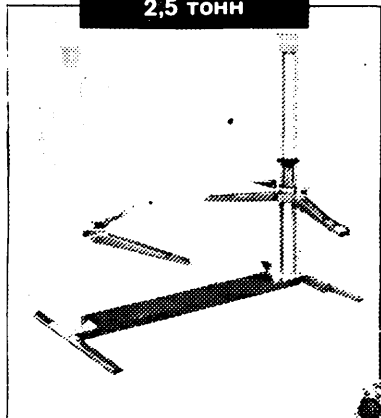
- автоподъемники для легковых и грузовых автомобилей грузоподъемностью от 2 до 40 тонн
- воздушные компрессоры мощностью от 0,5 до 40 л.с.
- гидравлические прессы для заводов-изготовителей, а также для мастерских.

Штат сотрудников фирмы СТЕНХОЙ сейчас насчитывает свыше 400 человек, а продукция экспортируется примерно в 90 стран мира.

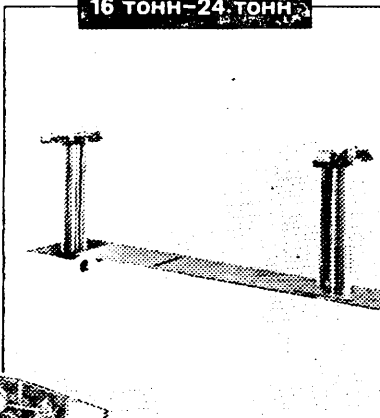
15 тонн-300 тонн



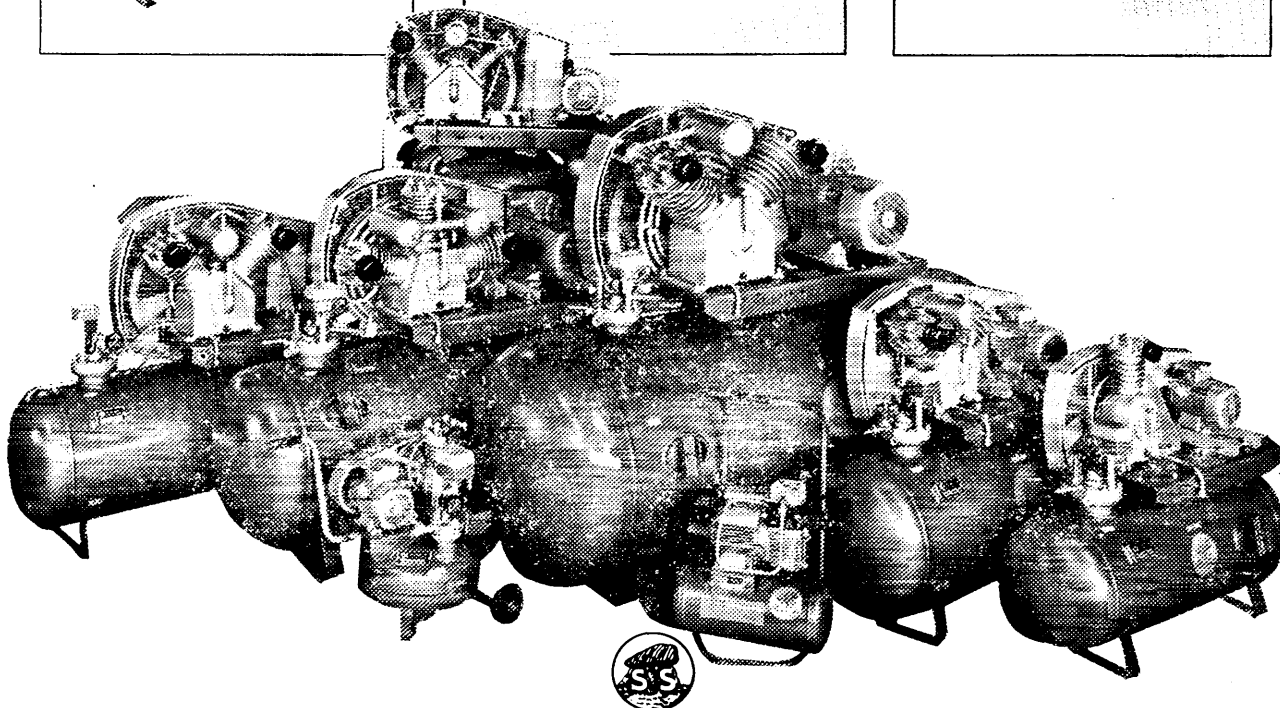
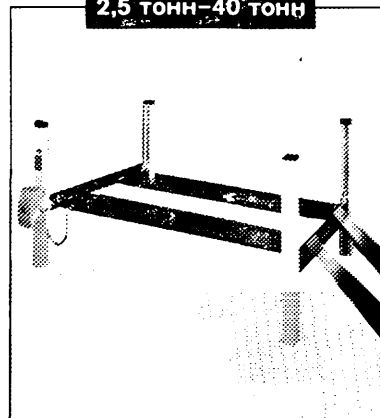
2,5 тонн



16 тонн-24 тонн



2,5 тонн-40 тонн



СТЕНХОЙ

СТЕНХОЙ МАСКИНФАБРИК А/С

ДК-7150 БАРРИТ, ДАНИЯ · Телефон: 05-69 12 22 · Телекс: 60 644

Nergård M

Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется организациями и предприятиями в установленном порядке через министерства и ведомства, к которым они относятся.

Запросы на проспекты и каталоги следует направлять по адресу: 113461, Москва, ул. Каховка, 31. В/О «Внешторгпрекляма». При запросе ссылаться на № заказа 3707-85/Д/12/42.

Статистический метод контроля качества с применением микропроцессора

Высокое качество выпускаемых изделий обеспечивается только в том случае, если все их детали изготовлены точно по чертежам. Необходимое условие достижения этого — осуществление контроля качества.

«Мицутойо» — одна из ведущих фирм прецизионного приборостроения в мире, выпускающая изделия для обеспечения контроля качества.

На рисунках показан цифровой измерительный прибор, работающий в сочетании с микропроцессором. Результаты измерения индикатором часового типа и штангенциркулем преобразуются в цифровые сигналы, которые вводятся в микропроцессор. Микропроцессор вычисляет результаты измерения и выводит статистические данные: число образцов, максимальные, минимальные и средние значения, гистограммы и т. д., обеспечивая статистический контроль качества на заводах.

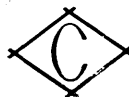


Более подробную информацию можно получить:



MITUTOYO MFG. CO., LTD.
МИЦУТОЙО МФГ. КО., ЛТД.

33—7, Shiba, 5-chome, Minatoku, Tokyo, Japan
Telex: 242—2395
Phone: (03) 453-3331



Экспортное агентство — фирма
«ТОИО МЕНКА КАИША,
ЛТД.»

Москва, 123610, Краснопресненская наб., 12
Тел.: 253-21-54, 253-21-55, 253-21-56, 253-21-57
Телекс: 413170 TOMEN SU

Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется организациями и предприятиями в установленном порядке через министерства и ведомства, к которым они относятся.
Запросы организаций и предприятий на проспекты и каталоги по данному объявлению следует направлять по адресу: 113461. Москва, ул. Каховка, 31, В/О «Внешторгкларма».