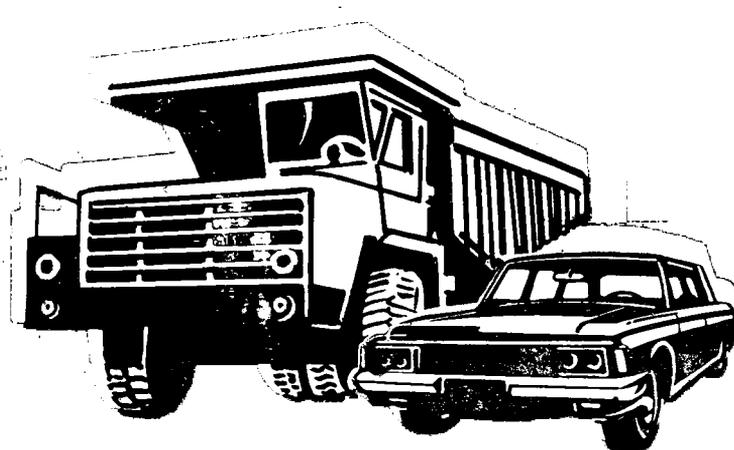


А

**АВТОМОБИЛЬНАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ**

1982

4



СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- А. Д. Молокович** — Снижение объема работ по обслуживанию оборудования — резерв роста производительности труда и эффективности производства . . . 1

ДВИГАТЕЛИ

- Е. В. Шатров, В. М. Кузнецов, В. Н. Вербецкий, А. Н. Удовенко** — Рабочий процесс гибридного аккумулятора водорода при использовании тепла отработавших газов двигателя . . . 4
- Ю. А. Белов** — О причинах разрушения некоторых деталей ТНВД . . . 6
- К. П. Алексеев, Б. С. Курчман, А. А. Нигин, Е. Г. Урванцев, С. И. Цветков** — Цельнолитые колеса турбин для нагнетателей мощных дизелей . . . 7
- М. А. Литинский, В. Ф. Кокоринов, В. Л. Равич** — Измерение давлений при испытаниях двигателей . . . 9

АВТОМОБИЛИ

- В. М. Семенов, Е. А. Зельцер, А. А. Фаденков** — Выбор жесткости подвесок автотопоездов-лесовозов . . . 12
- Ю. М. Винокуров** — О полной массе прицепа к легковому автомобилю . . . 13
- С. Н. Иванов, И. С. Лунев, Ю. К. Есеновский-Лашков** — Конструкции легких карданных валов и особенности их производства . . . 14
- Д. С. Еленевский, И. И. Ружинский, Р. С. Оболенский, Н. И. Плутенко, Н. М. Чижова, Ю. А. Роцин** — Вибродиагностика редуктора заднего моста автомобилей ВАЗ . . . 16
- Л. Л. Гинцбург** — Управляемость автомобиля с задними управляемыми колесами . . . 18
- М. А. Корнилов** — Задний борт кузова автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-53Б . . . 20
- С. И. Ломака, В. В. Таболин, И. Ф. Бобровник, Е. М. Гецович** — Противоблокировочная система длиннобазного трехосного автомобиля . . . 21

ТЕХНОЛОГИЯ

- А. В. Бутузов** — Основные направления развития технологии автомобилестроения в XI пятилетке . . . 22
- В. М. Смелянский, В. Ю. Блюменштейн** — Качество поверхностного слоя деталей после обработки размерным совмещенным обкатыванием . . . 25
- В. Н. Корнух** — Регулятор цикла сварки . . . 27
- В. И. Астащенко, Н. П. Калинина, Н. М. Рудницкий, С. Я. Устиловский** — Трещинообразование при закалке в водных растворах полимеров . . . 28
- С. В. Загуляева, В. С. Потанина, В. В. Скотников, В. В. Красиков** — Влияние исходной структуры на рост зерна аустенита в коленчатых валах из стали 50Г-СШ . . . 30
- Б. Б. Бобович, А. М. Федоров, В. И. Скворцов, А. Д. Шуляк, Т. П. Лапшина** — Рифленый поливинилхлоридный линолеум для пассажирского автотранспорта . . . 31

ИНФОРМАЦИЯ

- На ВДНХ СССР
- В. Б. Паутова** — Они награждены медалями ВДНХ . . . 32
- А. Н. Саверина** — Выставка «Горьковский автозавод — передовое предприятие автомобильной промышленности» . . . 33
- Станки и оборудование для нужд отрасли
- А. З. Бродский, В. Ф. Ржевский** — Автоматы, полуавтоматы, сварочные машины . . . 34
- К. А. Исаев, А. Ф. Титова** — Тара для пакетной транспортировки автомобильных узлов . . . 36
- К. М. Сех** — Струйные газогорелочные устройства сушильных камер . . . 36
- Новости автомобилестроения за рубежом
- Н. Ю. Неклюдов** — Новый экономичный легковой автомобиль особо малого класса «Метро» . . . 37
- В. А. Петров, Е. М. Кузнецов** — Жидкостные подогреватели DBW2010 и DBW2020 фирмы Вебасто . . . 38

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Б. А. Дидусев, Э. В. Ротенберг** — Рецензия на книгу Р. В. Кугеля «Надежность машин массового производства». М.: Машиностроение, 1981 . . . 39
- Рефераты депони, рецензий статей . . . 40

Главный редактор **А. П. БОРЗУНОВ**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, В. М. Бусаров, А. В. Бутузов, А. М. Васильев, М. А. Григорьев, Ю. А. Ечевистов, К. П. Иванов, Б. Г. Карнаузов, А. С. Кобзев, В. А. Костров, А. М. Кригер, А. М. Кузнецов, Ю. А. Купеев, И. С. Лунев, А. А. Невелев, И. В. Орлов, Л. Н. Островцев, А. Д. Просвянин, З. Л. Сироткин, Г. А. Смирнов, В. В. Снегрис, С. М. Степашкин, А. П. 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»
Бологодская областная универсальная научная библиотека

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

4
АПРЕЛЬ
1982

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1930 года

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



УДК 658.588.8:658.3.018

Снижение объема работ по обслуживанию оборудования — резерв роста производительности труда и эффективности производства

А. Д. МОЛОКОВИЧ

Белорусский политехнический институт

НЕПРЕРЫВНЫЙ рост социалистического производства сопровождается увеличением эксплуатируемого машинного парка, внедрением сложного, дорогостоящего оборудования, автоматических и поточных линий. Это, в свою очередь, обуславливает рост численности рабочих, занятых наладкой, ремонтом и обслуживанием средств труда. Например, за последние 15 лет темпы роста этой численности в 2,1 раза опережают темпы роста численности рабочих, занятых в промышленности. Между тем известно, что трудовые ресурсы в XI пятилетке будут ограниченными. Важнейшим путем решения данной проблемы XXVI съезд и ноябрьский (1981 г.) Пленум ЦК КПСС назвали резкое повышение производительности труда во всех сферах материального производства.

Ремонтное производство в этом отношении располагает значительными резервами: уровень производительности труда ремонтных рабочих пока еще в 4—6 раз ниже, чем рабочих основного производства, а выполняемые объемы работ по ремонту и техническому обслуживанию оборудования очень

часто неоправданно велики. В этом плане система планово-предупредительного ремонта (ППР), получившая широкое распространение на предприятиях автомобильной промышленности, не в полной мере отвечает требованиям современности.

Недостатком ее является жесткость структуры ремонтного цикла. В частности, ряд коэффициентов, определяющих длительность этого цикла, не может объективно отразить конкретные условия, в которых функционирует та или иная физическая единица оборудования. Это ведет к тому, что, когда оборудование, согласно требованиям системы ППР, нужно ставить на ремонт, оно находится в технически исправном состоянии. Его продолжают эксплуатировать, как правило, до поломки. Таким образом, уже в самой системе планово-предупредительного ремонта заложена возможность ее нарушения.

На современном этапе, когда даже незначительные простои машин оборачиваются существенными потерями в основном производстве, сроки ремонта необходимо максимально приблизить к фактической потребности в нем. Этого можно достичь толь-

ко при постоянном техническом контроле за работой механизмов и машины в целом, т. е. при ее эффективном техническом обслуживании. В системе ППР конкретных рекомендаций по проведению технического обслуживания, к сожалению, почти нет: одного осмотра, предусмотренного ею в течение межремонтного периода, явно недостаточно для контроля за работой сложного, дорогостоящего оборудования. Свидетельство тому — частый выход из строя станков в межремонтный период. Например, в одном из цехов Минского автозавода только за восемь месяцев 1980 г. было устранено 2373 внезапных отказа оборудования.

Вследствие глубоких качественных изменений, происшедших в структуре машинного парка после выхода в свет системы ППР, более жестких требований к технологической точности станков и бесперебойности их работы, а также все возрастающей интенсификации производства возникает необходимость совершенствовать методы организации ремонта и технического обслуживания средств труда. В этом плане заслуживает внимания большой опыт ремонтнообслуживания оборудования на Волжском автозаводе им. 50-летия СССР, а также система ремонта и технического обслуживания металлорежущего оборудования, внедренная на Минском автозаводе. В последней основное внимание уделяется профилактике отказов, т. е. эффективному техническому обслуживанию оборудования.

Система ремонтов и технического обслуживания оборудования на МАЗе включает аварийные и текущие ремонты, регламентированное техническое обслуживание и капитальный ремонт.

Аварийные ремонты выполняются на основании «Заявки на аварийный ремонт», в которой указывается характер неисправности, место расположения станка и время приема сигнала. Извещение о внезапном отказе поступает по телефону от производственного мастера в диспетчерский пункт ремонта (ДПР), после чего оператор ДПР передает его по телетайпу в ремонтный цех. Получив заявку, бригада, закрепленная за данным оборудованием, устраняет поломку. После завершения работы на обратной стороне заявки указывается вся необходимая информация для анализа и накопления статистики.

Текущие ремонты планируются на основании циклов осмотров оборудования, а также заявок производственных цехов. Они, как правило, выполняются на неработающем оборудовании в третью смену или в «ремонтный день».

Сущность регламентированного технического обслуживания (РТО) состоит в том, что для всего оборудования, охваченного данной системой, через определенные, дифференцированные для каждой физической единицы, промежуточные времени проводится комплекс работ по осмотру, чистке и смазке. Перечень всех работ регламентирован картами циклов РТО, разработанными на каждую физическую единицу оборудования. Карты циклов были составлены на основании технической документации по станкам, рекомендаций заводов-изготовителей по проведению технического обслуживания и смазки, условий эксплуатации на заводе. К этой работе были привлечены опытные механики цехов.

Комплексы осмотровых работ включают: ежедневный осмотр (ЕО), осмотры O_1 и O_2 .

Ежедневный осмотр осуществляет производственный рабочий. Он выявляет дефекты оборудования, определяет его техническое состояние и периодичность

ния, которые могут повлиять на ход технологического процесса; проверяет уровень смазывающей и охлаждающей жидкостей в системах смазки, охлаждения, гидросистеме, а также надежность зажима заготовок; контролирует показания приборов.

Комплекс работ O_1 предусматривает выполнение ЕО, часто повторяющиеся нетрудоемкие регулировки и, кроме того, проверку состояния наиболее подверженных износу деталей станка. В случае необходимости проводится текущий ремонт (в третью смену или в «ремонтный день»), т. е. устранение выявленных при осмотре дефектов. Периодичность проведения осмотра O_1 дифференцирована по каждой единице оборудования и колеблется от четырех до семи недель.

Комплекс работ O_2 предусматривает выполнение всех работ осмотра O_1 и дополнительно проверку состояния тех узлов и механизмов, которые подвержены износу в незначительной степени. Здесь также выполняются регулировочные работы, периодичность которых близка периодичности проведения осмотра O_2 (12—17 недель).

Следует отметить, что периодичность, объемы работ комплексов ЕО, O_1 , O_2 и их трудоемкость не постоянны. Они корректируются по мере накопления и анализа статистических данных. При этом работы одного комплекса могут переходить в другой. Соответственно этому должна уточняться и их плановая трудоемкость.

Кроме осмотровых работ, в системе РТО большое внимание уделяется смазке оборудования. Для этой цели разработаны карты циклов РТО «Смазка», где указаны наименование оборудования, инвентарный номер, периодичность работ, наименование смазываемого узла, точка смазки, номер по схеме, смазочный материал, код смазочного материала (для учета его расхода при помощи ЭВМ), количество смазки, применяемый инструмент, норма времени на операцию и плановая трудоемкость по всем операциям одной периодичности.

В дополнение к картам циклов смазки на каждую физическую единицу оборудования разработана схема смазки, которая изготавливается фотогальваническим методом на металлической пластине и крепится к станку.

Регламентация работ по смазке позволяет временно заменять смазочный материал и тем самым сокращать количество выходов оборудования из строя по данной причине.

Одновременно со смазкой оборудования проводится чистка его смазочных емкостей, систем охлаждения и гидросистем, а также их агрегатов. Чистку осуществляют на основании карт циклов, в которых указан перечень агрегатов, подлежащих чистке, периодичность проведения и трудоемкость работ.

Система РТО предусматривает проведение регламентированных ремонтов. Из нее исключены средние ремонты, которые входят в систему ППР. Регламентированные ремонты проводят через более короткие, чем средние ремонты, периоды времени, дифференцированно по каждой физической единице оборудования. Они предусматривают замену или ремонт отдельных узлов и механизмов с целью восстановления работоспособности машины в целом.

Регламентированный ремонт проводится на основании карт циклов РТО, в которых указаны объемы работ, применяемый инструмент, плановая тру-

Капитальные ремонты планируют на основании длительности ремонтного цикла, рекомендуемого системой ППР. Однако при этом анализируют работоспособность оборудования, его техническое состояние непосредственно перед ремонтом, результаты проверки его на технологическую точность и вносят соответствующие коррективы в длительность ремонтного цикла.

Все работы по системе РТО выполняют сквозные комплексные бригады по техническому обслуживанию и ремонту оборудования (комплексы работ O_1 и O_2 , регламентированный, аварийный и текущий ремонт), а также бригады смазчиков.

Такая организация бригад заинтересовывает ремонтных рабочих в тщательном проведении осмотров, способствует снижению количества отказов оборудования, следовательно, увеличению времени для плановых работ — осмотров. Она также дает возможность изучать оборудование и причины аварий, обращать особое внимание при осмотрах на часто выходящие из строя детали и механизмы.

Численность сквозных комплексных бригад 9—12 человек. Они работают в три смены, обслуживая 1350—1800 единиц ремонтной сложности (ЕРС) оборудования.

Для выполнения смазочных работ и работ по чистке различных емкостей и агрегатов систем смазки, гидросистем и систем охлаждения создаются бригады смазчиков. Они комплектуются из расчета 1300—1500 ЕРС оборудования на одного смазчика. Смазчик несет ответственность за выходы оборудования из строя по причине неудовлетворительной смазки.

Учет и планирование работ на МАЗе осуществляются при помощи ЭВМ. Бригадам выдаются недельные задания, согласно которым они строят свою работу.

Внедрение системы РТО оборудования в одном из цехов механосборочного производства Минского автозавода позволило на начальном этапе получить экономический эффект 4,7 тыс. руб. в год. Несомненно, что этот эффект будет значительно большим по истечении определенного срока эксплуатации системы (по предварительным подсчетам, в механосборочном производстве он должен составить более 50 тыс. руб. в год). Достигается он за счет роста производительности труда ремонтных рабочих, снижения количества аварийных ремонтов, повышения качества работ по ремонтнообслуживанию, удлинения межремонтного цикла, сокращения простоев станков в ремонтах и, следовательно, увеличения объема выпускаемой продукции.

Особо следует остановиться на повышении качества ремонтнообслуживания. Ему, как показал опыт Минского автозавода, во многом способствует правильно организованная система оплаты труда ремонтников (нормативно-сдельно-премиальная), которая в последнее время приобретает все большую популярность. Она базируется на основе объективных нормативов трудоемкости, установленных на все виды плановых ремонтных работ. Оплата труда производится за плановый объем работ с материальным стимулированием за повышение качества ремонтного обслуживания и сокращение простоев оборудования в ремонте. Сдельный заработок в бригаде распределяется с учетом квалификации рабочих и их индивидуального трудового вклада. При выполнении заданного объема работ с высоким качеством и в установленные сроки меньшим числом

исполнителей нормативный фонд заработной платы на фактическую численность рабочих в бригаде не корректируется.

При данной системе оплаты труда ремонт является гарантийным не по форме, а по существу. В случае выхода оборудования из строя по вине ремонтного рабочего ремонт производится без оплаты, а время простоя в ремонте учитывается в нормативном простое. Если оно превышено, то премия за данный показатель не выплачивается.

Таким образом, при нормативно-сдельно-премиальной системе оплата производится за конечные результаты труда ремонтных рабочих. Кроме того, система позволяет выполнять плановый объем работ меньшим числом исполнителей, повышать размер заработной платы ремонтного персонала, что способствует притоку в ремонтные бригады квалифицированных кадров. Опыт предприятий, внедривших нормативно-сдельно-премиальную систему оплаты труда ремонтников, показывает, что производительность их труда при этом можно увеличить примерно на 30%.

Существенного снижения объемов ремонтных работ можно достичь и за счет сокращения сроков службы машин до экономически оптимальных пределов. И это понятно: изношенное оборудование чаще выходит из строя, что обуславливает дополнительные затраты на его ремонт. Кроме того, предприятия несут большие потери в результате недополучения продукции из-за простоев станков в ремонте. Так, анализ простоев оборудования во внеплановых ремонтах за 8 месяцев 1980—1981 гг. в одном из механосборочных цехов МАЗа показал, что в основном выходят из строя одни и те же станки, причем станки старые: из общего числа станков, часто выходящих из строя в течение этого периода, 11,4% имеют возраст до пяти лет, 21,4% — от пяти до десяти, 67,2% более десяти лет. Следовательно, основную группу здесь составляют станки с возрастом свыше десяти лет.

Из сказанного следует, что предприятия должны стремиться выдерживать экономические оптимальные сроки службы оборудования, в том числе с учетом затрат, связанных с проведением внеплановых ремонтов, а также убытков от простоев станков в капитальных и внеплановых ремонтах. Определение таких сроков не представляет особой трудности. Данный показатель можно получить, заложив в ЭВМ, при составлении план-графика ППР, необходимый нормативно-справочный материал и формулу расчета оптимальных сроков службы для наиболее часто выходящего из строя оборудования. При этом он будет соответствовать конкретным условиям эксплуатации.

Анализируя оптимальные сроки службы станков цеха и предприятия в целом, можно перераспределить имеющееся оборудование и добиться существенного сокращения потребности в новом оборудовании. Это позволит повысить эффективность как основного, так и ремонтного производства и увеличить производительность труда ремонтных рабочих.

Таким образом, совершенствование системы ремонтнообслуживания оборудования, повышение качества ремонта и сокращение сроков службы станочного парка до экономически оптимальных пределов — действительно важнейшие резервы снижения объемов ремонтных работ и повышения производительности труда ремонтных рабочих.

Рабочий процесс гидридного аккумулятора водорода при использовании тепла отработавших газов двигателя

Канд. техн. наук Е. В. ШАТРОВ, В. М. КУЗНЕЦОВ, канд. хим. наук В. Н. ВЕРБЕЦКИЙ, А. Н. УДОВЕНКО
НАМИ, МГУ им. М. В. Ломоносова, ИАЭ им. И. В. Курчатова

В РЯДЕ СТРАН, в том числе и в Советском Союзе, на многих автомобилях в качестве топлива уже используют жидкий углеводородный газ; кое-где на смену бензина пришел сжатый природный газ — метан; ведутся широкие эксплуатационные испытания легковых и грузовых автомобилей, работающих на бензоспиртовых смесях и чистом спирте. Однако работы по отысканию новых видов моторных топлив, способных частично или полностью заменить топлива нефтяного происхождения, продолжают. В частности, в качестве топлива будущего все чаще называют водород, хотя отсутствие экономически оправданных систем хранения этого вида топлива на борту транспортных средств является одной из проблем, сдерживающих его применение на автомобильном транспорте.

В настоящее время существуют три способа хранения водорода: в газообразном состоянии, в жидком виде и в интерметаллидах. Из них все большее признание находит последний, так как уже созданы интерметаллиды, способные аккумулировать значительное количество водорода в сравнительно небольших объемах. Правда, здесь еще есть свои трудности. Например, чтобы обеспечить двигатель необходимым количеством водорода на всех режимах его работы, необходима 100%-ная отдача водорода из бака. Для этого нужно располагать достаточно гибкой, эффективной системой регулирования теплового состояния аккумулятора. При разработке системы необходимо также решать вопросы, связанные с удалением конденсата, который появляется в больших количествах при обогреве интерметаллида с водородом, герметизацией проточной части гидридного бака, пожарной безопасностью, сокращением времени заправки бака и т. д.

Рассмотрим физическую сторону некоторых явлений, влияющих на технико-эксплуатационные характеристики металлгидридной системы, на примере реальной отечественной конструкции.

Опытный образец металлгидридного бака (рис. 1) был разработан специалистами НАМИ, МГУ им. М. В. Ломоносова и ИАЭ им. И. В. Курчатова. Из рисунка видно, что бак представляет собой набор наполненных интерметаллидом трубок, которые с одной стороны соединены между собой полостью А, а с другой — заглушены. Трубки размещены в корпусе прямоугольного сечения, выполняющем роль защитного кожуха и служащим магистралью для отработавших газов. Масса интерметаллида, находящегося в баке, 50 кг, а полная масса бака 67 кг.

Подготовка аккумулятора водорода к работе требует активации интерметаллического соединения, т. е. многократ-

ной заправки его водородом, и дегидрирования. Эти операции проводили на специальной установке (рис. 2). При зарядке водородом бак охлаждается воздухом или водой, при отборе водорода — обогревается отработавшими газами. Температурное состояние гидридного аккумулятора оценивали при помощи термопар, установленных в потоке отработавших газов на входе и выходе из аккумулятора, внутри двух трубок с гидридом (в начале, середине и конце), а также между стенками кожуха и трубок.

Эксперимент показал, что 100%-ная зарядка бака водородом (0,75 кг H_2 , или 1,5% от массы гидрида) стала возможной лишь после шестого цикла (в первом цикле гидрид принял всего 0,25 кг H_2) и что количество и температура отработавших газов, проходящих через металлгидридный бак, зависит от нагрузки двигателя, его скоростного режима, а также от величины регулируемого проходного сечения трубопровода, отводящего эти газы из бака. Для автобуса РАФ при движении его в городских условиях (ездовой цикл по ОСТ 37.001.054—74, рис. 3,а) на смесях бензина с водородом оптимального состава, т. е. обеспечивающих наивысший КПД и минимум токсичности, средний расход водорода в среднем составил 1000 см³/с (5,2 г/мин), а максимальный (разгон на второй и третьей передачах) — доходил до 2100 см³/с.

Скорость выделения водорода из гидрида определяется температурой отработавших газов, теплотехническими характеристиками материала и конструкцией бака. Следовательно, прежде чем оценить пригодность данного бака для конкретного автомобиля, необходимо знать, хватит ли тепла отработавших газов для нагрева гидрида до требуемой температуры.

На рис. 3,б показано изменение температуры отработавших газов в выпускной трубе двигателя автобуса РАФ. Из него видно, что эта температура непосредственно у выпускного коллектора двигателя (кривая 1) колеблется в пределах 590—690 К, а на расстоянии 1 м от него (кривая 2) — от 490 до 610 К.

Теплосодержание отработавших газов определяется не только их температурой, но и количеством содержащегося в них водяного пара. Например, если двигатель автобуса работает

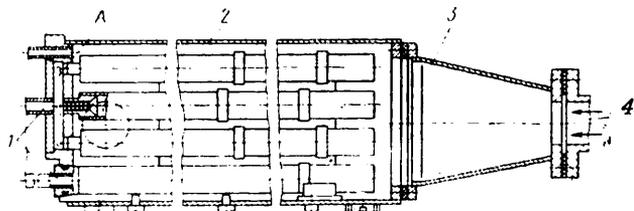


Рис. 1. Продольный и поперечный разрезы бака (аккумулятора водорода):

1 — трубки для выхода водорода; 2 — корпус; 3 — диффузор; 4 — трубопровод для подвода отработавших газов двигателя; 5 — трубки с гидридом; 6 — трубопровод для отвода отработавших газов

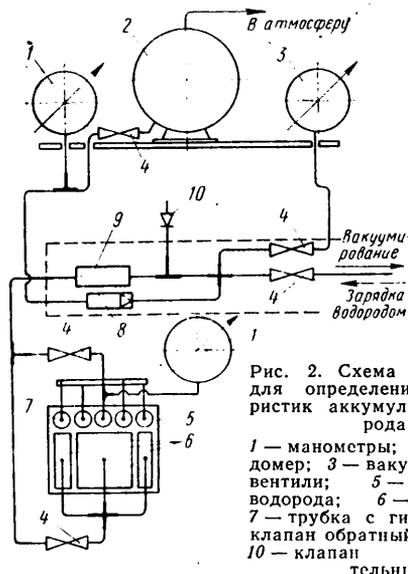


Рис. 2. Схема установки для определения характеристик аккумулятора водорода:

1 — манометры; 2 — расходомер; 3 — вакуумметр; 4 — вентили; 5 — аккумулятор водорода; 6 — коллекторы; 7 — трубка с гидридом; 8 — клапан обратный; 9 — фильтр; 10 — клапан предохранительный

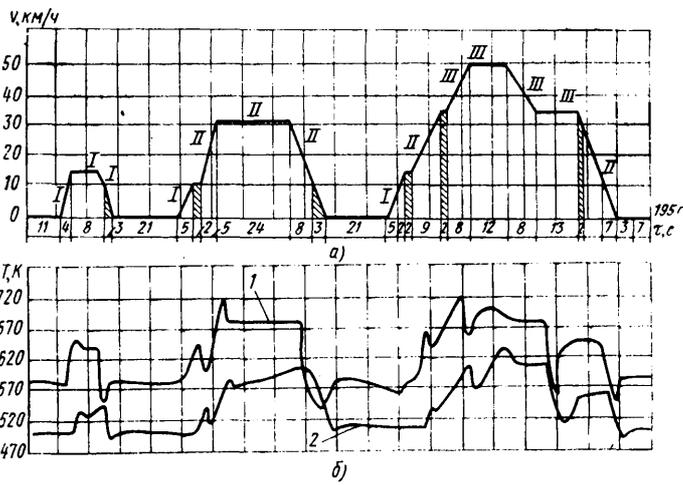


Рис. 3. Ездовой цикл, имитирующий условия эксплуатации автомобиля в городе и соответствующие ему изменения температуры отработавших газов на выходе из двигателя (кривая 1) и на расстоянии 1 м (кривая 2) от него (I, II, III — передачи)

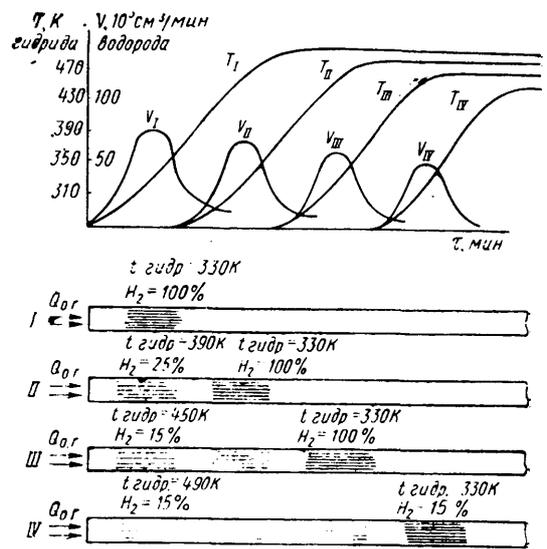


Рис. 4. Изменение скорости выделения водорода и температуры гидрида по времени (I—IV) на отдельных участках трубки аккумулятора при нагревании ее в потоке отработавших газов

на бензоводородной смеси, то 1 кг этой смеси при $\alpha=1,6$ дает 3,1 кг водяного пара. При конденсации каждый килограмм этого пара выделяет до 2,5 МДж тепла, или 7,5 МДж на 1 кг смеси. Следовательно, при температуре гидрида, омываемого отработавшими газами, выше 353 К (температура насыщенных паров воды), он с каждого килограмма сгоревшей водородно-бензиновой смеси получит от отработавших газов на 7,5 МДж меньше, чем при температуре ниже 353 К.

Рассматривая физическую картину передачи тепла от отработавших газов к гидриду, необходимо обратить внимание на то, куда и в каком количестве расходуется это тепло. Экспериментальные данные показывают, что тепло отработавших газов идет на реакцию разложения гидрида и на увеличение внутренней энергии сорбента, т. е. на поднятие его температуры. Количество тепла, идущее на разложение, относительно велико и составляет для гидрида LaNi_5 при скорости выделения водорода $6000 \text{ см}^3/\text{мин}$ около 1,2 кВт. Чем больше водорода содержится в данный момент в гидриде, тем больше тепла идет на реакцию разложения.

Под воздействием тепла отработавших газов разложение гидрида происходит только на определенном, относительно небольшом участке, который по мере выхода из него водорода перемещается от начала аккумулятора (место входа отработавших газов) к его концу (рис. 4).

При температуре отработавших газов на входе в аккумулятор 490 К температура гидрида на участке, где происходит активное дегидрирование, не поднимается выше 330 К, но с выходом водорода температура самого гидрида постепенно увеличивается и в итоге достигает температуры отработавших газов.

По мере перемещения участка активного дегидрирования в сторону конца аккумулятора тепла к этому участку подходит все меньше и меньше, так как часть его по пути движения отработавших газов вдоль трубки тратится на «бесполезный» нагрев гидрида, уже выделившего водород. Это снижает скорость выделения водорода из «хвостовых» участков гидридных трубок, что нарушает нормальную работу двигателя при движении автомобиля по городу. Больше того, скорость выделения водорода из гидрида (или скорость реакции разложения) при постоянном теплосодержании отработавших газов с уменьшением содержания водорода в гидриде падает, и последние $\sim 15\%$ водорода выделить из гидрида практически не удается, т. е. на практике используется только $\sim 85\%$ введенного в гидрид водорода. Для более полного использования водорода, запасенного в гидриде, нужно либо повышать температуру отработавших газов, либо уменьшать потери тепла на всем пути следования этих газов от двигателя до выхода из аккумулятора.

Как указывалось ранее, при выделении водорода из аккумулятора, когда температура гидрида ниже температуры паров насыщения, в отработавших газах должна происходить конденсация паров, сопровождающаяся выделением тепла. Однако на практике наблюдается иная картина: на гидридных трубках образуется сплошная водяная пленка, резко ухудшающая условия теплопередачи. Поэтому для более полного использования тепла отработавших газов в водород-

ном гидридном аккумуляторе необходимо или удалять конденсат с гидридных трубок, или каким-то образом переводить пленочную конденсацию в капельную, при которой эффективность теплообмена увеличивается — по сравнению с пленочной — почти в 10 раз.

Экспериментальные данные показывают, что гидридная система хранения водорода весьма инерционна и что степень ее инерционности тем выше, чем меньше процентное содержание водорода в гидриде. Например, время прогрева гидридного аккумулятора с LaNi_5 на холостом ходу двигателя до температуры, обеспечивающей скорость выделения водорода $60000 \text{ см}^3/\text{мин}$, увеличивается с 10—15 мин при 100%-ном содержании водорода до 25 мин при 25%-ном его содержании. При этом скорость выделения водорода в последнем случае в гидриде уменьшается до $35000 \text{ см}^3/\text{мин}$, т. е. почти в 2 раза.

Таким образом, уже в ходе первых экспериментов удалось получить качественную картину теплообмена между отработавшими газами двигателя и гидридным аккумулятором водорода и, кроме того, определить некоторые особенности поведения гидрида при его нагревании в относительно больших количествах теплом отработавших газов. В частности, было установлено, что после активации гидрида (гидрирование и дегидрирование) происходит его измельчение до порошка с зернами размером 3—6 мкм. В результате при расходе водорода $60000 \text{ см}^3/\text{мин}$ и больше порошок гидрида выносится из аккумулятора (фильтры, установленные на выходе из каждой трубки, и общий фильтр на выходе из аккумулятора с порами размером 8—10 мкм практически не задерживает порошок) и заполняет коллекторы, а также выходные трубки системы подачи водорода к двигателю. Это, в конечном итоге, приводит к выходу из строя манометров, запорных вентилей, измерительной и регистрирующей аппаратуры, а иногда — при очистке фильтров — и к вспышкам.

Вторым, ранее неизвестным, моментом, который наблюдается при активации гидрида, является то, что при насыщении аккумулятора водородом происходит неравномерное расширение зерен порошка гидрида по длине трубок, приводящее к вспучиванию стенок трубок или даже их разрыву и воспламенению порошка.

Казалось бы, этого можно избежать, если трубки заполнить LaNi_5 лишь частично, например на 2/3 ее объема, чтобы при последующем насыщении сплава водородом было свободное место для расширения сплава. Однако эксперимент показал, что гидрид, образующийся при насыщении сплава водородом, из-за больших сил трения между частицами не заполняет свободный объем. Здесь наблюдаются лишь локальные расширения (в местах наибольшего поглощения водорода), приводящие к вспучиванию стенок трубок.

Экспериментальные исследования металлургической системы хранения водорода выявили ряд других особенностей в работе гидридного аккумулятора водорода (бака). Так, при остановке двигателя и перекрытии магистралей, по которой подается водород от бака к двигателю, после остывания наступают такие условия, когда давление в аккумуляторе

водорода становится ниже атмосферного, что создает условия для попадания воздуха и влаги в его внутреннюю полость и последующего отравления гидрида.

В заключение отметим, что выявленные особенности работы металлургического водородного аккумулятора и физическая

картина ряда процессов позволяют устранить недостатки гидридной системы хранения водорода и наметить пути дальнейших исследований по их доводке в направлении повышения аккумулярующих свойств гидрида, совершенствования процессов теплообмена и конструкции бака.

УДК 621.436.038.5.004.6:620.193

О причинах разрушения некоторых деталей ТНВД

Ю. А. БЕЛОВ

Ярославский завод топливной аппаратуры

В СВЯЗИ с продолжающейся в XI пятилетке дизелизацией парка грузовых автомобилей особое значение приобретает повышение надежности топливных насосов высокого давления дизелей (ТНВД), в первую очередь их кулачковых валов, клапанной и плунжерных пар, распылителей форсунок. Добиться этого можно путем устранения причин, которые вызывают преждевременный выход из строя перечисленных деталей и узлов.

Имеется несколько таких причин. Главные среди них — механический и абразивный износы, а также фреттинг-коррозия и закоксование распылителей форсунок.

Первые две из этих причин изучены достаточно полно, поэтому останавливаться на них не будем. Что касается третьей — фреттинг-коррозии, — то здесь пока еще далеко не все ясно, хотя она очень часто ведет к полному отказу ТНВД. Примером могут служить случаи разрушения кулачкового вала ТНВД в коническом соединении этого вала с автоматической муфтой.

Как показали исследования, на конусных поверхностях разрушившихся валов всегда есть признаки фреттинг-коррозии — притертости, изъязвления, продукты красновато-коричневого цвета. Последние обнаруживаются и на поверхности изломов.

В ходе исследований выявилось также, что характер разрушения кулачкового вала ТНВД может быть двояким. Во-первых, это скол шпоночного паза (рис. 1, а); во-вторых, поломка вала примерно перпендикулярно шпоночному пазу (рис. 1, б, в).

Первый тип поломки объясняют тем, что шпоночный паз является концентратором напряжений, возникающих при передаче крутящего момента от двигателя на вал ТНВД [1].

Действительно, сегментная шпонка в реальной конструкции служит, как было выявлено в ходе исследований, не только для ориентации автоматической муфты относительно первого кулачка вала, но и для передачи через нее значительной части крутящего момента, а также нагрузки, возникающей при тангенциальных перемещениях муфты и вала. Об этом свидетельствует часто наблюдаемое смятие материала боковых поверхностей шпонки и паза на валу.

Но следы усталостного износа есть не только в местах расположения концентраторов напряжений (углах шпоночного паза), но и на боковых стенках паза, где обнаруживаются следы фреттинг-коррозии. Следовательно, причинами разрушения кулачковых валов ТНВД являются как наличие концентраторов напряжений, так и фреттинг-коррозия.

Предупредить выход из строя насоса удастся за счет постановки пружинной шайбы под гайку, т. е. исключения «разбалтывания» соединения. Однако следует помнить, что при длительной эксплуатации насоса затяжка гайки ослабляется даже при наличии пружинной шайбы. Так, если без шайбы наработка ТНВД, у которых наблюдался скол шпоночного паза составляла 60—400 ч, то при наличии шайбы хотя и значительно увеличилась, но не превысила 1100—1500 ч. Значит для того чтобы исключить случаи разрушения кулачкового вала ТНВД, степень затяжки гайки нужно периодически контролировать.

Как уже упоминалось, вторым типом разрушения является поломка вала поперек шпоночного паза, примерно перпендикулярно оси кулачкового вала. В этом случае также обнаруживаются все признаки фреттинг-коррозии, и очаги зарождения усталостных трещин возникают или в местах повреждения конусной поверхности фреттинг-коррозией, или на границе с ней (рис. 2). Расположение трещин в этом случае связано с концентраторами напряжений в шпоночном пазу, поэтому они наблюдаются со стороны, противоположно пазу. Причиной их возникновения являются пики контактного давления в пятнах касания, связанные с асимметричной деформацией в процессе напрессовки сопрягаемых деталей, имеющих шпоночные пазы [1]. То, что трещины перпендикулярны оси вала, объясняется повышенными растягивающими напряжениями, возникающими при сильной затяжке гайки, низкими пластическими свойствами закаленного цементового слоя вала. Вместе с тем характер повреждений показывает, что микроперемещения муфты происходят в этом случае преимущественно в плоскостях, параллельных оси вала, что по мнению ряда исследований [2] и др., может быть вызвано большими прогибами вала из-за недостаточной его жесткости. Это подтверждается и таким фактором: большинством



Рис. 1. Виды разрушений кулачковых валов в месте сопряжения с автоматической муфтой:

а — вырыв шпоночного паза ($\times 2$); б, в — поперечное усталостное фреттинг-коррозионное разрушение на различном расстоянии от основания конуса (соответственно $\times 1,6 \times 1,3$).



Рис. 2. Усталостная трещина по месту интенсивной фреттинга (разрушение вала поперек шпоночного паза) ($\times 100$)

случаев поломок валов поперек шпоночного паза приходится в основном на ТНВД моделей 238 и 240Б и очень редко — на ТНВД модели 236.

Моторесурс насосов при втором типе поломки составляет 350—750 ч, т. е. он гораздо выше, чем при первом их типе (ослабленной посадке муфты на вал).

Увеличение числа опор до 5 и надежная затяжка гайки в двенадцатисекционном топливном насосе модели 240Б позволяют резко сократить число случаев преждевременной поломки его кулачкового вала.

Однако такими мерами не удается полностью избавиться от фреттинг-коррозии в коническом соединении вала и муфты. Этому препятствуют наличие крутильных колебаний, недостаточная жесткость крепления ТНВД к двигателю, несоосности и зазоры в местах сопряжений деталей привода и муфты. Уменьшить опасность появления фреттинг-коррозии можно также путем увеличения фактической площадки контакта сопрягаемых конических поверхностей и, следовательно, более равномерного распределения контактного давления по длине и диаметру сопряжения. С этой целью целесообразно использовать герметики [3], которые не только увеличивают фрикционные свойства соединения, но и уменьшают вероятность его «разбалтывания» из-за вибрации.

Значительное место среди отказов ТНВД занимает поломка пружин, в частности пружины толкателя. Исследования вышедших из строя пружин (здесь не рассматриваются поломки чисто коррозионного характера и связанные с качеством проволоки), проведенные металлографической лабораторией ЯЗТА, показывают следующее. В подавляющем большинстве случаев разрушение происходит по первому витку, в его начале (под концом опорного витка). В этом месте, как правило, образуется площадка износа с язвами, заполненными продуктами от бурого до черного цвета, что позволяет говорить о фреттинг-коррозии. Изломы носят усталостный характер. Зарождение усталостных трещин начинается в язвах фреттинг-коррозии (рис. 3, а, б). Нарботка пружин до отказа колеблется в пределах от 95 до 11000 ч при совершенно одинаковом характере разрушения. Такой разброс по наработке объясняется неодинаковостью контактных нагрузок, возникающих между концом опорного витка и рабочим витком пружины при регулировке хода плунжера в разных секциях насоса, а также защемлением опорного витка в верхней тарелке, что ограничивает радиальное перемещение первого витка при максимальной рабочей деформации пружины. Способствует этому и неодинаковость зазора между концом опорного витка и рабочим витком в исходном состоянии.

С фреттинг-коррозией связывают иногда износ иглы и корпуса распылителя форсунки ТНВД [4]. Но ведь фреттинг, по



Рис. 3. Разрушение пружины толкателя под концом опорного витка: а — площадка фреттинг-коррозионного износа (X4); б — усталостный излом с очагом от язв фреттинг-коррозии (X6)

определению, возникает там, где конструктор не предусмотрел возможности реального движения одной плоскости относительно другой, где фактически наблюдается вибрационное движение с микроскопической амплитудой. Ни того, ни другого в данном узле нет. Подвижность иглы относительно корпуса обусловлена самим назначением узла, поэтому ГОСТ 9928—71 требует, чтобы зазор между этими деталями был не менее 2 мкм. Кроме того, игла вращается. Вследствие такого вращательно-поступательного движения иглы и места ее контакта с корпусом непрерывно перемещаются форсунки. Образующиеся при этом продукты износа уносятся топливом, движущимся с большой скоростью. Следовательно, говорить о фреттинг-коррозии в данном случае нельзя — здесь может быть только износ деталей, который, хотя и ведет к изменению характера впрыска, но полного отказа ТНВД, как правило, не вызывает.

Как свидетельствует опыт, полный отказ форсунки в абсолютном большинстве случаев связан с «зависанием» иглы из-за закоксования корпуса распылителя, иногда — электрохимической коррозии.

В заключение отметим: то, что специалистам ЯЗТА удалось определить причины основных отказов ТНВД, является залогом резкого повышения надежности этого важнейшего устройства дизеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филимонов Г. Н., Балацкий Л. Т. Фреттинг в соединениях судовых деталей. Л.: Судостроение, 1973. 312 с.
2. Вихерт М. М., Мазинг М. В. Топливная аппаратура автомобильных дизелей. М.: Машиностроение, 1978. 176 с.
3. Применение анаэробных герметизирующих составов и жидких прокладок в конструкции автомобиля/ Г. В. Бровка, В. М. Ильин, О. В. Тамручи, А. С. Тулякова. М.: НИИНавтопром, 1979. 56 с.
4. Грусев В. И., Дмитриенко В. П., Масляный Г. Д. Форсунки автотракторных дизелей. М.: Машиностроение, 1977. 168 с.

УДК 621.438-253.002.2:621.74

Цельнолитые колеса турбин для нагнетателей мощных дизелей

К. П. АЛЕКСЕЕВ, Б. С. КУРЧМАН, канд. техн. наук А. А. НИГИН, канд. техн. наук
Е. Г. УРВАНЦЕВ, С. И. ЦВЕТКОВ

НАМИ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ применения газотурбинных агрегатов на автомобильном транспорте в значительной мере определяется уровнем конструкторской и технологической обработки турбины — наиболее дорогого элемента турбомашин, работающего при высоких и переменных термических и механических нагрузках. Этим и объясняются направления, по которым идет совершенствование турбин автомобильных силовых установок: с одной стороны, упрощение и снижение стоимости в условиях серийного производства, с другой — конструктивное обеспечение специфических требований эксплуатации.

Наиболее перспективным решением, соответствующим этим направлениям, является создание цельнолитых конструкций рабочих колес и элементов статора турбины, включая сопловый аппарат. Получают их из жаропрочных сплавов — точным литьем по выплавляемым моделям¹.

Например, для агрегатов турбонаддува дизелей мощностью 150—300 кВт и для малоразмерных ГТД уже применяют радиально-осевые турбины, изготавливаемые таким способом. Они

имеют сравнительно простую геометрию и относительно низкий уровень температурных напряжений, так как рабочее колесо достаточно равномерно и быстро прогревается при движении газа от периферии к ступице колеса турбины. Диаметр колеса составляет 60—150 мм, расход газа через него — 1 кг/с, температура на входе — 970—1070 К (в отдельных случаях — до 1220 К).

Как известно, одной из тенденций, наблюдаемых в автомобилестроении, является создание мощных силовых установок. В связи с этим требуются все более мощные турбонагнетатели, рассчитанные на расход газа 1—2,5 кг/с при степенях расширения в ступени турбины 2—4 (например, для силовых установок карьерных автомобилей-самосвалов типа БелАЗ грузоподъемностью 75 т с дизелем мощностью 660—810 кВт и более). При этом возрастает влияние КПД агрегатов турбонагнетателя на экономичность силовой установки в целом.

Опыт разработки и применения относительно малоразмерных осевых турбин рассматриваемого класса и размерности (на расход газа 1,5—2,5 кг/с) показывает возможность повышения их КПД до 80—85%, несмотря на неблагоприятное влияние факторов размерности и тенденцию увеличения удельной работы газа в ступени турбины, обусловленную стремлением к сокращению числа ступеней и их стоимости. С ростом интен-

¹ Современные жаропрочные материалы для деталей ГТД и турбокомпрессоров/Б. С. Курчман, С. И. Цветков, В. В. Михеева и К. А. Ворнер. Труды Всесоюзного научно-техн. совещ. «Новые материалы, применяемые в отечественном и зарубежном автомобилестроении». М.: НАМИ, 1973, с. 34—41.

сивности наддува температура газа на входе в турбину турбо-нагнетателя повышается и для адиабатного дизеля приближается к температуре, характерной для первой ступени автомобильного ГТД, т. е. к 1270—1370 К. При указанных расходах газа и температуре используют осевые турбины. Они, в принципе, могут быть как с наборными лопатками, так и цельнолитыми. (Выбор типа зависит от многих факторов — затрат труда, дефицитности материалов, технологичности, прочности, габаритно-массовых показателей и масштаба производства. Оптимальное решение, как правило, бывает компромиссным).

Основное преимущество рабочих колес турбины с наборными лопатками (замковой конструкции) — возможность изготовления диска турбины из менее дефицитного и дорогого материала, чем жаропрочные сплавы для лопаток: из-за теплового сопротивления в замке температура на периферии диска оказывается на 150—250 К меньше, чем температура лопаток. Следовательно, меньшими становятся и температурные напряжения в диске. Кроме того, материалы диска (деформируемые сплавы типа ЭИ-437, ЭИ-481 и т. п.) по сравнению с литейными сплавами лопаток (типа АНВ-300, ЖС6К и т. п.) более пластичны и технологичны, что облегчает соединение диска с валом. Однако замковое соединение (даже наиболее рациональный с точки зрения прочности замок «елочного» типа) имеет массу в несколько раз большую, чем рабочие лопатки, что увеличивает нагрузку на диск и габариты диска. В связи с этим ограничивают число рабочих лопаток, которые можно разместить на диске без ущерба для прочности «елочного» соединения. Ко всему прочему, технология изготовления осевых замковых турбин с наборными лопатками практически неприемлема для автомобильной промышленности, так как требует очень больших затрат на специальный режущий инструмент для обработки высокопрочных материалов лопаток и диска.

Следовательно, и с точки зрения прочности и стоимости переход к цельнолитым конструкциям турбин — дело весьма перспективное. Правда, здесь тоже есть свои трудности. Например, необходимость предотвращать чрезмерный рост термических напряжений на переходных режимах работы турбины, учитывать низкую пластичность литейных сплавов и т. д.

Сейчас уже многие из этих трудностей преодолены. Так, чтобы избежать больших термических напряжений, диски выполняют с бандажом, на периферии которого и заодно с ним отливаются лопатки. Прочность такого колеса не ниже прочности замкового, а роль теплового «демпфера» в такой конструкции может играть бандаж (при удачном подборе его формы). Недостатки, связанные с низкой пластичностью литейных сплавов и высокой чувствительностью цельнолитых колес к концентрации напряжений, преодолеваются путем исключения отверстий, выточек или галтелей малого радиуса, являющихся концентраторами напряжений, особенно в узле, соединяющем цельнолитое колесо турбины с валом.

Проектирование проточной части для цельнолитой турбины также имеет некоторые особенности. Например, существующие методы профилирования лопаток по высоте позволяют создавать лопаточные венцы, обладающие высокой газодинамической эффективностью и в то же время приспособленные к условиям серийного производства. В частности, линейчатая поверхность лопаток облегчает изготовление пресс-формы пера и дает возможность получать монолитную выплавляемую модель рабочего колеса за одну операцию.

Дополнительный расход жаропрочного сплава на отливку диска может быть компенсирован общим снижением расхода материала на рабочее колесо за счет лопаточных замков и уменьшением термических напряжений. Очень существенным преимуществом цельнолитого диска по трудоемкости изготовления — она в 5—10 раз меньше, чем наборного.

Примером турбины с цельнолитым колесом является турбина агрегата турбонаддува дизеля мощностью 630 кВт карьерного автомобиля-самосвала БелАЗ, разработанная НАМИ.

Основные характеристики и параметры модернизированной турбины приведены ниже:

Тип турбины	Осевая, одноступенчатая
Наружный и внутренний диаметры проточной части, мм	220; 157
Число лопаток рабочего колеса	43
Частота вращения выходного вала, мин ⁻¹	34000
Расход газа, кг/с	1,58
Максимальная температура газа на входе, К	973
Полное давление перед турбиной, МПа	0,258
Степень расширения газов	2,4
Степень реактивности	0,5
КПД по статическим параметрам	0,8 (не менее)
Срок службы, ч	10000 (не менее)

Общий вид цельнолитого рабочего колеса с валом показан на рис. 1. Элементы конструкции и расчетные эпюры нормальных радиальных σ_r и окружных σ_t напряжений для замкового серийного колеса и цельнолитого, разработанного НАМИ, приведены на рис. 2.

Как видно из графиков, устранение лопаточного замка снизило напряжение в диске, следовательно, позволило выполнить более массивные у корня (значит, более изогнутые в сечениях и более жесткие) лопатки, а также повысить жесткость их заделки в диске. Благодаря этому собственная частота изгибных колебаний рабочих лопаток по первой форме увеличилась с 4310 до 4950 Гц, т. е. произошла отстройка от резонансных режимов; коэффициент запаса по пределу прочности лопаток повысился до 3,8.

Приведенный пример показывает: несмотря на отсутствие замка и контактного демпфирования в нем, что обычно считается недостатком цельнолитого рабочего колеса, виброустойчивость его лопаток может быть выше, чем у колеса с наборными лопатками. Для этого резонансные режимы нужно вывести за пределы рабочего диапазона частот вращения вала турбонагревателя (либо путем изменения состава гармонического спектра возбуждающих сил, либо путем изменения собственных частот колебаний лопатки); сделать это удается только с проведением эксперимента в натуре.

Как показали расчеты и эксперимент, напряжения в цельнолитом диске меньше, чем в серийном. Это и понятно: цельнолитое рабочее колесо из сплава ЖС6К легче серийного замкового на 16%, а момент инерции меньше на 30%. Диск его почти равнопрочен по эквивалентным напряжениям при запасе прочности, равном ~ 2 . В дальнейшем, после уточнения профиля диска и его усиления в ступице оказалось возможным применить и менее дефицитный жаропрочный сплав.

Как было сказано выше, КПД разработанной турбины в окончательном варианте увеличен на 12%, однако исследования показали: его можно увеличить до 0,83—0,84 за счет оптимизации профилей лопаток (на 3—4,5%) установки затурбинного диффузора и совершенствования выпускного участка с увеличением площади выпускного окна в корпусе агрегата турбонаддува (7—9%). Последнее особенно важно. Дело в том, что в газоприемных и выпускных корпусах турбины обычно имеются значительные и не всегда учитываемые резервы повышения экономичности турбины и всей силовой установки. Тенденция экономии размеров за счет этих элементов конструкции представляется неоправданной. Для мощных дизелей (порядка 736 кВт и более) улучшение геометрических параметров таким путем незначительно, а потери от снижения экономичности и увеличения теплонапряженности силовой установки существенны. Об этом свидетельствует и такой факт: модернизированная (с увеличенной площадью выпускного окна) турбина нагнетателя силовой установки автомобиля БелАЗ-549 на 2—4% уменьшает расход топлива и улучшает тепловой режим дизеля. Что касается новой разработанной НАМИ турбины, то она безотказно работает в турбонагнетателях силовых установок, эксплуатирующихся в различных карьерах, имеет наработку уже более 5000 ч. Экономический эффект в расчете на одну такую турбину составил более 1,8 тыс. руб. в год.

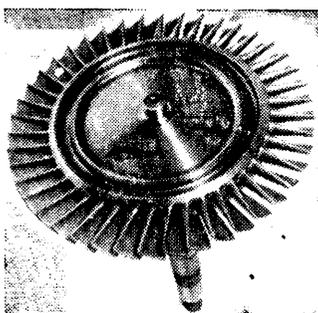
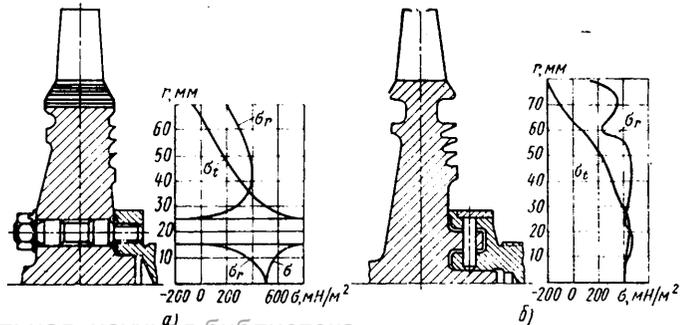


Рис. 1. Цельнолитое рабочее колесо турбины со сплошным диском для турбонагнетателя силовой установки автомобиля-самосвала БелАЗ

Рис. 2. Роторы турбины турбонагнетателя силовой установки БелАЗ и эпюры нормальных напряжений в дисках:
а — серийный ротор с замковым рабочим колесом;
б — модернизированный ротор конструкции НАМИ



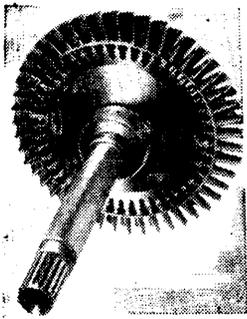


Рис. 3. Цельнолитое рабочее колесо турбины, диск которого расчленен на периферии «ножками», соединяющими сплошное полотно диска с лопатками

К сожалению, при более высоких температурах газа (1170—1370 К и выше), а также связанных с этим значительных перепадах температур между центром и периферией диска, цельнолитые рабочие колеса со сплошным монолитным диском не имеют необходимой прочности: знакопеременные напряжения в периферии

диска (сжатия при пуске и растяжения при остановке) разрушают колесо в течение нескольких циклов. Более того: диски из литейных сплавов при перепаде температур около 970 К могут разрушаться даже без механической нагрузки, одними температурными напряжениями. Поэтому при таких температурах следует применять рабочие колеса с лопатками на ножках (рис. 3), подобные конструкции разрабатываются турбостроительными и автомобильными фирмами ряда стран: МТУ в ФРГ, Крайслер и Джeneral Моторс в США и др. В таких конструкциях диск представляет собой монолитное полотно, на периферии которого и за одно целое с ним отливается радиальные элементы (ножки) с лопатками. Стыковка ножек с лопатками осуществляется тонким бандажом, который после отливки расчленяется между лопатками более тонкими резами или за счет саморастрескивания.

Достоинство данного технического решения состоит в том, что на периферии диска, образованной радиальными элементами, устраняются термические напряжения, а ножки, охлаждаемые воздухом, уменьшают подвод тепла в диск, уменьшая тем самым до приемлемого уровня температурные градиенты и напряжения в диске.

Разработка, исследование и применение нескольких вариантов такого рабочего колеса малой размерности (высота лопаток около 20 мм, частота вращения 30000—40000 мин⁻¹), включая вариант рабочего колеса для высоконагруженной турбины с общей степенью расширения, равной 4, показали высокую эффективность этих турбин (мощностной КПД не ниже 0,85) и значительные преимущества по прочности и габаритно-массовым показателям (по сравнению с замковыми и монолитными цельнолитыми колесами). При рациональном охлаждении диска воздухом (расход от 0,5 до 1,5% от расхода газа) перепад температур на ножках уменьшается на 200—300 К по сравнению с общим перепадом температур по радиусу турбины, а на полотне перепад не превышает 200 К. Ножки уст-

раивают также «пиковые» перепады температур по диску при пусках с ограниченным по времени (за 1 мин и быстрее) выходом на максимальную температуру газа. Такое тепловое состояние диска позволяет обеспечить запасы прочности, необходимые для ресурса 10 тыс. ч. Некоторое усложнение отливки такого рабочего колеса окупается значительной экономией металла (заготовки, по сравнению с замковой турбиной, легче в 5—7 раз), снижением его массы и момента инерции (в 2—3 раза). А это означает: несмотря на то, что рабочее колесо целиком отливается из жаропрочного сплава, расход наиболее дорогих компонентов можно снизить в несколько раз.

На технологии опытного изготовления цельнолитых колес турбин останавливаться не будем, так как она особого интереса для серийного производства, видимо, не представляет. Укажем лишь на то, что для того чтобы процесс был точным и нетрудоемким, нужны пресс-формы для изготовления цельных моделей турбинных колес. Все последующие технологические переходы по отливке колес проводятся по общепринятой технологии точного литья по выплавляемым моделям с шестислойным нанесением облицовочных слоев (суспензия — маршалит и этилсиликат): воздушно-аммиачная сушка, выплавка моделей из «корок» в горячей воде, формовка блоков в опоки сухим наполнителем с твердеющими пробками, прокатка форм при 1223 К, плавка металла и заливка форм в вакуумной плавильной установке типа ИСЛВ-001. Температура заливки — 1890—1930 К.

Обрезка литников осуществляется абразивными отрезными кругами, очистка — обдувкой металлическим песком. Далее легкие турбинные колеса проходят термобработку в среде аргона: закалка с 1473 К, выдержка 4 ч, охлаждение на воздухе. Химический состав отливок проверяется на легко угарающие элементы (Al, Ti) — от каждой плавки, на все основные элементы сплава — от суточной выплавки, жаропрочность сплава — от каждой плавки поставщика (в состоянии поставки).

Все отливки колес проходят визуальный контроль по наружным дефектам и проверяются на рентгеновской установке для выявления недопустимых внутренних литейных дефектов.

Таким образом, применять цельнолитые рабочие турбинные колеса в турбокомпрессорах и АГТД, безусловно, выгодно, хотя процесс их изготовления все еще достаточно сложен. Чтобы его упростить, повысить качество точного литья, необходимо повысить прочность форм при сохранении их газопроницаемости (для этого, видимо, придется заменить маршалит в облицовочном слое формы электрокорундом, окисью циркония или другим более прочным огнеупорным материалом), разработать и внедрить сменные огнеупорные спеченные тигли в печах ТВЧ, заменить модельную массу на более формоустойчивую, автоматизировать все операции и т. д. Однако ясно одно: затраты, связанные с совершенствованием технологии, окупятся.

УДК 621.43.001.4:531.787:629.113.056.3

Измерение давлений при испытаниях двигателей

Канд. техн. наук М. А. ЛИТИНСКИЙ, В. Ф. КОКОРИНОВ, В. Л. РАВИЧ

Союзхимпромэнерго

При определении различных показателей двигателя внутреннего сгорания одним из главных вопросов является получение индикаторной диаграммы его рабочего процесса. В настоящее время наиболее распространенными устройствами для снятия индикаторных диаграмм являются стробоскопические индикаторы электропневматического типа и электрические индикаторы, у которых в качестве регистрирующей аппаратуры используются магнитоэлектрические осциллографы.

Основным недостатком первых из них является прерывистость воспроизведения сигналов: на регистрирующую аппаратуру поступает только сигнал, возникающий в момент замыкания (размыкания) контактов электрической цепи при сравнении эталонного давления с давлением в цилиндре испытуемого двигателя. Таким образом, исключается возможность регистрировать единственный цикл рабочего процесса и проверять отдельные циклы на повторяемость. В электрических индикаторах светочувствительный элемент приводится в действие от электромотора, работа которого не согласована с работой испытуемого двигателя, т. е. для них нужен дополнительный согласующий сигнал. Кроме того, при изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя получают

индикаторные диаграммы с разным масштабом по оси абсцисс.

Ниже рассматривается устройство, лишенное недостатков обоих типов индикаторов, позволяющее регистрировать не только единственный цикл, но и любое число циклов работы двигателя.

Его принципиальная схема приведена на рис. 1, а.

В надпоршневой полости испытуемого двигателя 1 устанавливается датчик 2 с тензопреобразователем, собранным по мостовой (полумостовой) схеме. С датчика сигнал поступает (электрическая цепь показана штриховыми линиями) в усилитель 4, а затем в регистрирующее устройство 5 (магнитоэлектрический осциллограф). Однако в нем, в отличие от известных конструкций, используется фотокассета 6 барабанного типа со светочувствительным элементом (на схеме не показан). Вращение барабана кассеты при помощи передаточного вала 7 синхронизировано с вращением коленчатого вала 8 двигателя (А. с. № 476472, СССР).

Устройство позволяет регистрировать (в одном масштабе и одновременно) изменения давлений перед клапаном (во впускном канале, труборывоте) и за ним (в цилиндре) испы-

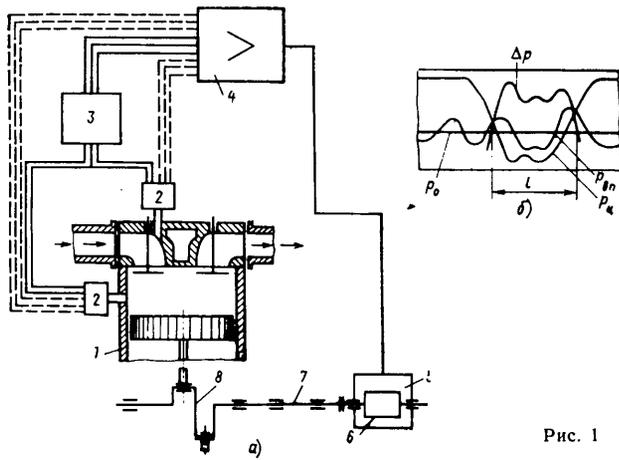


Рис. 1

туемого двигателя. Для этого нужно использовать датчики с тензопреобразователями, несколько отличающимися от известных конструкций, и ограничитель амплитуды сигналов 3.

В качестве датчиков 2 можно использовать обычные мембранные датчики насосных ходов. На мембране каждого датчика устанавливаются три тензопреобразователя (на схеме не показаны): два контрольных и один рабочий. Контрольные соединены в полумостовую схему, которая через усилитель подключена к осциллографу.

Рабочие тензопреобразователи обоих датчиков также соединены (рис. 1,а) по мостовой схеме и подключены к регистрирующему устройству через ограничитель сигналов 3, предохраняющий от выхода из строя шлейфа осциллографа.

При испытаниях с их помощью регистрируются (рис. 1,б) изменения давления в цилиндре p_c и во впускном канале $p_{вп}$. Получаемые зависимости давлений $p_{вп}$, p_c от угла поворота коленчатого вала $\varphi_{п.к.в}$ предназначены для контроля правильности регистрации потерь давления Δp и проверки полярности сигналов.

Объединение рабочих тензопреобразователей в мостовой схеме позволяет сразу фиксировать изменение потерь давления на клапане (в трубопроводе).

Изменение потери давления Δp фиксируется по оси ординат от горизонтальной «нулевой» линии, соответствующей давлению p_0 , означающей начало отсчета. Точки пересечения линий $p_{вп}$ и p_c ограничивают протяженность оси абсцисс l участка угла $\varphi_{п.к.в}$ (соответственно точки пересечения линий Δp и p_0), на котором требуется измерить потерю давления тогда, когда этот участок не определяется протяженностью фаз газораспределения.

Дальнейшее усовершенствование устройств, при которых индикаторные диаграммы регистрируются в координатах « p — φ », привело к созданию новых индикаторов, при помощи которых диаграммы получаются сразу в координатах « p — V ». Таким образом, отпадает необходимость в так называемом «сворачивании» индикаторных диаграмм, а индикаторная мощность определяется умножением соответствующих площадей диаграммы на заранее известный масштабный коэффициент.

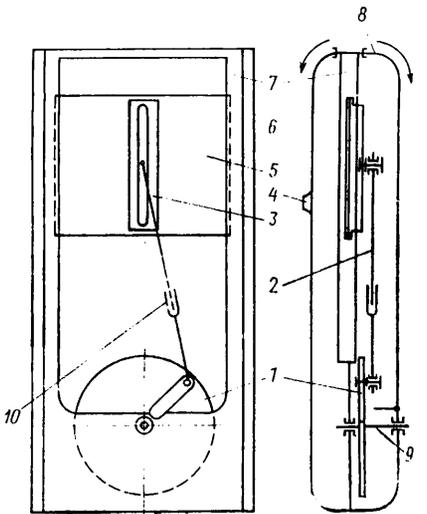


Рис. 2

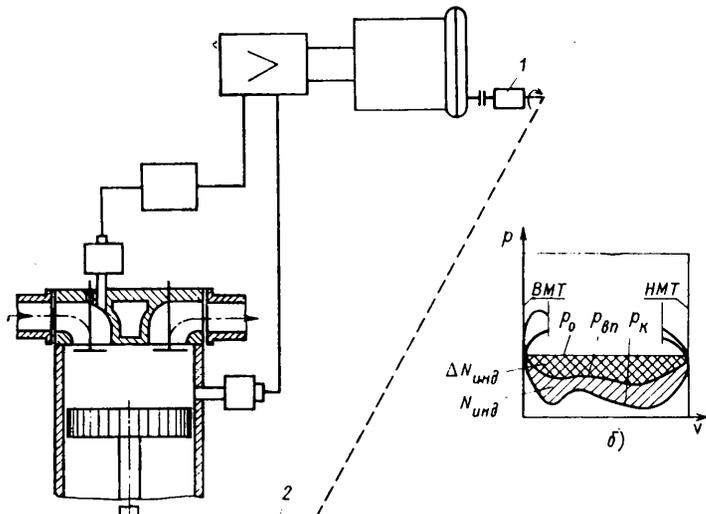


Рис. 3

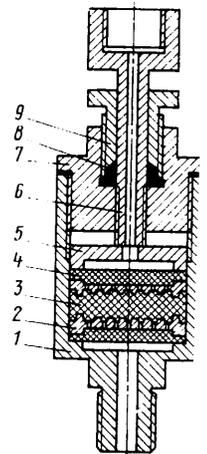


Рис. 4

Чтобы получить «свернутую» индикаторную диаграмму, используют тензометрический датчик, установленный в цилиндре, с которого сигнал через серийный усилитель поступает на магнитоэлектрический (шлейфный) осциллограф. Главным элементом нового устройства является фотокассета, снабженная кривошипно-шатунным механизмом с изменяемым отношением длины шатуна к кривошипу, кинематически связанному с коленчатым валом двигателя.

Передняя крышка 6 кассеты (рис. 2) имеет щель со шторкой 4, выполненную по месту установки серийного осциллографа. При открытии крышки кассета перезаряжается светочувствительным элементом (фотопластиной или фотопленкой), который прикрепляется к ползуну 5. Последний совершает возвратно-поступательное движение в направляющих пазах станины 7, синхронное движению поршня испытуемого двигателя. Для этого в устройстве используют шатун 2 переменной длины и дисковый кривошип 1 с пазом, приводимые в действие через вал 9 от коленчатого вала двигателя.

Перед снятием индикаторной диаграммы открывают заднюю крышку 8 кассеты и устанавливают такое же, как у испытуемого двигателя, отношение длины шатуна к радиусу кривошипа.

Верхнюю головку шатуна кассеты крепят в планке 3 ползуна с вертикальной щелью, и вращением вилки 10 достигают такой длины, чтобы световой луч на светочувствительном элементе фиксировал изменение давления на протяжении всего хода поршня.

Рассматриваемое устройство (рис. 2) позволяет последовательно, на одном и том же светочувствительном элементе, регистрировать при необходимости любое число циклов работы двигателя. Кроме того, устройство универсально, так как его можно применять при любых известных отношениях хода поршня к длине шатуна испытуемой машины (А. с. № 468093, СССР).

Одним из показателей совершенства рабочего процесса является величина потери индикаторной мощности на насосные ходы. Кроме того, чтобы обеспечить безопасность экспериментаторов, желательно проводить испытания вне зоны расположения стенда. С этой целью создано устройство, структурная схема которого представлена на рис. 3,а.

Как указано выше, «свернутую» индикаторную диаграмму в координатах « p — V » можно получить, используя тензометрический датчик, установленный в цилиндре и электрически соединенный через усилитель со шлейфным осциллографом который снабжен фотокассетой с кривошипно-шатунным механизмом. При этом потери мощности на насосные ходы определяются частью индикаторной диаграммы, расположенной ниже прямой горизонтальной линии, обозначающей не изменное атмосферное давление p_0 . Величину этих потерь можно уточнить при одновременной регистрации (в том же масштабе, что и давление в цилиндре) давления в разных точках впускного тракта, например, во впускном канале и трубопроводе.

Для дистанционного управления системой записи можно использовать сельсинную пару. В этом случае устройство содержит, кроме перечисленных элементов (см. рис. 1,а), две сельсинны: на валу фотокассеты сельсин-приемник 1, получающий сигнал от сельсин-датчика 2, закрепленного на коленчатом валу исследуемого двигателя.

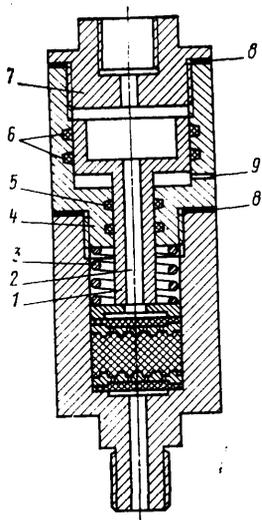


Рис. 5

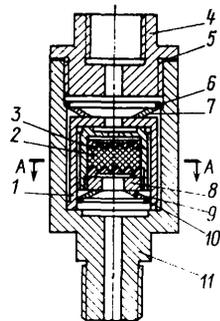


Рис. 6

При испытаниях устройство размещают на безопасном расстоянии. С его помощью получают, как и в предыдущем случае, индикаторную диаграмму. На нее накладывают изменение давления перед впускным клапаном $p_{вп}$ (рис. 3, б). Площади, заштрихованные ниже горизонтальной «нулевой» линии p_0 , будут пропорциональны интересующим потерям индикаторных мощностей $N_{инд}$ и $\Delta N_{инд}$.

Кроме переменных величин давлений, при испытаниях измеряют средние постоянные величины давлений среды (например, топлива или масла). Обычно для этих целей используют манометры, которые устанавливают на импульсных трубках. При таком подсоединении манометров пульсации рабочей среды и вибрации соединительных трубопроводов вызывают значительные колебания их стрелок. Для устранения этого разработаны специальные гасители колебаний, в которых в качестве демпфирующего элемента использована фетровая шайба (рис. 4, 5 и 6), зажата между двумя металлическими пластинами с отверстиями (А. с. № 581401, № 651220 и № 739352, СССР).

В корпусе 1 (рис. 4) между двумя пластинами 2, в которых имеются отверстия, помещен демпфирующий элемент 3. Суммарная проходная площадь этих отверстий равна или больше площади манжетного соединительного канала. С наружных сторон пластин 2 установлены фетровые шайбы 4, выполняющие роль фильтров, которые предохраняют демпфирующие элементы от засорения. Степень демпфирования изменяют при помощи нажимной пластины 5 и штуцера 6, расположенного в крышке 7. Штуцер уплотнен в крышке сальником 8 и грядубоксой 9. Кольцевые выточки, имеющиеся на внутренних поверхностях нажимной пластины и корпуса, препятствуют сжатию фильтров при передвижении штуцера.

Недостаток описанного выше устройства для гашения давления заключался в том, что при изменении общего уровня давления каждый раз необходимо изменять величину затяжки пластин вручную. Поэтому был создан саморегулирующийся гаситель с дифференциальным поршнем 1, контактирующим через нажимную пластину с демпфирующим элементом (рис.

5), который имеет в центре продольный канал 2 для прохода рабочей среды.

Демпфирующий элемент предварительно нагружен цилиндрической пружиной 3, которая расположена между нажимной пластиной и проставкой 4, завинчиваемой в корпус устройства. Поршень 1 уплотняется в проставке резиновыми кольцами 5 и 6. В проставку завернут соединительный штуцер 7, на который установлен манометр. Соединения проставки и штуцера уплотнены прокладками 8. Полость, образованная днищем поршня и внутренней поверхностью проставки, в целях свободного перемещения поршня сообщена с атмосферой каналом 9.

Устройство работает следующим образом. После установки манометра и подсоединения его к линии измеряемого давления среда распространяется через фильтры, демпфирующий элемент и отверстия пластин по каналу дифференциального поршня к манометру. При увеличении общего уровня давления усилие передается поршню, малый диаметр которого воздействует на демпфирующий элемент через нажимную пластину. При этом пропускная способность предварительно нагруженного цилиндрической пружины демпфирующего элемента уменьшается. При понижении общего уровня давления на пропускную способность демпфера влияет только величина предварительного натяга цилиндрической пружины.

Общим недостатком рассмотренных устройств (см. рис. 4 и 5) является их инерционность: при резких изменениях общего уровня давления сигнал на манометрический прибор приходит с запаздыванием. Время этого запаздывания увеличивается при повышении общего уровня измеряемого давления. Поэтому нередко случается, что манометрический прибор, которым контролируют работу агрегатов, передает сигнал на регулирующее или следящее устройство, останавливающее основные агрегаты или приводящее в действие резервные. Инерционность демпфера можно снизить. Для этого в корпусе гасителя колебаний (см. рис. 6) на рабочей линии устанавливают (один внутри другого) клапаны 1 и 3, действующие в противоположном направлении. Они имеют наружные фигурные поверхности с продольными канавками (разрез А—А), обеспечивающие большую площадь, а следовательно, и больший объем протекающей через них жидкости.

Внутри клапана 3 между пластин с отверстиями расположен демпфирующий элемент (фетровая шайба) 2 и регулировочный винт 8 с прямоугольным внутренним пазом под ключ. Перемещением этого винта изменяют степень демпфирования колебаний. Герметичность клапанов обеспечивается пружинами 7 и 9 тарельчатого типа, которые удерживаются стопорными кольцами 6 и 10, расположенными соответственно в корпусе 11 и на внутренней поверхности клапана 1. Герметичность гасителя колебаний обеспечивается штуцером 4 и прокладкой 5. Резьба в нижней части корпуса служит для подсоединения гасителей колебаний к системе измеряемого давления.

Устройство работает следующим образом. При постоянной пульсации и медленных изменениях общего уровня давления полость манометрического прибора соединяется с исследуемой средой через демпфирующий элемент 2 так же, как и в предыдущих конструкциях. Масса демпфирующего элемента достаточно велика, поэтому при наличии постоянной, с частотой выше 5 Гц пульсации среды клапаны 1 и 3 закрыты. При резких изменениях общего уровня давления полость манометрического прибора соединяется с исследуемой средой через открытые попеременно клапаны 1 и 3. (Величина перепада давления, при котором происходит открывание клапанов, зависит от массы жесткости пружин и ее можно регулировать в широких пределах).

Выбор жесткости подвесок автопоездов-лесовозов

Д-р техн. наук В. М. СЕМЕНОВ, Е. А. ЗЕЛЬЦЕР, канд. техн. наук А. А. ФАДЕНКОВ

НАМИ, ЦНИИМЭ

АВТОПОЕЗД-лесовоз представляет собой автомобиль-тягач и прицеп-ропуск, оборудованные специальными опорами (кониками) для размещения пакета хлыстов. База автопоезда в зависимости от вида пакета хлыстов колеблется в пределах 9—16 м. Пакет хлыстов может иметь концы, значительно свисающие с опор (коников).

Для расчета колебаний автопоездов-лесовозов применяется динамическая модель с сосредоточенными массами, при этом в зависимости от допущений используются различные расчетные схемы [1]. Независимо от их особенностей для динамической системы с сосредоточенными массами всегда при увеличении жесткостей упругих связей и опор частота собственных колебаний системы увеличивается.

При расчете колебаний автопоезда-лесовоза нужно учитывать изгибные колебания пакета хлыстов, позволяющие внести в расчет жесткостей подвесок автопоездов как количественные, так и качественные коррективы [2]. Для того чтобы исследовать изгибные колебания, рассматриваемую динамическую систему необходимо представлять как систему не с сосредоточенными, а с распределенными массами. Ниже приводятся результаты исследования влияния жесткости упругих элементов

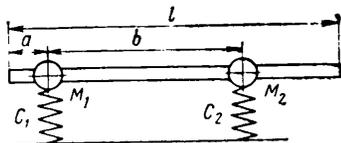


Рис. 1. Схема пакета хлыстов как балки с равномерно распределенной массой и упруго-инерционными опорами M_1 , M_2 и жесткостями C_1 , C_2 (a ; $a+b$ — расстояние от начала балки до опор; l — длина балки)

задней подвески автомобиля и прицепа-ропуска автопоезда-лесовоза на частоты колебаний системы «гибкий груз — автопоезд». Расчетная схема этой системы представлена в виде балки со свисающими свободными концами и с равномерно распределенной массой, расположенной на двух упруго-инерционных опорах (рис. 1). Уравнения форм и частот изгибных колебаний, а также результаты расчетов частот изгибных колебаний приведены в работе [2]. Результаты расчетов частот изгибных колебаний груза на упругих и упруго-инерционных

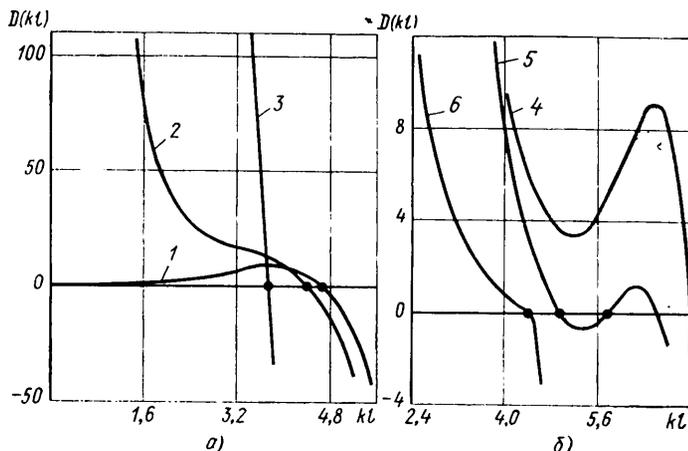


Рис. 2. Результаты расчета частот изгибных колебаний kl системы «гибкий груз — автопоезд» изгибной жесткостью $EI=19,6 \cdot 10^4$ кН/м для расчетной схемы с упругими опорами (а) и упруго-инерционными опорами (б) погонной массой $\mu=980$ кг/м, массами опор $M_1=M_2=4000$ кг ($a=1$ м, $b=13$ м, $l=20$ мм):

1 — при $C_1=C_2=0$; 2 — при $C_1=C_2=980$ кН/м; 3 — при $C_1=C_2=9800$ кН/м; 4, 6 — для жесткости подвесок тягача и прицепа $C_1=C_2=1960$ кН/м и $C_1=C_2=2940$ кН/м соответственно; 5 — для жесткостей задней подвески тягача $C_1=1960$ кН/м и шин прицепа $C_2=3400$ кН/м

опорах применительно к автопоезду КрАЗ-255Л с роспуском 2-Р-15 показаны на рис. 2. Из рисунка видно, что частоты изгибных колебаний (т. е. точки пересечения частотного определителя $D(kl)$ с осью kl) балки увеличиваются при уменьшении жесткости опор, а при увеличении жесткости уменьшаются.

При колебаниях динамическая система «гибкий груз — автопоезд» совершает сложное движение, состоящее из переносного (вертикальных колебаний твердого тела) и относительного (изгибных колебаний гибкого груза). При совпадении парциальных частот этих колебаний перемещения системы значительно возрастут. Поэтому параметры системы нужно выбирать так, чтобы парциальные частоты изгибных и вертикальных колебаний существенно отличались друг от друга. Уменьшение жесткости подвески роспуска приводит, с одной стороны, к повышению частот изгибных колебаний, а с другой, — к уменьшению частот вертикальных колебаний системы как твердого тела. Причем чрезмерное уменьшение частот вертикальных колебаний неблагоприятно, так как оно приводит к увеличению перемещений вертикальных колебаний системы.

Таким образом, жесткость упругих элементов подвески прицепа (рессор и шин) должна выбираться из условий, что парциальные частоты изгибных и вертикальных колебаний системы значительно отличались друг от друга, а низшая собственная частота свободных колебаний системы не была очень малой. Этот вывод имеет практическое значение: он дает возможность выбирать конструкцию подвески роспуска (рессорную или безрессорную) в зависимости от планируемых условий эксплуатации.

Вопрос о поддрессировании прицепа-ропуска рассматривался и ранее, например, в работе [3], где приведены результаты экспериментальных исследований вертикальных перемещений автопоезда ЗИЛ-151 с роспуском 2-Р-8 при скорости движения 15 км/ч. В результате этих исследований, в частности, было установлено, что поддрессирование роспуска уменьшает нагрузки на оси при перевозке жестких грузов и увеличивает эти нагрузки при перевозке гибких. Это позволило сделать вывод, что для перевозки гибких грузов, например, пакета хлыстов, поддрессировать роспуск нецелесообразно. Однако данный вывод получен на основе исследования только одного параметра системы — жесткости пакета хлыстов. Для получения более объективной картины необходимо учитывать комплексные параметры, объединяющие все другие. Такими параметрами и являются парциальные частоты изгибных и вертикальных колебаний системы. Если их учесть, то оказывается, что поддрессирование роспуска в одних случаях, при «раздвигании» частот изгибных и вертикальных колебаний, окажется полезным, в других случаях, при сближении частот, — нет.

Так, при малой изгибной жесткости пакета хлыстов, большим его весе и большом расстоянии между опорами возможен случай, когда частота изгибных колебаний будет ниже, чем частота вертикальных колебаний системы (рис. 3, а). В этом случае поддрессирование роспуска приводит к увеличению частоты изгибных колебаний и уменьшению частоты вертикальных

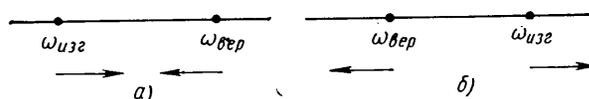


Рис. 3. Влияние уменьшения жесткости подвески роспуска на парциальные частоты изгибных $\omega_{изг}$ и вертикальных $\omega_{вер}$ колебаний системы «гибкий груз — автопоезд»:

а — частота изгибных колебаний меньше, чем вертикальных; б — частота изгибных колебаний больше, чем вертикальных

колебаний системы, т. е. «сближает» их и, следовательно, увеличивает колебания всей системы. Поэтому, подрессоривание ролпука в этом случае нецелесообразно.

Однако, когда частота изгибных колебаний пакета хлыстов больше, чем частота вертикальных колебаний (перевозка пакета хлыстов большой изгибной жесткости, рис. 3,б), уменьшение жесткости подвески увеличивает частоту изгибных колебаний и уменьшает частоту вертикальных колебаний системы, т. е. «раздвигает» частоты. Поэтому в данном случае подрессоривание прицепа целесообразно. Такой случай имеет место, например, при перевозке жестких полухлыстов большого объема на лесовозных автопоездах МАЗ-509 с ролпуском 2-Р-15, применяемым с рессорно-балансирной подвеской на вывозе леса в условиях Северного Кавказа. Однако даже для этого случая рессоры подвески ролпука нельзя делать очень мягкими, так как это приведет к уменьшению низшей собственной частоты колебаний системы и, соответственно, к увеличению низкочастотных перемещений системы. Поэтому в конструкции ролпука 2-Р-15 автопоезда МАЗ-509 для перевозки грузов большой изгибной жесткости применяют рессоры жесткостью, значительно большей (в 5 раз), чем рессоры тягача автопоезда.

Таким образом, расчеты и эксперименты показали, что подбирать жесткость подвески прицепа-ролпука лесовозного автопоезда нужно с условием, чтобы это способствовало раздвиганию парциальных частот изгибных и вертикальных колеба-

ний и, следовательно, уменьшению амплитуд перемещений системы. Практически это означает, что ролпуск с ррузом, обладающим малой изгибной жесткостью, подрессоривать нецелесообразно, а при грузах с большой изгибной жесткостью необходимо.

Например, для перевозки сортиментов и крупномерного леса (бук, дуб и др.), имеющих большую изгибную жесткость, необходимо рессорное подвешивание прицепов-ролпуков, а для перевозки хлыстов из низкотоварной древесины (сосна, ель, береза, осина) можно применять ролпуки с безрессорной жестко-балансирной подвеской.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сравнительный анализ расчетных моделей вертикальных колебаний автопоездов-лесовозов./Ю. Ю. Беленький, А. В. Жуков, А. Б. Азбель, А. И. Петрович. — Автомобильная промышленность, 1979, № 7, с. 16—20.

2. Частоты собственных изгибных колебаний динамической системы «пакет хлыстов—автопоезд»./Н. Ф. Бочаров, В. М. Семенов, Е. А. Зельцер, А. А. Фаденков. — Изв. ВУЗов, «Машиностроение», 1981, № 9, с. 91—95.

3. Лах Е. И. Испытания подвесок двухосных автомобильных ролпуков. — Автомобильная промышленность, 1959, № 1, с. 20—23.

УДК 629.114.3.071.5:629.114.6-43

О полной массе прицепа к легковому автомобилю

(В порядке обсуждения)

Ю. М. ВИНУКОВ

Мытищинский машиностроительный завод

В ПОСЛЕДНИЕ годы значительное развитие в стране получило производство прицепов к легковым автомобилям. Одним из важнейших требований при проектировании, изготовлении и эксплуатации этих изделий является ограничение максимальной полной массы прицепа, оборудованного рабочей тормозной системой. В работе [1] эта величина регламентируется следующим образом: максимальная полная масса такого прицепа не должна превышать 60% от снаряженной массы буксирующего его легкового автомобиля. Однако, как показывает отечественная и зарубежная практика, данное положение устарело. Сейчас при проектировании автопоезда в составе легкового автомобиля и прицепа обычно стремятся иметь возможно большую полную массу прицепа и соответственно его грузоподъемность, чтобы в максимальной степени использовать мощностные возможности двигателя. При этом, естественно, увеличивается отношение полной массы прицепа к полной массе тягача, снижается энерговыносливость (удельная мощность) такого автопоезда и его тягово-скоростные свойства.

Учитывая все это, при выборе удельной мощности легко-

вого автопоезда, очевидно, в первую очередь следует исходить из того, что в условиях интенсивного дорожного движения все автотранспортные единицы (участники движения) должны обладать примерно одинаковыми тягово-скоростными свойствами, т. е. иметь близкие по величине отношения мощности двигателя к полной массе автотранспортного средства. Если исходить из этого, то рекомендуемые для отечественных легковых автопоездов удельные мощности должны находиться в диапазоне 18,4—23,5 кВт/т (верхний предел следует принимать для пересеченной местности).

Данный вывод хорошо согласуется с зарубежными рекомендациями по удельной мощности для легковых автопоездов: в настоящее время там принята величина, равная 22 кВт. Такая удельная мощность на дорогах общего пользования обеспечивает максимальную скорость не менее 80 км/ч. При существующих у нас ограничениях на полную массу прицепа к легковому автомобилю удельная мощность автопоезда составляет (см. таблицу) 17,3—28,3 кВт/т.

Таким образом, сравнение данных, приведенных в таблице, и зарубежных рекомендаций [2] свидетельствует о том, что

Модель автомобиля	Значения параметров при существующих нормативах					Значения параметров при предлагаемых нормативах							
	полная масса прицепа, кг	полная масса автопоезда, кг	удельная мощность автопоезда, кВт·ч/т	G/G пр а.сн	G/G пр а	полная масса прицепа, кг	полная масса автопоезда, кг	удельная мощность автопоезда, кВт·ч/т	используемая сцепная масса, %	динамический фактор на первой передаче	уклон, на котором может начать движение автопоезд, %	G/G пр а.сн	G/G пр а.сн
ЗАЗ-968	474	1584	20,09	0,6	0,427	525	1635	20,3	42,0	0,246	16,2	0,664	0,473
ВАЗ-21011	573	1928	24,41	0,6	0,423	940	2295	22,1	34,5	0,220	13,8	0,984	0,694
ВАЗ-2103	618	2048	22,9	0,6	0,432	1030	2460	23,1	33,8	0,221	13,6	1,00	0,72
ВАЗ-21035	618	2048	20,3	0,6	0,432	700	2130	22,1	38,1	0,221	13,2	0,679	0,489
ВАЗ-2106	627	2082	28,3	0,6	0,432	1045	2490	23,7	33,7	0,252	16,7	1,00	0,723
ВАЗ-21063	628	2073	24,4	0,6	0,434	855	2300	22,1	39,0	0,202	13,3	0,818	0,592
ВАЗ-2121	690	2240	26,3	0,6	0,445	1150	2760	21,8	59,7	0,357	27	1,00	0,742
ВАЗ-2102	606	2046	23,8	0,6	0,421	695	2135	22,1	39,7	0,227	14,0	0,688	0,482
ВАЗ-21021	606	2046	24,8	0,6	0,421	860	2300	22,1	39,7	0,227	14,0	0,851	0,597
«Москвич-2138»	648	2128	17,3	0,6	0,438	700	2180	16,9	38,4	0,235	14,5	0,648	0,473
«Москвич-2140»	648	2128	24,9	0,6	0,438	1020	2500	22,1	34,2	0,212	12,6	0,944	0,683
«Москвич-2137»	672	2192	25,2	0,6	0,442	980	2500	22,1	35,3	0,226	13,9	0,875	0,645
«Москвич-21406»	648	2128	23,5	0,6	0,438	780	2260	22,1	37,2	0,218	12,3	0,722	0,527
ИЖ-2125	660	2110	26,2	0,6	0,454	1050	2500	22,1	34,7	0,212	12,5	0,954	0,724
ГАЗ-24	852	2672	26,2	0,6	0,468	1350	3170	22,1	32,3	0,243	15,5	0,951	0,742
ГАЗ-24-02	930	2970	23	0,6	0,456	1130	3170	22,1	37,3	0,243	15,5	0,729	0,554
ГАЗ-21	870	2755	20	0,6	0,461	900	2785	19,8	36,3	0,267	17,8	0,621	0,477

разрешенные массы прицепов к большинству отечественных легковых автомобилей можно увеличить.

Правда, надо отметить, что изложенные выше требования к удельной мощности легкового автопоезда имеют смысл только при сравнении автопоездов, у которых тягачи имеют одинаковые наборы передаточных чисел в трансмиссии. Поэтому дополнительным оценочным показателем тягово-скоростных свойств легкового автопоезда должна быть величина динамического фактора, особенно при движении автопоезда на низшей и высшей передачах: легковой автопоезд не будет сдерживать транспортный поток на подъеме, если величина его динамического фактора (и, соответственно, преодолеваемый подъем) не меньше, чем у грузовых автомобилей и автопоездов.

Рекомендуемая с учетом этого величина максимального динамического фактора на низшей передаче в трансмиссии тягача отечественного легкового автопоезда составляет 0,21—0,24. Предельный подъем дороги, при котором может еще начать движение этот автопоезд, целесообразно принимать равным не менее 12%.

Расчеты показывают, что при рекомендуемых в таблице массах прицепов все отечественные легковые автопоезда при полной нагрузке могут трогаться с места на подъемах с уклоном 12,5% и даже более. Чтобы определить, на каком подъеме автопоезд сможет начать движение при каждой конкретной нагрузке автомобиля, а также величину нагрузки, при которой автопоезд сможет начать движение на каждом конкретном подъеме дороги, для каждой модели легкового автомобиля целесообразно иметь графические зависимости (см. рисунок) полной массы прицепа от продольного уклона i дороги и двух случаев:

полностью груженный автомобиль (линии CD и $C'D'$) и в автомобиле только водитель (линии BA и $B'A'$). При всех других случаях загрузки автомобиля № 1 точки, соответствующие каждой нагрузке, будут, очевидно, находиться в зоне $ABCD$ (для автомобиля № 2 — в зоне $A'B'C'D'$). Например, с прицепом массой 1500 кг полностью груженный автомобиль № 2 может трогаться с места на

подъеме с уклоном 8%, автомобиль № 1 — на подъеме, равном 11,8%. Или, скажем, если задано, что автопоезд должен иметь возможность начать движение на подъеме с уклоном 11%, то полная масса прицепа при полностью груженом автомобиле № 1 может быть не больше 1610 кг, а тогда, когда в его кабине находится только водитель, — 1960 кг. и т. д.

При определении полной массы прицепа к легковому автомобилю важное значение имеет коэффициент сцепной массы k_{ϕ} автопоезда, т. е. отношение нагрузки, приходящейся на ведущие колеса тягача, к полной массе автопоезда. (Чем больше масса буксируемого прицепа, тем меньше k_{ϕ} , чем больше k_{ϕ} , тем меньше вероятность буксования колес тягача при трогании с места). Как показали исследования, достаточной величиной k_{ϕ} (по условиям сцепления колеса с дорогой) для легковых автопоездов является 33—38%. Следует учитывать, что

нагрузка на ведущие колеса легкового автомобиля-тягача при движении его в составе автопоезда увеличивается за счет нагрузки, передаваемой от прицепа на буксирный шар тягача. Величина этой дополнительной нагрузки составляет 5—7% массы прицепа.

Все, что сказано выше об удельной мощности, динамическом факторе, коэффициенте сцепной массы и углах подъема, на которых может стартовать легковой автопоезд, позволило определить наибольшие полные массы прицепов к отечественным легковым автомобилям (см. таблицу).

В зарубежной практике, где прицепы к легковым автомобилям получили очень широкое распространение, ориентировочную комплексную оценку правильности выбора массы прицепа принято производить по отношению полной массы прицепа $G_{пр}$ к снаряженной массе легкового автомобиля $G_{а.сн}$ или по отношению полной массы прицепа к полной массе легкового автомобиля G_a . Как показал анализ, только 4,5% из 720 исследованных моделей современных зарубежных легковых автомобилей имеют отношение полной массы прицепа к снаряженной массе автомобиля меньше (или равное) 0,6, у абсолютного большинства из них оно больше 0,6, причем у наибольшего числа автомобилей оно равно 0,85—1,00. Для рекомендуемых полных масс прицепов к отечественным легковым автомобилям (см. таблицу) это отношение составляет 0,62—1,00, т. е. величину, характерную для 88,5% моделей зарубежных автомобилей.

Так как в зарубежной литературе полную массу прицепа часто сравнивают не со снаряженной массой автомобиля, а с его полной массой, то в таблице приведены величины этого отношения для рекомендуемых масс прицепов к отечественным легковым автомобилям. Как видно, они находятся в диапазоне 0,473—0,742, что также соответствует большинству из 739 изученных моделей зарубежных легковых автомобилей выпуска 1979 г. При существующих у нас ограничениях отношение полной массы прицепа к массе снаряженного автомобиля для отечественных автомобилей составляет 0,42—0,47, т. е. величину, характерную лишь для 10% зарубежных автомобилей.

Конечно, при выборе полной массы прицепа, кроме тягово-динамических свойств, нужно учитывать другие факторы: тормозные свойства автопоезда; его управляемость и устойчивость при маневрировании, торможении, боковом ветре; дополнительные опасности при обгоне, маневрировании на повороте, «рыскании» во время торможения; соотношение площадей боковых поверхностей прицепа автомобиля-тягача (если первая из них больше второй в 2 раза, то масса прицепа не должна быть больше 0,5—0,75 массы тягача).

Большое влияние на выбор полной массы прицепа оказывают и такие особенности тягача, как величина заднего свеса, расстояние между осями и прочностные качества задней части кузова тягача и др.

В качестве практического подтверждения реальности приводимых в статье рекомендаций можно сослаться на такой факт: отечественные автомобили в зарубежных странах эксплуатируются с прицепами, массы которых близки или даже несколько превышают величины, рекомендованные в данной статье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мелик-Саркисянц А. С., Винокуров Ю. И. Прицепы к легковым автомобилям. М.: Транспорт, 1979. 80 с.
2. Jean-Pierre Durand. Naquele choisir? — Caravaning et camping car. 1979, 284, p. 180—187.

УДК 629.113-585.862

Конструкции легких карданных валов и особенности их производства

Канд. техн. наук С. Н. ИВАНОВ, канд. техн. наук И. С. ЛУНЕВ, Ю. К. ЕСЕНОВСКИЙ-ЛАШКОВ

НАМИ

УМЕНЬШЕНИЕ массы агрегатов — одна из основных задач при конструировании современных автомобилей. Решение этой задачи позволит сэкономить материалы и топливо, улучшить динамику автомобиля и т. д. Например, применение в трансмиссиях легких карданных валов дает возможность уменьшать колебания и вибрации валов, способствует улучшению комфортабельности легковых автомобилей и умень-

шению отказов агрегатов, соединяемых карданными валами, грузовых автомобилей.

Примером конструктивных решений, позволяющих уменьшить массу карданного вала, являются бесфланцевые карданные валы, у которых вместо фланец-вилок и вилка вала применены вилки с отъемными корпусами игольчатых подшипников (так называемое бугельное соединение).

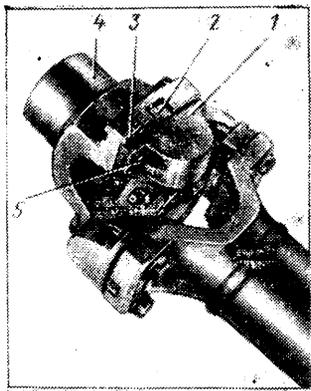


Рис. 1. Карданный шарнир бесфланцевого карданного вала

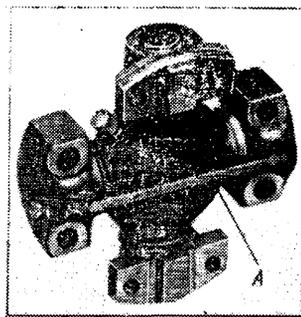


Рис. 2. Крестовина с корпусами игольчатых подшипников

Бесфланцевые карданные валы производятся фирмами Дана, Роквелл Интернейшнл (США), Фабри Бреветти (Италия), Соко-Мостар (Югославия), Глансер Спайсер (Франция) и др.

Как видно из рис. 1, отъемный корпус 1 игольчатого подшипника бесфланцевого карданного вала имеет шип 2 прямоугольной формы, обеспечивающий передачу крутящего момента, и поверхность 3 для центрирования корпуса в вилке 4, в которой есть ответный прямоугольный паз (поверхность для центрирования корпуса подшипника). Устанавливается вилка на шлицах валов коробки передач или главной передачи. Болты 5, соединяющие корпус подшипника с вилкой, нагружены осевыми силами, величина которых определяется усилием затяжки болтов.

Для предотвращения самопроизвольного отъединения корпусов игольчатых подшипников от крестовин шарниров, особенно при их транспортировке, а также при монтаже валов в трансмиссиях, корпуса, присоединяемые к вилкам валов коробки передач и главной передачи, зафиксированы на крестовинах упругой металлической пластиной 1 (рис. 2), толщина которой должна быть не более 0,8 мм. Пластина приваривается к корпусам точечной сваркой и не влияет на трудоемкость монтажа бесфланцевого карданного вала.

Конструкция бесфланцевого карданного вала с точки зрения уменьшения массы карданной передачи наиболее целесообразна в трансмиссиях автомобилей большой грузоподъемности типа МАЗ, КраЗ, КамАЗ и др. У карданных валов таких автомобилей вилки шарниров, особенно фланец-вилки (которых нет в бесфланцевых карданных валах), имеют обычно относительно большую массу — 6—10 кг. Следовательно, масса бесфланцевого карданного вала в сравнении с аналогичным валом, имеющим фланец-вилки, будет меньше на 15—30%. Если конструкцию бесфланцевых карданных валов использовать на массовых грузовых автомобилях, то выигрыш будет несколько меньшим (~10%), но главное — будет.

Замена традиционных карданных валов бесфланцевыми дает экономию черного проката не только из-за уменьшения числа деталей, но вследствие меньшего отхода металла в стружку. Например, коэффициент использования металла при изготов-

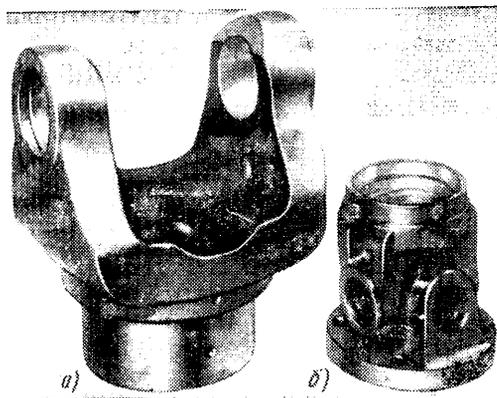


Рис. 3. Вилки карданных шарниров из легких сплавов:

а — для грузового автомобиля типа ЗИЛ; б — для легкового автомобиля типа ВАЗ

лении обычного карданного вала автомобиля КраЗ примерно на 30% меньше, чем при производстве аналогичного бесфланцевого вала.

Существуют не только бесфланцевые, но и другие конструкции легких карданных валов, в частности, из легких специальных сплавов и композиционных (полимерных) материалов. Наиболее интенсивно работы в этом направлении ведут концерн Форд (США) и объединение GKN (Англия), которые для вилок, фланец-вилки карданных шарниров (рис. 3) и труб применяют специальные легкие высокопрочные сплавы, имеющие плотность, в 2—3 раза меньшую плотности стали. Вилки из таких сплавов изготовляют штамповкой в закрытых штампах (отходы при штамповке составляют не более 1%), причем все геометрические размеры, за исключением диаметров отверстий под игольчатые подшипники, получают в окончательном виде, а отверстия — механической обработкой с последующим упрочнением поверхности термобработкой. Правда, вилки из легких сплавов имеют несколько увеличенную, чем у стальных, толщину в зоне отверстий под игольчатые подшипники, что гарантирует необходимую прочность и жесткость под нагрузкой.

Оптимизацию геометрических параметров вилок осуществляют при помощи портативных электронных компьютеров, содержащих специальные программы расчета напряжений в трех измерениях при заданных нагрузках (программы эти разработаны на основе метода конечных элементов). Выбранные оптимальные параметры вилки (рис. 4) регистрируют на экране компьютера и фиксируют печатающим устройством.

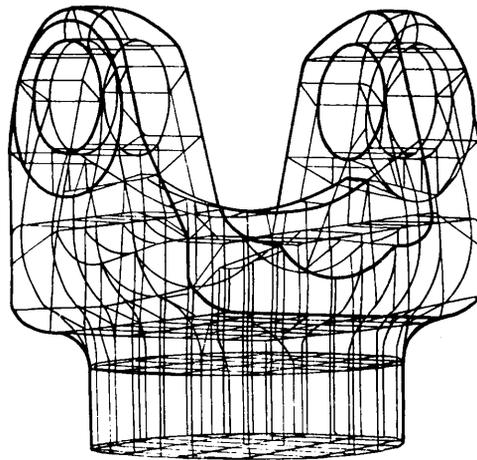


Рис. 4. Геометрические параметры вилки, зарегистрированные в трех измерениях при ее расчете на компьютере

Трубы легких карданных валов можно изготовлять не только из специальных высокопрочных легких сплавов, но и из композиционных высокопрочных материалов, имеющих плотность, в 4—5 раз меньшую, чем у стали, а модуль упругости у отдельных композитов — в 1,1—1,2 раза больший. Некоторые из композиционных материалов (например, с углеродными волокнами) обладают в 1,5 раза большим пределом усталости, чем титан, алюминий и др., имеют плотность, в пять раз меньшую, чем сталь, поэтому изготовленные из них трубы карданных валов могут быть достаточно длинными (2—2,5 м) без снижения запаса по критической частоте вращения. Иными словами, длинные валы с трубами из композиционных материалов способны заменить в трансмиссиях автомобилей трехшарнирные карданные передачи, содержащие два вала и промежуточную опору. Такие трубы изготовляют методом намотки на цилиндрическую оправку (под определенными углами) нескольких слоев нитей композиционного материала, пропитанных эпоксидным связующим. После этого оправка устанавливается в печь с температурой 353 К, где труба и отвердевает. Современное оборудование для намотки труб дает возможность изготовить трубу длиной 2 м, внутренним диаметром 150 мм и толщиной стенки 2 мм в течение 6 мин.

Следует отметить, что применяемые в композиционных материалах труб валов углеродные волокна — материал пока еще дорогой, поэтому их добавляют не более 10—15%. При этом наибольшее их количество располагают в наружных слоях трубы, испытывающих наибольшие напряжения при кручении и изгибе. В результате стоимость однотрубного легкого карданного вала длиной до 2—2,5 м и наружным

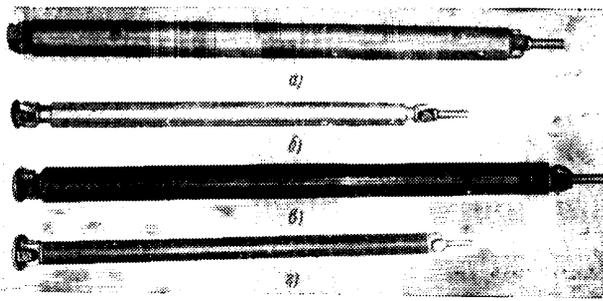


Рис. 5. Легкие карданные валы (объединение GKN, Англия) с трубами из легких сплавов (а, б), из композиционных материалов (в, з)

диаметром 120—130 мм, например, в Англии оказывается только на 15% выше двух стальных карданных валов с промежуточной опорой, применяемых в трансмиссии грузового автомобиля средней грузоподъемности. Эта разница, как предполагают, может быть уменьшена при намечающемся снижении стоимости углеродного волокна к 1985 г. до 22 долл за 1 кг.

Толщина стенок труб из композиционных материалов обычно не превышает 1—3 мм при наружных диаметрах труб 100—150 мм.

На рис. 5 представлены легкие карданные валы (объединение GKN, Англия) с трубами из специальных легких сплавов и композиционных материалов. В последнем случае из стали выполнены только крестовины с игольчатыми подшипниками карданных шарниров и вилки с шлицевыми втулками, т. е. у всех легких карданных валов подвижное шлицевое соединение расположено вне трубы карданного вала. Это вызвано тем, что пока не удалось еще решить проблему изготовления подвижного шлицевого соединения из специальных легких сплавов и его надежного соединения с трубами из специальных сплавов и композиционных материалов. Это — одна из наиболее важных проблем при освоении производства легких карданных валов. Решается она с учетом особенностей конструкции легкого карданного вала. Например, для соединения вилок с трубой могут быть использованы специальные клеи, по концам трубы из композиционного материала при ее намотке можно заформовывать специальные соединительные металлические кольца, к которым вилки присоединяют сваркой трением, в некоторых случаях применяют заклепки и т. п.

Иногда надежно обеспечению соединения трубы из композиционного материала с карданным шарниром подчиняют всю конструкцию вала. Так, в отельных конструкциях легких карданных валов с трубами из композиционных материалов (фирма Юнион-Карбид, США) крестовины с игольчатыми подшипниками карданных шарниров предлагают устанавливать в металлческих кольцах, заформованных по концам трубы (рис. 6,а). В этом случае крестовина должна иметь различные расстояния между торцами шипов. Однако, если в такой конструкции использовать обычную крестовину карданного шарнира, то в заформованные в трубу металлческие кольца необходимо запрессовывать еще направляющие втулки (рис. 6,б). Толщина кольца в сечении, где рас-

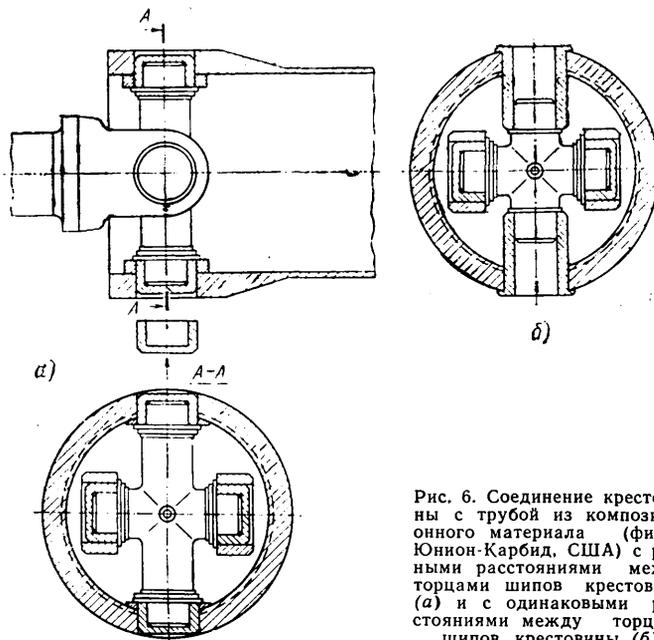


Рис. 6. Соединение крестовины с трубой из композиционного материала (фирма Юнион-Карбид, США) с разными расстояниями между торцами шипов крестовины (а) и с одинаковыми расстояниями между торцами шипов крестовины (б)

положены отверстия под игольчатые подшипники, может быть до 25 мм при толщине стенки трубы 1—3 мм. Важным условием выбора материала колец, заформовываемых в трубу из композиционного материала для обеспечения монолитности трубы, является соответствие его температурного коэффициента коэффициенту применяемой композиции.

Соотношение масс легких карданных валов и массы обычной карданной передачи трансмиссии автомобиля можно представить следующим образом. Если за 100% принять массу обычной трехшарнирной карданной передачи, состоящей из двух валов с промежуточной опорой, то аналогичная карданная передача, у которой вилки шарниров и трубы изготовлены из легкого специального сплава, будет на 30% меньше. А при замене такой трехшарнирной карданной передачи одним длинным карданным валом, вилки которого изготовлены из легкого сплава, а труба — из композиционного материала, сравнительная эффективность уменьшения массы передачи может достигать 50—60%. Если заменить один обычный карданный вал относительно небольшой длины (~1000 мм) карданным валом, изготовленным из легкого сплава, то сравнительная эффективность уменьшения массы вала может составить 20%, а с трубой из композиционного материала — даже 35%. Например, разработанный концерном Форд карданный вал легкового автомобиля с трубой из композиционного материала был на 32% легче обычного карданного вала, используемого в трансмиссии этого автомобиля (соответственно 7,9 и 5,4 кг).

Карданные валы с трубами из композиционных материалов пока что — с учетом их стоимости и эффективности в уменьшении массы карданной передачи — наиболее выгодно применять при длинах валов 1200 мм и более. Короткие валы целесообразнее изготавливать из специальных легких сплавов.

УДК 629.113.012.004.58:620.178.5

Вибродиагностика редуктора заднего моста автомобилей ВАЗ

Канд. техн. наук Д. С. ЕЛЕНЕВСКИЙ, И. И. РУЖИНСКИЙ, Р. С. ОБОЛЕНСКИЙ, Н. И. ПЛУТЕНКО, Н. М. ЧИЖОВА, Ю. А. РОЩИН

В НАСТОЯЩЕЕ время для получения объективной оценки состояния основных узлов автомобиля инструментальными методами требуется специальная аппаратура.

Например, в спецавтоцентрах ВАЗа для диагностики большинства систем двигателя, контроля тормозов, элементов подвески, электрооборудования и др. широко применяются специальные стенды, установки, приборы. Однако для такого ответственного узла автомобиля, как задний мост, средств инструментальной диагностики пока нет, хотя отдельные попытки в этом направлении предпринимались (А. С. 887366,

СССР). В связи с этим специалисты Тольяттинского спец-автоцентра вынуждены были самостоятельно разрабатывать систему диагностики редуктора заднего моста автомобилей ВАЗ.

Эта система должна обеспечивать достоверное выявление неисправных редукторов и оценку состояния их зубчатых зацеплений при минимальном числе оценочных параметров, а также возможность диагностирования как на роликовых стендах, которыми оснащены спецавтоцентры ВАЗа, так и при дорожных испытаниях. Кроме того, процесс диагностирования

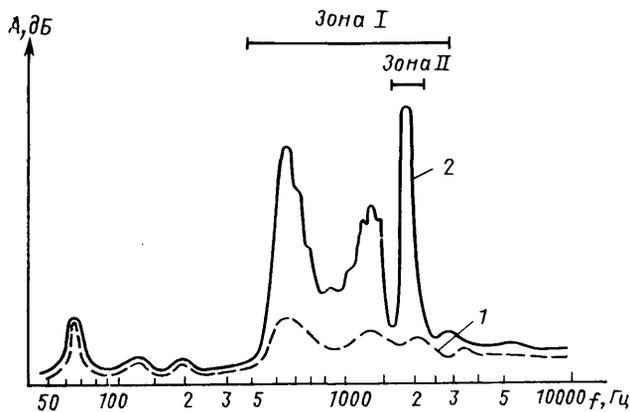


Рис. 1. Обобщенный спектр вибраций (A — уровень вибрации):
1 — исправные редукторы; 2 — неисправные редукторы

не должен быть чрезмерно трудоемким (быть высокопроизводительным), и не требовать сложного метрологического оборудования.

Анализ различных принципов диагностики показал, что этим требованиям больше всего удовлетворяет виброакустический принцип. Чтобы установить, какой из основанных на нем способов применить, т. е. измерить уровень вибраций или уровень шума, провели эксперимент. В его ходе выяснилось, что система акустических измерений диагностически менее чувствительна, чем система виброизмерений, и подвержена сильному акустическому влиянию других узлов автомобиля, а также внешних источников шума. Поэтому предпочтение было отдано системе виброизмерений.

Чтобы получить информационную основу для создания этой системы, провели массовые измерения виброускорений редукторов заднего моста автомобилей семейства ВАЗ. Делалось это во время испытаний на роликовом стенде автомобилей с 57 исправными и 59 с неисправными редукторами.

Исследования вели при различных режимах (скорости, нагрузке) работы автомобиля. Их методика и результаты приведены в работе [1], а обобщенный спектр вибраций редуктора заднего моста автомобилей ВАЗ показан на рис. 1.

Из этого рисунка видно, что частотный состав вибраций исправных и неисправных редукторов достаточно близок: основные частотные составляющие для скорости автомобиля, равной 95—105 км/ч (скорость, наиболее выгодная для диагностирования) лежат в полосе частот $f=500-3000$ Гц. Но в обоих случаях максимальные уровни виброускорений неисправных редукторов существенно выше, чем у исправных.

Таким образом, интенсивность вибраций в полосе частот 500—3000 Гц (диагностическая зона I) является основным диагностическим признаком, служащим для выявления неисправных редукторов.

В работе [1] приведены данные об избирательной чувствительности уровня вибраций третьей гармоники зубочной частоты главной передачи (1800—2400 Гц) в случаях значительных дефектов шестерен (задиры, большой износ зубьев, неравномерный зазор в зацеплении и т. д.). Поэтому уровень виброускорений в этой узкой полосе частот является дополнительным диагностическим признаком для оценки состояния зубчатого зацепления (диагностическая зона II).

При построении вибродиагностической системы был использован принцип интегральной оценки интенсивности вибраций в заданной полосе частот по среднему значению, представляющему собой устойчивую статистическую характеристику вибропроцесса [2]. Блок-схема этой системы и частотные характеристики аппаратуры, предназначенной для диагностики состояния редуктора при испытании автомобиля на роликовом стенде, показаны на рис. 2.

Аппаратура состоит из прибора общей оценки состояния редуктора (канал I) и прибора оценки состояния шестерен (канал II). В качестве виброприемника использован промышленный виброакселерометр АВС 034-04, жестко закрепленный на специальном магните. Виброприемник устанавливают в верхней части балки заднего моста на ровной площадке вблизи стравливающего клапана.

Сигнал с виброприемника проходит частотный фильтр (его полоса прозрачности по каналу I составляет 500—3000 Гц, а по каналу II — 1800—2400 Гц) и выпрямитель, после чего подается на стрелочный указатель и пороговое сигнальное устройство со световой индикацией, в котором заложены оценочные уровни сигналов, соответствующие двум классам со-

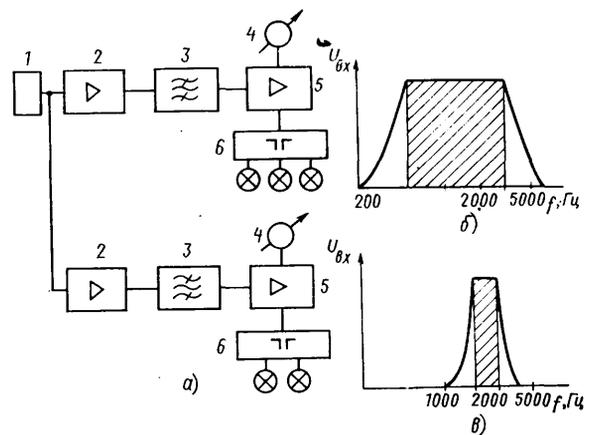


Рис. 2. Блок-схема (а) и частотные характеристики аппаратуры по каналу I (б) и каналу II (в):

1 — виброприемник; 2 — усилители; 3 — полосовые фильтры; 4 — стрелочные указатели; 5 — выходные усилители с детекторами; 6 — пороговые устройства со световыми индикаторами

стояния диагностируемого объекта — исправный и неисправный.

Для определения оценочных уровней были использованы результаты записи вибраций 57 исправных и 59 неисправных редукторов: воспроизведенные с магнитной ленты вибрации подавали на входы канала I (общей оценки состояния редуктора) и канала II (оценки состояния шестерен). Выходные сигналы фиксировали по стрелочному указателю каналов. Полученные массивы данных статистически обрабатывали и изображали в виде гистограмм (рис. 3).

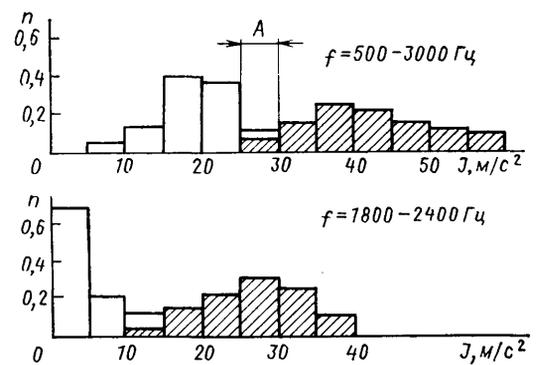


Рис. 3. Результаты статистической обработки данных: незаштрихованная часть — исправные редукторы; заштрихованная — неисправные редукторы (A — зона неопределенности, n — частота)

Из гистограмм следует, что по прибору общей оценки (канал I) разброс средних значений виброускорений J составляет: для исправных редукторов 25 м/с² и менее, для неисправных — более 30 м/с²; по прибору оценки состояния шестерен (канал II) J составляет: для исправных редукторов — менее 15 м/с², для неисправных — более 15 м/с².

Таким образом, если в процессе диагностирования редуктора окажется, что уровень его вибраций по каналу I менее 25 м/с², то он исправен, если выше 30 м/с², — неисправен. Если уровень вибраций по каналу общей оценки составляет 25—30 м/с², т. е. попал в зону неопределенности [3], то редуктор следует оценить по каналу II. Исследования показали, что у части редукторов, попавших в эту зону, наблюдаются развивающиеся дефекты зубчатого зацепления. Если окажется, что показания по каналу II менее 15 м/с², то редуктор исправен, если 15 м/с² — неисправен.

В приборе общей оценки предусмотрена световая индикация зеленого (З), желтого (Ж) и красного (К) цветов, в световом индикаторе прибора оценки шестерен — зеленого и красного. Виброускорения, при которых загорается тот или иной свет, и оценка состояния редуктора по световой индикации приведены в таблице.

Кроме того, для диагностики состояния редуктора при дорожных испытаниях разработан переносной диагностический прибор. Его блок-схема аналогична приведенной на рис. 2, но, т. к. прибор должен обеспечивать быстрое принятие решения водителем, в нем предусмотрен только канал общей оценки состояния редуктора, причем зона неопределенности отнесена

Виброускорения		Состояние редуктора
I канал	II канал	
З, 25 м/с ²	З, < 15 м/с ²	Исправен То же Неисправен То же >
Ж, 25—30 м/с ²	З, > 15 м/с ²	
Ж, 25—30 м/с ²	К, > 15 м/с ²	
К, 30 м/с ²	З, < 15 м/с ²	
К, 30 м/с ²	З, > 15 м/с ²	
К, 30 м/с ²	К, > 16 м/с ²	

к области исправных редукторов. В связи с этим на приборе уменьшено и число световых индикаторов — их осталось два: с зеленым и красным светофильтрами. Красный свет («редуктор неисправен») загорается при уровне вибрации, равном 30 м/с². Кроме световых индикаторов, установленных в корпусе прибора, есть еще выносной, который расположен в кабине автомобиля под зеркалом заднего вида.

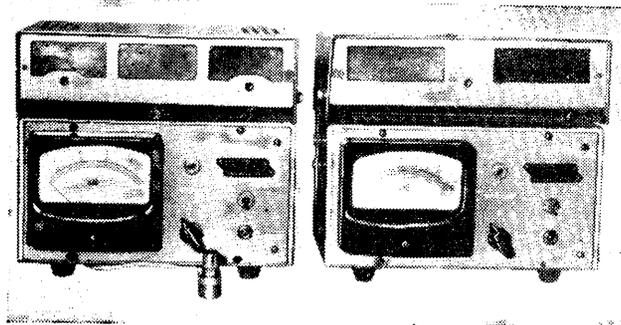


Рис. 5. Общий вид приборов для диагностики состояния редуктора при испытании автомобиля на роликовом стенде

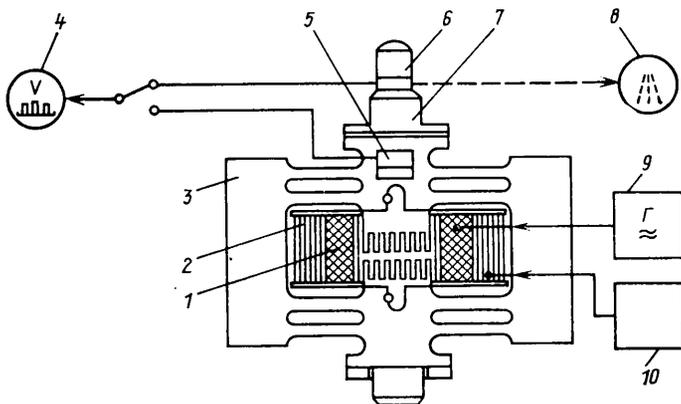


Рис. 4. Схема виброкалибратора:

1 — катушка возбуждения; 2 — катушка подмагничивания; 3 — рама вибратора; 4 — вольтметр; 5 — контрольный виброакселерометр; 6 — калибруемый виброприемник; 7 — магнит; 8 — диагностический прибор; 9 — генератор звуковой; 10 — источник подмагничивания

Для проверки и калибровки всей системы и отдельно виброприемника создан специальный высокочастотный виброкалибратор (рис. 4) — механический резонатор (контур с высокой добротностью). Возбуждение резонансных колебаний — электромагнитное, от звукового генератора. При калибровке виброприемник с магнитным креплением устанавливают на специальной площадке; рядом с ней крепится контрольный виброакселерометр АВС 036-03, по которому задаются контрольные уровни возбуждения с резонансной частотой калибратора. Сигнал с виброакселерометра измеряют вольтметром.

При сквозной калибровке диагностической системы сигнал с тарированного виброприемника подается на соответствующие диагностические приборы, у которых контролируют как показания стрелочных указателей, так и настройку световых индикаторов. При калибровке только одного виброприемника сигнал с него (после того как будет установлен контрольный уровень возбуждения) через переключатель подают на вольт-

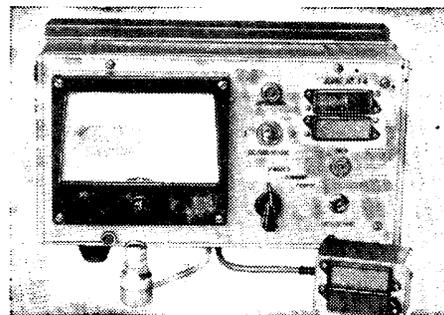


Рис. 6. Общий вид прибора для дорожных испытаний

метр и таким образом определяют коэффициент чувствительности виброприемника. Погрешность тарированного на калибраторе не превышает 5%; резонансная частота калибратора, на которой ведется тарирование, составляет 2000 Гц. Она попадает в полосу прозрачности фильтров обоих каналов системы и, таким образом, позволяет калибровать их по одному и тому же калибратору. Общий вид системы диагностирования редуктора при испытании автомобиля на роликовом стенде показан на рис. 5, а для дорожных испытаний — на рис. 6.

Опыт применения системы диагностирования в спецавтомобильных центрах ВАЗ подтвердил ее высокую эффективность: в результате, повысилась объективность оценки состояния редукторов, прекратились случаи необоснованного снятия исправных или поступления в дальнейшую эксплуатацию неисправных редукторов, появилась возможность инструментально контролировать качество их ремонта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Задачи диагностики и виброактивность главной передачи автомобилей ВАЗ* / Д. С. Еленевский, И. И. Ружинский, Р. С. Вшивцев и др. — Автомобильная промышленность, 1981, № 12, с. 16—17.
2. *Иорш О. И.* Виброметрия. М.: Машиностроение, 1963. 771 с.
3. *Биргер И. А.* Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1975, 238 с.

УДК 629.113.075

Управляемость автомобиля с задними управляемыми колесами

Канд. техн. наук Л. Л. ГИНЦБУРГ

НАМИ

ИЗВЕСТНО, что управлять автомобилем с задними управляемыми колесами намного сложнее, чем с управляемыми передними (из-за «рыскания», т.е. колебаний автомобиля относительно выбранного направления движения). Чтобы избежать этого, конструкторы всегда стремятся сделать управляемыми передние колеса (зачастую это ведет к усложнению схемы автомобиля и его рулевого управления). Однако такое удается не всегда. Например, избежать применения задних управляемых колес у такого транспортного средства, как автопогрузчик, просто нельзя. И с из-

«рысканием» приходится мириться, уменьшая его за счет ограничения скорости движения. Между тем, если механизм возникновения «рыскания» рассмотреть на основе принятой в работе [1] модели системы «автомобиль — водитель — дорога», то оказывается, что пути и средства борьбы с этими колебаниями есть.

Система «автомобиль — водитель — дорога» при движении автомобиля по прямой полосе является элементарной системой автоматического регулирования с обратной связью, осуществляемой через водителя (рис. 1, а). Возмущения (откло-

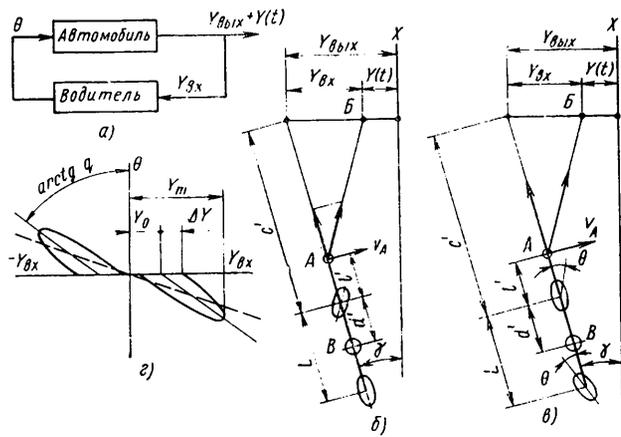


Рис. 1. Схемы управления направлением движения автомобиля: а — простейшая (основная) структурная схема системы «автомобиль — водитель — дорога»; б — схема управления автомобилем с передними управляемыми колесами; в — схема управления автомобилем с задними управляемыми колесами; г — характеристика водителя как регулятора системы

нения траектории от идеальной прямой линии) здесь можно рассматривать и как ошибки водителя в выборе направления движения, и как преднамеренное изменение траектории. Отсюда правомерен и обратный подход: как водитель должен поворачивать управляемые колеса, чтобы движение осуществлялось относительно траектории, форма которой определена функцией $Y(t)$, мало отличающейся от прямой линии.

На рис. 1, б, в изображены одноколейные схемы автомобиля соответственно с передними и задними управляемыми колесами в момент начала устранения возмущения, в результате которого автомобиль отклонился от намеченной водителем прямолинейной траектории. Предполагается, что оба автомобиля имеют «жесткие» в боковом направлении колеса, углы увода отсутствуют. Очевидно, водитель (его место — точка В) в этом случае будет стремиться вернуть управляемые колеса так, чтобы вектор скорости какой-либо принадлежащей автомобилю точки А (назовем ее опорой) в момент движения автомобиля был направлен в точку В (направляющую), отстоящую от намеченной водителем траектории на малую величину $Y(t)$. Отклонения продолжения продольной оси автомобиля $Y_{вых}$ от намеченной траектории за вычетом $Y(t)$ на некотором, выбранном расстоянии от передней оси, есть наблюдаемое водителем рассогласование $U_{вх}$. Его величина равна нулю, когда точки В, А и В находятся на одной линии (В—В) или в результате действий водителя займут это положение.

Нетрудно показать, что у автомобиля с передними управляемыми колесами скорость сближения v_A опорной точки А с линией В—В не зависит от места расположения водителя внутри базы автомобиля и при заданном повороте θ управляемых колес определяется только расстоянием между управляемой задней осью и опорной точкой. У автомобиля с задними управляемыми колесами эта скорость зависит от суммы расстояний от опорной точки А и от места расположения водителя до передней неуправляемой оси: чем меньше эта сумма, тем меньше v_A . В предельном случае, при расположении водителя у опорной точки над передней осью, $v_A=0$ независимо от величины θ . Вектор скорости опорной точки в этом случае будет направлен в точку В только тогда, когда продольная ось автомобиля пройдет через эту точку, т. е. $U_{вх}$ станет равным нулю. Если при этом $\theta \neq 0$, то даже при мгновенной реакции водителя уйдет некоторое время на возвращение управляемых колес в нейтральное положение. Однако за это время возникнет $U_{вх}$ противоположного знака, и для устранения этого отклонения водителю придется поворачивать управляемые колеса в другую сторону. Процесс будет повторяться, т. е. возникнут колебания относительно намеченной траектории движения.

Характеристика водителя как элемента обратной связи системы «автомобиль — водитель — дорога», определяющая функциональную связь между $U_{вх}$ и θ , приведена на рис. 1, г (U_m — максимальное за период отклонение $U_{вх}$; Y_0 — зона нечувствительности водителя; ΔY — запаздывание поворота управляемых колес относительно рассогласования $U_{вх}$, выраженное в единицах $U_{вх}$). Время реакции водителя Δt связано с запаздыванием ΔY выражением $\Delta t = (1/\omega) \arcsin Y_0/Y_m$, где ω — частота изменения $Y(t)$; а — коэффициент пропорциональности между $U_{вх}$ и θ в случае отсутствия запаз-

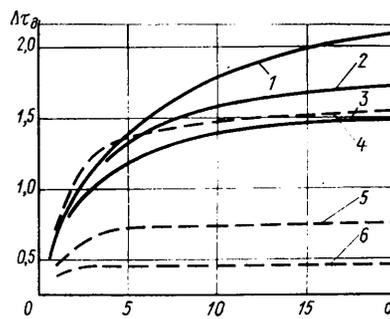


Рис. 2. Зависимость Δt_d от расстояния до направляющей точки (штриховая линия — автомобиль с задними управляемыми колесами; сплошная — автомобиль с передними управляемыми колесами):
 1 — $l=0,5$; 2 — $l=0,2$; 3 — $l=0$, $q_{пер} = c$; 4 — $l=0$, $d=1$, $q_{зад} = c$; 5 — $l=0,2$, $d=0,3$, $q_{зад} = (c-0,2)0,5$; 6 — $l=0$, $d=0,3$, $q_{зад} = 0,3c$

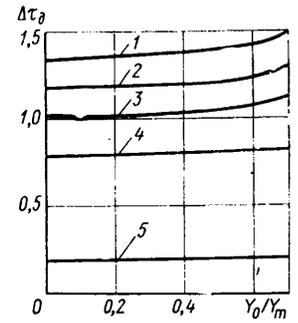


Рис. 3. Зависимость Δt_d от зоны нечувствительности водителя:
 1 — $q_{пер} = c=10$; 2 — $q_{пер} = c=5$; 3 — $q_{зад} = 0,3c$, $c=10$; 4 — $q_{зад} = 0,3c=1,5$, $c=5$; 5 — $q_{зад} = 0,03c=0,15$, $c=5$

дывания и зоны нечувствительности водителя. Для автомобиля с передними управляемыми колесами $q = (c-l)(l+1)$, а для автомобиля с задними управляемыми колесами $q = (c-l)(l+q)$, где $c = c'/l$; $d = d'/l$; $l = l'/l$ (рис. 1).

Водитель как самонастраивающийся элемент системы «автомобиль — водитель — дорога» может в определенных пределах изменять и время реакции, и зону нечувствительности. С чем большим временем в заданных конкретных условиях движения на автомобиле с заданными параметрами он может реагировать на отклонения, тем меньше внимание он может уделять управлению, тем, следовательно, проще ему вести автомобиль. С другой стороны, как известно из теории автоматического регулирования, чем больше время реакции самого водителя, тем больше склонность всей системы к колебаниям относительно намеченной траектории («рысканью»). Поэтому предельное допустимое по колебаниям время Δt_d запаздывания водителя может служить оценочным параметром склонности автомобиля к «рысканью» при данной ширине полосы движения. Наличие зоны нечувствительности в системе несколько увеличивает Δt_d , но расширяет необходимую для движения полосу.

Расчет допустимого времени реакции выполнен методом обратных фазочастотных характеристик [2]. Предварительно была линеаризована характеристика водителя методом гармонического баланса [2]. Результаты расчета показаны на рис. 2 и 3 в виде зависимости $\Delta t_d = \Delta t_0/L$ (безразмерного допустимого запаздывания водителя, которое выражено в единицах пройденного пути, отнесенного к базе автомобиля) от расстояния до направляющей точки c и от зоны нечувствительности Y_0 . Расчет велся в предположении, что углы γ и θ (рис. 1) малы, их косинусы равны единице, а синусы и тангенсы — самим углам.

Анализ рис. 2 показывает, что при обычных компоновках автомобиля с передними управляемыми колесами ($q=c$, $l=c$) и задними управляемыми колесами ($l=0$, $d=0,3$, $q=0,3c$) допустимое время Δt_d у первого автомобиля приблизительно в 4 раза больше, чем у второго. Вынос опорной точки (возрастание l) увеличивает Δt_d у автомобиля с задними управляемыми колесами в большей степени, чем у автомобиля с передними управляемыми колесами. При расположении водителя в автомобиле с задними управляемыми колесами над задними управляемыми колесами ($d=1$, $q=1$) Δt_d несколько больше, чем у автомобиля с передними управляемыми колесами.

Из рис. 3 видно, что при увеличении относительной зоны нечувствительности Y_0/Y_m до 0,5—0,6, допустимое время реакции водителя Δt_d возрастает незначительно. Дальнейшее же расширение этой зоны сказывается на Δt_d более заметно.

Расчет показал также, что с ростом Y_0/Y_m потребная ширина полосы движения увеличивается у автомобилей как с передними, так и с задними управляемыми колесами, причем практически пропорционально ширине зоны нечувствительности. Показал он и то, что в случае, когда $q_{пер} = q_{зад}$, ширина полосы движения по передней оси у автомобилей с передними управляемыми колесами равна ширине полосы движения у автомобилей с задними управляемыми колесами по задней оси. С уменьшением $q_{зад}$ ширина полосы движения у автомобиля с задними управляемыми колесами увеличивается, но незначительно.

Таким образом, физической причиной «рысканья» автомобилей с задними управляемыми колесами является необходимость более резко, чем на автомобилях с передними управляемыми колесами, реагировать поворотами управляемых колес на отклонение вектора скорости от намеченного направления движения. С точки зрения теории автоматического регулирования это значит, что при управлении транспортным средством с задними управляемыми колесами коэффициент усиления $1/q$ обратной связи (через водителя) в первом случае существенно больше, чем во втором. И он тем больше, чем меньше расстояние между точками *A* и *B*. Если же это расстояние (при расположении водителя над задними колесами) равно длине базы, коэффициенты усиления обоих транспортных средств становятся одинаковыми. Допустимое по устойчивости (отсутствию «рысканья») время реакции водителя у транспортного средства с задними управляемыми колесами при расположении водителя внутри базы меньше, чем у транспортного средства с передними управляемыми колесами.

Учитывая сказанное, можно сделать вывод: устойчивость управляемого движения транспортного средства с задними управляемыми колесами можно изменить, меняя месторасположение водителя и опорной точки по длине базы этого средства.

Например, чтобы на автомобиле с задними управляемыми колесами обеспечить устойчивость управляемого движения, равную устойчивости автомобиля с передними управляемыми колесами, водителя следует располагать над задними управляемыми колесами. Если это невозможно и место водителя komponуется внутри базы автомобиля или над его передней неуравляемой осью, необходимо предусмотреть вынесенный вперед, за переднюю ось, специальный ориентир, который мог бы служить опорной точкой для водителя — так, чтобы во время движения водитель мог следить за направлением вектора скорости этой точки. Если расстояние между водителем и опорной точкой будет равно базе автомобиля, склонность последнего к колебаниям будет не больше, чем у автомобиля с передними управляемыми колесами. При расположении водителя перед передней неуравляемой осью устойчивость управляемого движения будет тем лучше, чем больше расстояние от водителя до этой оси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гинцбург Л. Л. Устойчивость управляемого движения автомобиля относительно траектории. — Автомобильная промышленность, 1977, № 9, с. 27—31.
2. Айзерман М. А. Теория автоматического регулирования. М.: Наука, 1966. 427 с.

УДК 629.114.42.011.63

Задний борт кузова автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-53Б

М. А. КОРНИЛОВ

Завод по производству автосамосвалов, г. Саранск

В КОНСТРУКЦИЮ заднего борта автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-53Б, выпускаемого Заводом по производству автосамосвалов (г. Саранск), с целью приближения технико-эксплуатационных показателей автомобиля-самосвала к требованиям сельскохозяйственного производства за последнее время внесен ряд изменений.

Так, в настоящее время основной задний борт может поворачиваться вокруг верхних и вокруг нижних горизонтальных шарниров, имеет запоры, действующие на нижние шарниры, а также устройство для фиксации его под днищем кузова после поворота на угол 220—230°. Над основным бортом установлены два надставных решетчатых борта, каждый из которых может поворачиваться на вертикальных шарнирах и фиксироваться на 240—260° от транспортного положения. Надставные борта в транспортном положении смещены вперед относительно основного борта таким образом, что позволяют поворачиваться последнему на верхних шарнирах на угол 140—160°. Чтобы при движении автомобиля надставные борта не перемещались относительно друг друга, предусмотрены специальные устройства (рис. 1): перемещению бортов внутрь кузова препятствуют вертикальные площадки соединителей 9—11 и петли 3 и 6, наружу — ограничительные стойки 8 и основной борт 1, вниз — горизонтальные площадки

соединителей 9—11. Основной и надставные борта шарнирно размещены на угловых стойках 2 кузова.

Перед разгрузкой легковесных грузов типа силоса, сенажа и т. п. задний выгрузной проем полностью освобождается, и основной борт фиксируется под днищем кузова при помощи цепей, надставные — при помощи быстросъемных пальцев верхних шарниров 4 вдоль боковых надставных бортов. Перед разгрузкой тяжеловесных грузов типа песка, зерна и т. п. достаточно расфиксировать при помощи запоров 13 нижние шарниры 14, что позволит осуществить разгрузку даже при невыведенных из транспортного положения надставных бортов 7 и 12.

Новая конструкция заднего борта позволяет:

выполнять заднюю разгрузку легковесных грузов при откинута на нижних шарнирах под днище кузова на угол свыше 180° и зафиксированном в этом положении основном борте и выведенных из зоны разгрузки на угол свыше 180° надставных бортов, т. е. при полностью освобожденном выгрузном проеме и отсутствии нежелательного взаимодействия бортов со сваливаемым грузом;

выполнять заднюю разгрузку тяжеловесных грузов при повороте заднего основного борта на верхних шарнирах 5 на угол 140—160° и не выведенных из транспортного положения задних надставных бортов;

превращать новый задний борт в традиционный для этого достаточно снять надставные задние борта;

устанавливать основной борт в горизонтальное положение (для перевозки длинномерных грузов с фиксацией его теми же цепями, которые используются для фиксации под днищем кузова. Помимо этого не требуется, как в других моделях отечественных автосамосвалов, в процессе эксплуатации хранить и по мере надобности (при переходе с одного вида перевозимых грузов на другой) заменять основной (металлический) борт дополнительным (решетчатым или сетчатым) и наоборот; не требуется также снимать надставные борта при перевозке тяжеловесных грузов, поскольку разгрузка последних достаточно эффективна даже при наличии находящихся в транспортном положении надставных задних бортов, исключать затраты времени на запирающие и отпирающие надставных бортов, поскольку этот процесс при помощи жестких соединителей осуществляется одновременно с их поворотом.

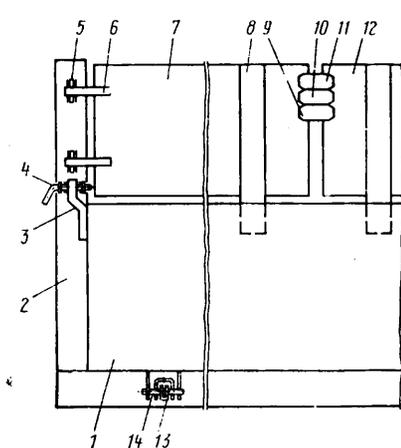


Рис. 1

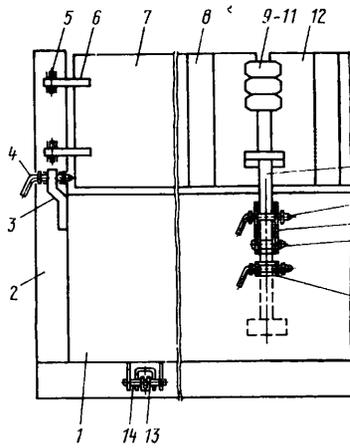


Рис. 2

Новая конструкция заднего борта обладает еще двумя весьма существенными достоинствами. Во-первых, она менее металлоемка, чем в случаях, когда низкий задний борт заменяют высоким. Во-вторых, в ней применена достаточно эффективная и вместе с тем недорогая система фиксации надставных бортов в открытом положении.

Работа по совершенствованию заднего борта автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-53Б продолжается. В частности, сейчас разработана конструкция (рис. 2), обеспечивающая независимое открывание заднего основного и задних надставных бортов. Здесь ограничительные стойки 8 укорочены, а их функции переданы откидному рычагу 15, закрепленному при помощи шарнира 16 на кронштейне 17 основного борта.

В транспортном положении рычаг 15 фиксируют быстроразъемным пальцем 18, вставляемым в отверстия кронштейна

17, а в откинутом положении — тем же пальцем, вставляемым в отверстия дополнительного кронштейна 19.

Для обеспечения поворота основного борта 1 на верхних шарнирах при наличии бортов 7 и 12 верхняя часть откидного рычага 15 выполнена в виде дуги окружности, центр которой расположен соосно с верхними шарнирами 4. Для обеспечения поворота бортов 7 и 12 из транспортного положения при не выведенном из него основном борте 1 необходимо выпнуть быстроразъемный палец 18, откинуть откидной рычаг 15, после чего повернуть борта 3 и 12 и при необходимости зафиксировать.

С целью уменьшения уровня шума и повышения долговечности конструкции сопряжение рычага 15 с бортами 7 и 12 осуществляется с некоторым натягом (таким же, как в сопряжении ограничительных стоек надставных бортов с основным бортом 1).

УДК 629.113-598

Противоблокировочная система длиннобазного трехосного автомобиля

Канд. техн. наук С. И. ЛОМАКА, В. В. ТАБОЛИН, И. Ф. БОБРОВНИК, Е. М. ГЕЦОВИЧ

Кременчугское объединение по производству большегрузных автомобилей, Харьковский автомобильно-дорожный институт им. Комсомола Украины

ОДНИМ из факторов, сдерживающих внедрение противоблокировочных систем (ПБС) является сравнительно высокая их стоимость. Существенное влияние на нее оказывают не только конструктивная схема, технология изготовления, массовость или серийность производства, но и схема компоновки на автомобиле. Именно поэтому наибольшее распространение в последнее время получила схема с совместным управлением колесами каждой оси: она требует меньшего, чем схема с раздельным управлением, числа модуляторов давления в тормозном приводе и электронных блоков управления. Однако стоимость и этой схемы установки ПБС достигает 5—7% стоимости двухосного автомобиля. Что же касается многоосного автомобиля, то здесь вопрос о снижении стоимости является одним из главных на пути широкого внедрения ПБС.

Один из реальных путей его решения — уменьшение числа комплектов ПБС на автомобиле за счет совместного управления торможением колес средней и задней осей и, следовательно, оборудование датчиками динамического состояния только одной из осей, например, задней. Дело в том, что наличие балансирной подвески обеспечивает незначительное перераспределение вертикальных нагрузок между колесами средней и задней осей, что, естественно, позволяет предположить идентичность условий торможения этих колес и, как следствие, возможность совместного управления торможением колес средней и задней осей без существенного изменения выходных показателей процесса торможения автомобиля.

Чтобы проверить правильность этого предположения, специалисты Харьковского автомобильно-дорожного института и Кременчугского объединения по производству большегрузных автомобилей исследовали процесс торможения автомобиля КрАЗ-257Б1 при пульсирующем давлении в тормозном приводе и включенной ПБС (рис. 1).

Исследования показали, что при одновременном затормаживании колес средней и задней осей автомобиля, движущегося по сухому асфальту со скоростью 60 км/ч, разновременность их блокирования не превышает 0,1 с и убывает по мере снижения скорости движения. При одновременном растормаживании на той же скорости время разблокирования колес средней оси оказывается на 0,06 с меньше, чем задней, и убывает по мере снижения скорости движения. При снижении коэффициента сцепления колес с дорогой разновременность блокирования (и разблокирования) становится еще менее заметной (из-за снижения продольной силы инерции, создающей перераспределение сцепной массы по осям автомобиля).

По сравнению с общим временем блокирования и разблокирования колес, 0,1 и 0,06 — очень незначительное время, следовательно предположение о том, что условия торможения колес средней и задней осей длиннобазного автомобиля близки и что возможно совместное управление торможением колес обеих осей, можно считать доказанным.

При создании системы совместного управления торможением возникает также вопрос о выборе оси, колеса которой целесообразно оборудовать датчиками динамического состояния. Чтобы получить на него ответ, провели испытания ПБС двух типов на том же автомобиле КрАЗ-257Б1. Первая конструкция ПБС управляла процессом торможения в зависимости от угловых ускорений (замедлений) колес, вторая

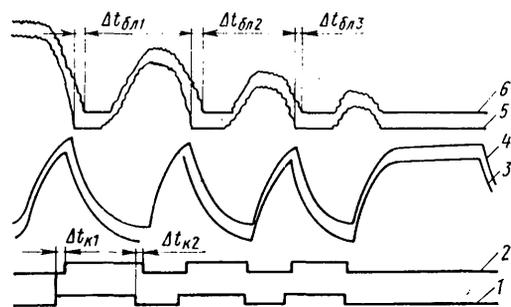


Рис. 1. Оциллограмма процесса торможения при пульсирующем подведении давления в тормозном приводе ($t_{бл}$ — время блокирования колес; $t_{рб}$ — время разблокирования колес): 1 — командный сигнал; 2 — давление в тормозном приводе задней оси; 3 — то же, средней оси; 4 — угловая скорость колес задней оси; 5 — то же, средней оси

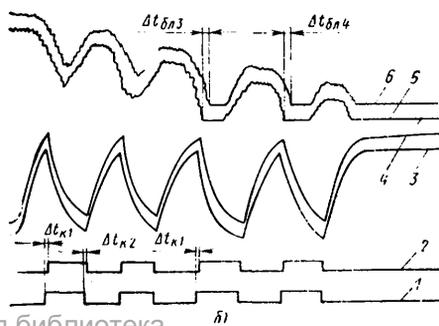


Рис. 2. Оциллограмма процесса торможения с ПБС конструкции двух типов: 1 — командный сигнал ПБС задней оси; 2 — то же, средней оси; 3 — давление в тормозном приводе задней оси; 4 — то же, средней оси; 5 — угловая скорость колес задней оси; 6 — то же, средней оси

работала по иному принципу (рис. 2, а, б) — от их угловой скорости. Датчики устанавливали на одну и ту же ось.

Как оказалось, первая из ПБС полностью блокировала колеса обеих осей в большинстве циклов своей работы, вторая — во всех циклах. (рис. 2) В фазе — растормаживания в обоих случаях наблюдалось чрезмерное растормаживание колес. И то, и другое связано с запаздыванием командного сигнала t_k (соответственно на растормаживание или повторное затормаживание).

На втором этапе испытаний датчики поочередно устанавливали на заднюю и среднюю оси. Испытания вели при различных нагрузках на задние оси, состояниях дорожного покрытия и траекториях движения автомобиля. Выявилось, что в обеих ПБС командные сигналы на растормаживание и затормаживание к модулятору давления задней оси поступают раньше, чем к модулятору средней оси. Следовательно, при совместном управлении торможением датчики нужно устанавливать на колесах задней оси. Это обеспечит опережение подачи командных сигналов к модулятору давления

средней оси, что снизит время пребывания колес этой оси в заблокированном состоянии и исключит их чрезмерное растормаживание.

Осевая неравномерность действия тормозных механизмов незначительно влияет на очередность блокирования колес осей и степень запаздывания командных сигналов, а зазоры в тормозных механизмах — существенно. Причем при изменении зазоров даже в пределах, регламентируемых заводом-изготовителем, время срабатывания тормоза изменяется на 10—15%.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать ряд практических выводов. Во-первых, о том, что местное управление торможением колес средней и задней осей — задача вполне реальная, т. е. оно возможно. Во-вторых, что датчиками динамического состояния в этом случае целесообразно оборудовать только колеса задней оси: такая схема не только снизит стоимость комплекта ПБС для трехосного автомобиля, но и несколько повысит качество регулирования процесса торможения колес средней оси.



Основные направления развития технологии автомобилестроения в XI пятилетке

Канд. техн. наук А. В. БУТУЗОВ

Минавтопром

3 А ПОСЛЕДНИЕ годы учеными и инженерами автомобильной промышленности проведены определенные работы по созданию перспективных конструкций автомобилей, прицепов, мото- и велотехники, подшипников и другой выпускаемой отраслью продукции. Все заводы отрасли разработали новые или модернизировали ранее выпускавшиеся изделия, повысили уровень их надежности и долговечности.

За годы последних пятилеток объем выпуска продукции возрос более чем в 4 раза, а численность работающих — лишь в 2 раза. Это достигнуто за счет улучшения организации производства, коренного совершенствования технологических процессов и резкого повышения уровня автоматизации. Число действующих в отрасли автоматических линий к началу 1981 г. достигло 3500, причем 320 из них эксплуатируются в заготовительном производстве. Доля автоматов и полуавтоматов в станочном парке достигла 50%, протяженность конвейеров превысила 1500 км.

Приведенные данные подтверждают результативность действующих в отрасли программ развития технического прогресса. Вместе с тем в условиях ограниченных капитальных вложений, резкого сокращения импорта, известных демографических трудностей, жесткого лимита на металл и энергетические ресурсы работа по выявлению и реализации резервов производства, как этого требуют решения XXVI съезда КПСС, должна вестись на более высоком организационном, научном и экономическом уровне и определяться необходимостью максималь-

ной концентрации научных и инженерных сил на решении задач, которые уже в XI пятилетке дадут ощутимый народнохозяйственный эффект по важнейшим технико-экономическим показателям.

Техническими службами Минавтопрома и институтами отрасли разработана широкая программа по внедрению уже разработанных прогрессивных процессов и оборудования, а также по созданию новых для дальнейшего совершенствования производства.

Значительное место в планах развития научно-технического прогресса в отрасли отведено совершенствованию заготовительных производств — эта проблема продолжает оставаться наиболее актуальной как с точки зрения экономии металла, энергетических и трудовых ресурсов, так и улучшения этих показателей в механообрабатывающих цехах.

Повышение надежности и долговечности продукции отрасли ведется в направлении совершенствования термической обработки деталей, нанесения на их поверхности износостойких покрытий, использования энергии лазера для закалки особо ответственных деталей автомобилей, оборудования и оснастки, применения средств активного контроля, прогрессивного испытательного оборудования.

С целью сокращения потерь всех видов энергии, потребляемой для технологических целей, основными направлениями предусмотрено: расширение применения высокочастотного нагрева вместо пламенного, оптимизация режимов термообработки, замена гидравлических приводов электромеханическими.

За годы XI пятилетки планируется продолжить работы по созданию автоматических формовочных

линий, в том числе с опоками размерами 1100×750 и 1500×1100 мм, разработанных НИИТавтопром, ЗИЛом и ВАЗом. Проектная производительность каждой такой линии соответственно — 240 и 200 форм в 1 ч.

Первая линия (для меньших опок) уже изготовлена Опытным заводом НИИЛИТавтопрома (г. Минск), вторая (для больших опок) изготавливается ЗИЛом.

Однако все ныне действующие литейные конвейеры переоснастить автоматическими линиями в ближайшие годы нет возможности, так как это требует проведения крупных строительных работ с длительной остановкой производства. Поэтому для перевооружения этих конвейеров запланирована разработка универсальных автоматизированных линий, монтаж которых не потребует капитального изменения существующих трасс и фундаментов уже эксплуатируемого оборудования.

Почти в 2 раза увеличится производство литых заготовок на безопочных линиях, изготавливаемых ВАЗом. Кроме линий для форм размерами 500×600 мм, практика применения которых показывает, что каждая из них высвобождает 20—25 рабочих и значительно облегчает труд обслуживающего персонала, планируется освоить также производство линий для получения форм размерами 800×600 мм.

В числе важнейших работ XI пятилетки предусмотрено создание безопочных линий для изготовления форм размерами 1100×900 мм с горизонтальным разъемом. Их применение позволит резко расширить номенклатуру заготовок, отливаемых без опок, т. е. освободить производство от изготовления или покупки дорогостоящих опок, упростить линии за счет ликвидации систем возврата опок. Предполагается, что в отрасли в безопочных формах может производиться не менее 250 тыс. т отливок.

Несмотря на то, что объемы изготовления стержней современными способами увеличиваются, свыше 50% их количества все еще получают по старой технологии. В связи с этим в XI пятилетке планируется внедрить в производство не менее 300 автоматов и полуавтоматов для изготовления стержней с отверждением в оснастке. Более половины оборудования для этих целей будет изготовлено силами станкостроения отрасли.

Выполнение намеченной программы позволит резко снизить трудоемкость производства стержней и создаст предпосылки для полной ликвидации ручного труда.

В 1982 г. на Ирбитском мотоциклетном заводе должна быть внедрена первая автоматическая линия для изготовления выжигаемых пенополистироловых моделей вместо выплавляемых. Применение пенополистирола почти в 3 раза сократит трудоемкость производства точных отливок. Кроме того, таким методом можно отливать заготовки массой до 2 кг. По предварительным расчетам, новый процесс позволит расширить номенклатуру точных отливок и увеличить объем их производства не менее чем на 20 тыс. т.

В XI пятилетке планируется также внедрить не менее десяти линий точного литья в сухих многогнездных формах. При этом процессе, как и при литье по выплавляемым моделям, в качестве шихты будут использоваться отходы кузнечно-прессового производства. Новый процесс легко автоматизиру-

ется. Его простота и экономичность очевидны, поэтому этот вид точного литья в ближайшие годы найдет широкое применение в массовом производстве.

Программа научно-технического прогресса предусматривает также увеличение более чем в 2 раза выпуска заготовок из высокопрочного чугуна. Освоение литья новой номенклатуры заготовок из этого прогрессивного материала будет проводиться в сочетании с исследованиями его обрабатываемости, чтобы свести к минимуму потери производительности в механических цехах.

Несмотря на то, что имеются достаточно производительные средства для выполнения финишных операций литейного производства, на участках обрубки и очистки отливок во многих литейных цехах отрасли еще преобладает ручной труд. С целью устранения этого недостатка запланировано внедрить более 200 автоматов и полуавтоматов. В основном это оборудование будет изготавливаться по разработкам НИИЛИТавтопрома на заводах отрасли.

Значительные работы намечается провести по совершенствованию производства цветного литья. Силами отраслевого станкостроения будут изготавливаться многопозиционные кокильные машины для отливок заготовок типа головок блоков цилиндров, карусельные кокильные автоматы для отливки поршней и другое прогрессивное оборудование. Будут также продолжены работы по расширению применения машин для литья из цветных сплавов под низким давлением, заготовок колес типа реакторных, гидромеханических коробок передач и других сложных деталей.

В целях дальнейшего совершенствования процессов цветного литья будут проведены работы по автоматизации всего цикла литья под давлением и в том числе с применением роботов.

НИИТавтопром изготовлена для ГАЗа первая отечественная машина для жидкой штамповки арматурных деталей из сплавов на основе меди, практически без отходов этого дефицитного металла.

В содружестве с НРБ будут продолжены работы по созданию промышленной технологии и оборудования для отливки особо ответственных деталей методом противодавления.

Совершенствование кузнечного производства предусмотрено осуществить за счет:

внедрения в производство комплексно-автоматизированных линий для штамповки крупных деталей, в том числе коленчатого вала и балки передней оси автомобиля ЗИЛ;

внедрения высокопроизводительных горячештамповочных автоматов для деталей типа колец, фланцев, заготовок цилиндрических шестерен;

внедрения более 20 станов поперечно-клиновой и винтовой прокатки для изготовления с минимальными отходами ступенчатых валов, полуосей и других стержневых деталей;

замены пламенных печей установки индукционного нагрева;

расширения объемов штамповки конических шестерен еще на 20 тыс. т, что вместе с ранее внедренным объемом составит 90% выпуска прямозубых конических шестерен.

Объемы производства ведомых спирально-конических колес грузовых автомобилей, изготавливаемых накаткой, увеличатся более чем в 4 раза.

Одно из ведущих мест среди прогрессивных на-

правлений займет технология изготовления сложных заготовок штампово-сварным методом с применением изготавливаемых в отрасли машин сварки трением. Намечено увеличить объемы производства деталей холодным выдавливанием до 130 тыс. т с экономией 30—35 тыс. т проката. Производство деталей из порошковых материалов увеличится более чем в 2 раза.

В листоштамповочном производстве основной задачей является увеличение (более чем в 2 раза) применения рулонного проката, оснащение не менее 2500 прессов средствами механизации и автоматизации. Еще более 100 прессов должны войти в состав автоматических линий. Существенная роль в улучшении работы листо-штамповочного производства принадлежит станкостроению отрасли, по планам которого в XI пятилетке должно быть изготовлено по лицензии фирмы Аида на ГАЗе, МАЗе, КАЗе, Саранском заводе технологического оборудования и КамАЗе не менее 1600 прессов усилием 1000—20000 кН с системами автоматизации.

В области термической обработки в 1981—1985 гг. планируется широкое внедрение систем автоматического регулирования состава атмосфер при помощи приборов, серийно изготавливаемых на Луцком автозаводе.

За этот период должен получить распространение процесс кратковременного газового азотирования основных деталей двигателей и прежде всего — дизелей.

Для интенсификации термической обработки и снижения затрат энергии будут продолжены работы по созданию для массового производства промышленной технологии вакуумной термообработки, а также по применению синтетических атмосфер, получаемых смешиванием азота (основа) с кислородом и углеродсодержащими добавками.

Особое место среди новых методов термической обработки в ближайшие годы должны занять лазерная и электронно-лучевая закалка, экономичность которых обеспечивается локальным нагревом рабочих поверхностей с высокой скоростью и возможность включения лазерного оборудования в автоматизированные и поточные линии.

Для повышения производительности труда и сокращения рабочих мест в механообрабатывающем производстве будут продолжены работы по автоматизации, вводу новых автоматических линий, агрегатных станков и станков с ЧПУ, изготавливаемых предприятиями Минстанкопрома и Минавтопрома, а также приобретаемых в социалистических странах. Намечена программа по модернизации не менее 5000 металлорежущих специальных станков с целью превращения их в полуавтоматы.

Перед исследователями и производственниками, работающими в области механической обработки, поставлена задача: повысить интенсификацию обработки за счет применения более совершенных инструментальных материалов, новых СОЖ, оптимизации режимов резания, а также расширения применения скоростного и силового шлифования — в том числе путем замены лезвийного инструмента на профильный. При этом большое внимание уделяется повышению качества продукции за счет оснащения рабочих мест современной измерительной техникой (прежде всего средствами активного контроля), организации постов послеоперационного контроля готовых деталей, оснащения производства стендами и

На многих заводах должна быть усовершенствована операционная обработка деталей — мойка и очистка. При проектировании механообрабатывающих цехов следует иметь в виду, что количество моечного и очистного оборудования в современных цехах достигает 30% по отношению к обрабатываемому.

Одной из главных задач дальнейшего совершенствования механообрабатывающего производства является создание гибких переналаживаемых автоматических линий, которые позволят конструкторам основных объектов вносить изменения в детали автомобиля без опасения, что это повлечет за собой длительные остановки оборудования или его замену. Будут также проводиться работы по созданию автоматических линий для обработки однотипных групп деталей на заводах, годовая программа которых не превышает 30—40 тыс. изделий. }

Основным направлением работы по совершенствованию сварочного производства предусматривается оснащение его переналаживаемым оборудованием, сочетающим высокий уровень автоматизации с гибкостью линий, исключающей их замену при переходе на новую модель изделия. Это может и должно быть обеспечено широким внедрением в производство сварочных машин, переналадка которых на новое изделие осуществлялась бы так же просто, как меняется штамповая оснастка в современных прессах. Одной из крупных задач является внедрение в сварочное производство промышленных роботов, которые должны заменить людей на пока еще многочисленных ручных работах по доварке кузовов, кабин, бортов, прицепов и автомобилей-самосвалов.

В числе перспективных разработок в XI пятилетке особое место будет уделено процессам упрочняющей обработки инструмента, деталей автомобилей, оборудования и оснастки, а также восстановлению дорогостоящих деталей методами наплавки и напыления износостойких материалов.

За годы пятилетки планируется внедрить 150 установок «Пуск», создать не менее 50 участков упрочняющей и восстанавливающей обработки. Наряду с широким внедрением уже освоенных методов и процессов упрочняющей обработки будут продолжены поисковые работы по расширению применения этой высокоэффективной технологии в производстве.

Большое внимание будет уделено внедрению роботов и манипуляторов с целью замены людей на самых трудных и опасных участках работы — в окрасочном, листоштамповочном, кузнечном, литейном и сварочном производствах.

Наряду с мероприятиями, направленными на экономии материальных ресурсов, планируется осуществить комплекс работ по использованию отходов производства, в том числе регенерации отработанных формовочных смесей, более эффективному использованию стружки, переработке и вторичному использованию отходов краски.

Для улучшения экологических показателей будут проведены работы по оснащению окрасочных камер устройствами для дожигания паров растворителя, оснащения гальванических производств средствами очистки, гарантирующими полную безвредность отходов, внедрение устройств очистки отходящих газов плавильного оборудования и т. д.

В целях качественного и эффективного выполнения намеченной программы по каждому включенно-

му в нее мероприятию определено время и объем реализации, утверждены конкретные руководители каждого направления и темы в ведущих институтах и на предприятиях отрасли.

Исходя из первичных задач реализации программ по ускорению научно-технического прогресса, в отрасли будут уточняться планы опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, номенклатура, объемы выпуска и потребители оборудования в рамках собственного станкостроения, а также организационная сторона. К этой работе будут привлечены академические и учебные институты страны, эффективность сотрудничества с которыми убедительно подтверждается опытом Московского автозавода им. Лихачева.

Как показала практика, сотрудничество с академическими институтами и смежными отраслями особенно результативно при проработке возможности применения в массовом производстве лазерной, электронно-лучевой сварки, низкотемпературных ионно-вакуумных покрытий, роботизированных участков с управлением ЭВМ, гибких переналаживаемых автоматических линий на базе универсальных

полуавтоматов и транспортных манипуляторов, создания систем автоматического проектирования, промышленного применения высокоэнергетических процессов для пластической деформации и соединения деталей, клеевых соединений, долгодействующих СОЖ, композиционных материалов и всего того, что позволит качественно изменить традиционные методы обработки и повысить технико-экономические показатели производства.

Выполнение разработанной программы развития технического прогресса автомобилестроения, несомненно, обеспечит значительную экономию металлов, энергетических и трудовых ресурсов. Однако успешно решить эту сложную задачу можно лишь при четкой организации и гибкой координации работы институтов (прежде всего — головных), инженерных служб предприятий и технических служб Минавтопрома в плане обеспечения как материальными, так и финансовыми ресурсами. Дело реализации мероприятий, намеченных в XI пятилетке, должно стать главным делом всех научных и производственных коллективов отрасли.

УДК 621.787.015

Качество поверхностного слоя деталей после обработки размерным совмещенным обкатыванием

Кандидаты техн. наук В. М. СМЕЛЯНСКИЙ, В. Ю. БЛЮМЕНШТЕЙН

Московский автомеханический институт

ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ влияния технологических факторов размерного совмещенного обкатывания (PCO) на упрочнение поверхностного слоя, его микроструктуру и шероховатость были проведены специальные экспериментальные исследования на двухроликковой накатной установке [1] конструкции МАМИ.

Заготовками служили гладкие цилиндрические валы длиной 350 мм. Исходная (перед накатыванием) погрешность заготовок в поперечном и продольном направлениях не превышала $\pm 0,02$ мм, шероховатость поверхности — 10—20 мкм.

В ходе исследования проверялось, как влияют на качество поверхностного слоя такие технологические факторы, как действительный натяг h_d , зазор между резцом и заготовкой a , подача S_0 , профильный радиус ролика $R_{пр}$, шероховатость поверхности заготовки и твердость ее материала. Скорость не изменяли, так как она слабо влияет на параметры процесса.

Степень упрочнения оценивалась в меридиональных сечениях образцов при помощи прибора типа «ТП» при нагрузке 49Н, шероховатость поверхности — по профилограммам, записанным прибором «Калибр-201» и обработанным на ЭВМ. Это позволило рассчитать не только параметры шероховатости, соответствующие ГОСТ 2789—73, но и ряд нестандартных, однако влияющих на эксплуатационные свойства деталей. Геометрические параметры очага деформации также определяли по профилограммам. Условия проведения однофакторных экспериментов приведены ниже.

Факторы	Интервалы изменения факторов
Натяг h_d , мм	0,08—1,0
Зазор a , мм	0—0,18
Подача S_0 (на два ролика), мм/об	0,04—1,4
Профильный радиус роликов $R_{пр}$, мм	3—10
Шероховатость поверхности заготовки Rz , мкм	8,1—141,6
Твердость HV образцов из:	
Ст.3	115—120
стали 20	135—140
стали X18H10T	137—142
стали 45	160—180
стали 45 (улучшенной)	230—235
стали ШХ15	345—355

Влияние технологических факторов на среднее арифметическое отклонение профиля поверхности R_a и средний шаг не-

ровностей профиля S_m при обработке по первой [2] схеме PCO показано на рис. 1.

Как видно из рисунка, основное влияние на шероховатость поверхности детали оказывают натяг, подача и профильный радиус ролика.

С увеличением расчетного натяга h_p шероховатость поверхности увеличивается, что, на первый взгляд, противоречит фактам, наблюдаемым при обычном обкатывании: увеличение силы обкатывания или натяга приводит к уменьшению шероховатости поверхности обкатанной детали (штриховая кривая на рис. 1). Однако противоречия здесь нет. Дело в том, что и при обычном обкатывании увеличение натяга после достижения минимума шероховатости (точка А) приводит к некоторому ее увеличению и сразу же — к разрушению поверхности (точка Б). При размерном совмещенном обкатывании процесс может идти с натягами, превышающими (иногда значительно) натяги при обычном обкатывании, т. е. справа от точки А, продолжая наметившуюся на участке АВ тенденцию роста шероховатости с увеличением натяга. Такой рост, на наш взгляд, объясняется тем, что если при обычном обкатывании формирование шероховатости осуществляется главным образом за счет деформирования неровностей поверхности заготовки (участок левее точки А), то при PCO она формируется в результате обратного пластического течения за роликом. И чем значительнее пластический люфт Δ поверхности детали за роликом (при PCO он на порядок больше, чем при обычном обкатывании), тем больше шероховатость. Анализ профилограмм показывает также, что высота шероховатости тем больше, чем меньше в зоне деформации кривизна внеконтактной поверхности за роликом. Кривизна этой поверхности уменьшается с ростом профильного радиуса роликов и твердости заготовки (например, заготовки из стали X18H10T имеют незначительное обратное течение, поэтому и среднее арифметическое отклонение профиля обработанной поверхности составляет 0,06—0,07 мкм).

С увеличением зазора (он — составная часть расчетного натяга) между резцом и заготовкой шероховатость, хотя и очень незначительно, но повышается; с увеличением подачи наблюдается такая же картина. Шероховатость поверхности детали от шероховатости поверхности заготовки не зависит (поднимаясь с волной, она срезается).

Из всего сказанного следует, что при размерном совмещенном

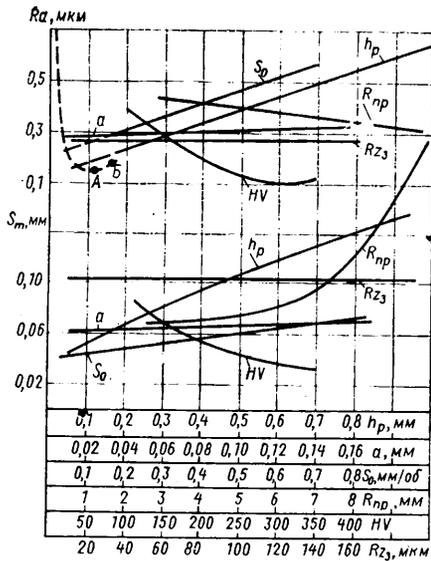


Рис. 1. Влияние технологических факторов на шероховатость поверхности при PCS

обкатывании можно подобрать такие режимы обработки исходной заготовки, которые за один технологический проход позволяют получить поверхность с $Ra = 0,32 \div 0,10$ мкм.

Средний шаг неровностей профиля поверхности, обработанной PCS, зависит, главным образом, от расчетного натяга, профильного радиуса и твердости заготовок. Средний шаг неровностей по вершинам мало зависит от технологических факторов (в исследуемом диапазоне изменения этих факторов он оставался равным 0,02—0,03 мм). Незначительно зависят (см. таблицу) от режимов PCS также относительная опорная длина профиля на уровне средней линии t_m , v_1 , v_2 и b_0 опорной кривой, коэффициент заполнения профиля k_m и коэффициенты k_n и k_v .

Материал	Параметры шероховатости						
	t_m	v_1	v_2	b_0	k_m	k_n	k_v
Ст3	0,43	1,51	2,94	1,7	2,71	6,4	0,6
Сталь 20	0,53	1,65	0,95	1,4	2,53	4,58	0,5
Сталь X18N10T	0,58	1,91	3,47	5,6	2,5	8,2	0,7
Сталь 45	0,48	1,78	1,61	1,6	2,9	5,5	0,6
Сталь 45 (улучшенная)	0,47	1,93	1,84	1,5	3,1	5,8	0,5
Ст. ШХ15	0,65	2,05	1,12	3,5	2,4	5,4	0,6

Рассмотрим результаты исследования упрочнения поверхностного слоя при PCS.

Некоторые исследователи определяли глубину t наклепа поверхностного слоя при обкатывании как функцию статического вдавливания пуансона или полученного при этом диаметра остаточного отпечатка.

В связи с тем, что при PCS качеством поверхностного слоя управляют не за счет силы обкатывания, а изменением натяга на ролики, и с тем, что асимметричная форма очага деформации при обкатывании существенно отличается от асимметричной формы отпечатка при статическом вдавливании

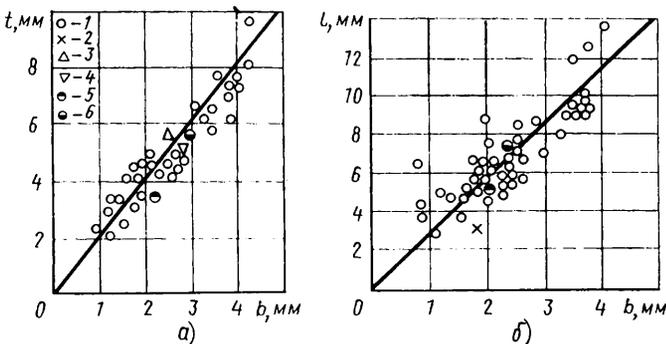


Рис. 2. Зависимость глубины наклепа t и длины волны l от b : 1 — сталь 45; 2 — сталь ШХ15; 3 — Ст.3; 4 — сталь 20; 5 — сталь 45; 6 — улучшенная сталь X18N10T

пуансона, параметры наклепа поверхностного слоя нужно определять по размерам фактического очага деформации.

Было установлено, что при PCS глубина t равна удвоенной горизонтальной проекции b дуги контакта ролика с деталью или 70% длины l волны, возникающей перед роликом (рис. 2, а, б). Заметим кстати, что линейная зависимость (рис. 2, б) между b и l указывает на то, что при PCS, — в отличие от обычного обкатывания, геометрически подобный очаг деформации сохраняется — за счет подрезания волны — в широком диапазоне изменения технологических факторов.

Степень наклепа δ определяется по соотношению твердости заготовки и детали. Однако твердость металла после деформации зависит не только от режимов его деформирования, но и от склонности металла к упрочнению: при одних и тех же режимах обработки разных металлов степень наклепа может быть различной. Это обстоятельство не позволяет использовать степень наклепа как объективный критерий упрочнения поверхностного слоя.

Этой роли в большей мере соответствует накопленная интенсивность деформации e_i поверхностного слоя. Связь между ней и технологическими факторами PCS также была установлена в ходе исследований.

В соответствии с объяснением [3 и 4] механизма накопления деформации при ППД, накопленная интенсивность деформации какой-либо частицы поверхностного слоя есть результат ее дробной пластической деформации. Перемещаясь по зоне деформации вдоль линии тока относительно инструмента, частица накапливает деформацию в зависимости от длины линии тока, ее кривизны в области, примыкающей к вершине волны, и от числа циклов деформации: чем больш

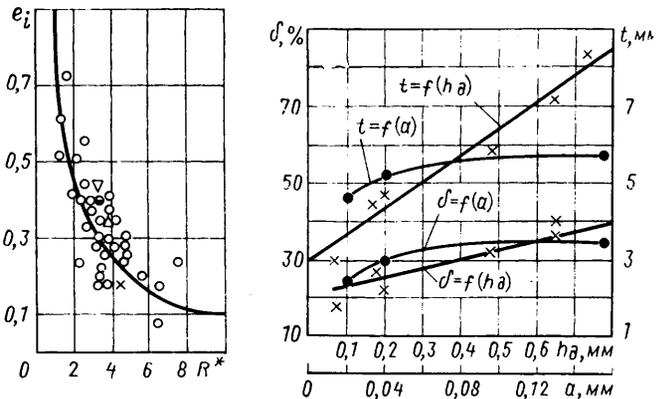


Рис. 3. Зависимость интенсивности деформации поверхности e_i от R^*

Рис. 4. Зависимость параметров t и δ от действительного натяга h_d и зазора a между резцом и токовой (сталь 45, $R_{np} = 8$ мм, $\sigma = 0,34$ мм/об, $D_3 = 45$ мм, $v = 2,35$

зона деформации, тем длиннее линии тока и тем больше накопленная деформация. С увеличением высоты волны h_d кривизна линии тока в месте перехода от внеконтактной поверхности волны в контактную (критическая точка) и увеличивается этапное (за один оборот детали) приращение интенсивности деформации в этой точке, которое при определенных значениях расчетного натяга и профильного радиуса ролика может привести к разрушению поверхности.

Учитывая сказанное, в качестве критерия механического добия при исследовании накопленной интенсивности деформации поверхностного слоя при PCS был принят безразмерный параметр R^* , который определял как глубину внедрения ролика (следовательно, размеры зоны деформации), так и визну пластической волны, возникающей перед деформирующим инструментом. Установлено (рис. 3), что величина R^* пропорциональна R^* и равна $(2h_p/R_{np})^{1/2}$.

Эта зависимость имеет определенный физический смысл: при увеличении расчетного натяга растут длина и кривизна линии тока в зоне деформации. Это ведет к повышению накопленной интенсивности деформации. С увеличением профильного радиуса ролика длина линии тока тоже увеличивается, но ее кривизна уменьшается, особенно в критической точке.

Как видно из сказанного выше, при определении R^* не только учитывать такие технологические факторы, как скорость, диаметр заготовки, механические свойства металла, диаметр ролика, заданный натяг. Это вполне объяснимо PCS подача и скорость мало влияют на расчетный натяг заготовки и механические свойства металла влияющие на обкатывание, но если при обкатывании различных

аметру или твердости заготовок обеспечить одинаковые значения расчетного натяга, то при всех прочих равных условиях глубина наклепа и интенсивность накопленной деформации будут одинаковыми. То же самое можно сказать и в отношении диаметра деформирующего инструмента и заданного натяга.

Влияние зазора между резцом и заготовкой на параметры наклепа объясняется тем, что зазор как составная часть расчетного натяга, увеличиваясь сам, увеличивает глубину и степень наклепа (рис. 4). Следовательно, при РСО, в отличие от обычного обкатывания, параметр зазора можно регулировать как за счет изменения зазора между резцом и заготовкой, так и за счет действительного натяга. Это позволяет, сохранив степень наклепа неизменной, увеличивать глубину наклепа, не разрушая поверхностный слой детали (например, при обработке РСО даже с натягом 1 мм и профильным радиусом роликов, равным 3 мм, на поверхности детали не было обнаружено следов разрушения, в то время как в случае обычного обкатывания они появились уже при натяге 0,125 мм.) Это объясняется тем, что при РСО поверхностный слой с наиболее накопленной интенсивностью деформации, поднимаясь, как уже упоминалось, вместе с волной, срезается. При обычном обкатывании этого не происходит, так как механизм волнообразования предусматривает одновременное увеличение глубины и степени наклепа. Поэтому при определенных значениях глубины наклепа в поверхностном слое накапливается критическая величина интенсивности деформации, которая при эксплуатационных нагрузках может привести к поломке детали.

Процесс РСО осуществляется роликами, имеющими жесткое кинематическое замыкание на определенный размер, поэтому здесь очень важным становится вопрос о влиянии неравномер-

ности припуска под обкатывание на однородность параметров качества поверхностного слоя. Он изучался при обработке заготовок, имеющих радиальное биение 0,035—0,415 мм. Установлено, что неравномерность параметров качества в радиальном сечении начинает проявляться при биении заготовки более 0,2 мм. Чтобы избежать этого, рекомендуется применять вторую схему РСО (А. с. 671925. СССР), в которой используется резец, имеющий две режущие кромки (одна срезает неравномерный припуск, а вторая подрезает волну). В этом случае неравномерности параметров качества поверхностного слоя нет даже при обработке заготовок, имеющих биение 0,21—1,03 мм.

Из всего сказанного можно сделать следующий вывод: процесс РСО имеет более широкое, чем обычные методы обкатывания, возможности формирования параметров качества поверхностного слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смелянский В. М., Блюменштейн В. Ю. Применение нового способа совмещенного обкатывания. Э. И. «Передовой производственный опыт в автомобилестроении». М.: НИИНавтопром, 1979, вып. 4, с. 8—12.
2. Смелянский В. М. Размерное совмещенное обкатывание гладких валов. — Технология автомобилестроения, № 10, 1980, с. 19—22.
3. Смелянский В. М. Распределение скоростей напряжений и деформаций при ППД. В межвузовском сб.: Новые процессы изготовления деталей и сборки автомобилей. Вып. 2. М.: МАМИ, 1980, с. 27—54.
4. Смелянский В. М. Механизм накопления деформаций при поверхностном деформировании. — Автомобильная промышленность, № 3, 1980, с. 28—30.

УДК 621.791.763.1.03-55

Регулятор цикла сварки

В. Н. КОРНУХ

Запорожский проектно-конструкторский и технологический институт

НОВЫЙ регулятор (рис. 1) цикла сварки, предназначенный для многоэлектродных контактных сварочных машин переменного тока, лишен недостатков, присущих серийным регуляторам.

Как известно, основой сварочных машин переменного тока являются специальные сварочные трансформаторы, каждый из которых имеет две вторичные обмотки. Число трансформаторов в машине зависит от числа свариваемых точек изделия и может достигать 18. (При помощи одного трансформатора производится сварка изделия одновременно не более чем в четырех точках).

Все сварочные трансформаторы машины обычно делятся на группы, работающие в одинаковых режимах. Для управления каждой такой группой обычно применяют однорежимный регулятор цикла сварки, поэтому число регуляторов в машине зависит от числа режимов сварки и иногда доходит до шести. Синхронизировать работу всех регуляторов было, естественно, сложно. Новый регулятор управляет работой не одной, а всех

групп трансформаторов сварочной машины (схема управления показана на рис. 2), работает он совместно с тиристорными контакторами типа КТ-03У4, КТ-04У4 и т. п.

Техническая характеристика регулятора

Напряжение трехфазного источника питания, В	380
Длительность срабатывания, с:	
дожатие	0,2—1,8
сварка (первая группа)	0,02—1,98
переключение (вторая группа)	0,4
сварка (вторая группа)	0,02—1,98
переключение (третья группа)	0,4
сварка (третья группа)	0,02—1,98
проковка	0,2—1,8
подъем	0,2—1,8
Габаритные размеры, мм	520×392×158
Масса, кг	14

Система включается в работу при замыкании контакта *S1*, через который на вход регулятора *A1* подается управляющий сигнал. Регулятор включает реле *K1*, управляющее электромагнитами воздухораспределителей привода электродов. Давление в пневмосистеме привода электродов растет, и реле

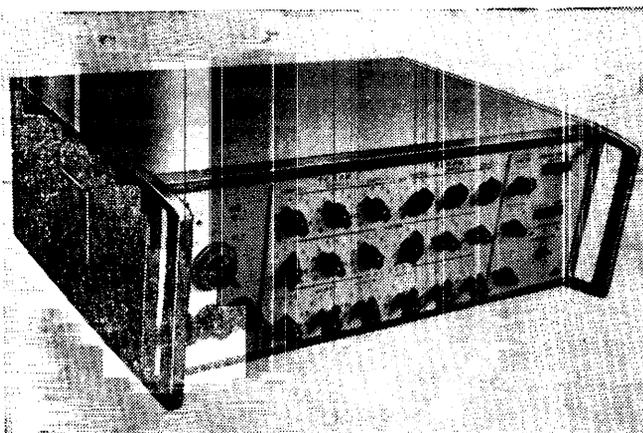


Рис. 1

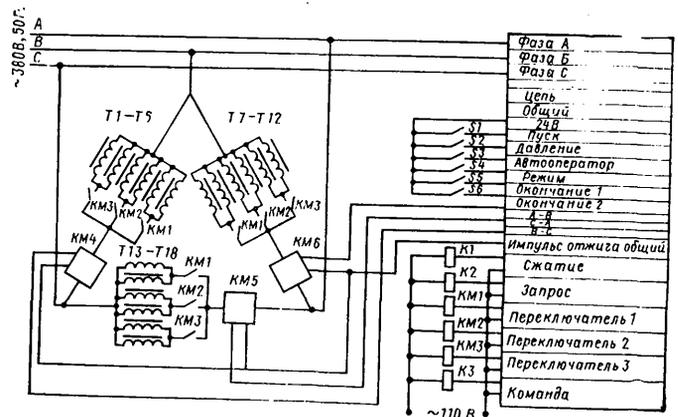


Рис. 2

«Автомобильная промышленность», № 4, 1982 г.

давления замыкает контакт $S2$ —включаются контакторы $KM1$ и реле $K2$. Контактор готовит сварочные трансформаторы первой группы к включению, а реле посылает «запрос» о возможности сварки в схему управления сварочной линией. Одновременно регулятор отсчитывает время дожатия электродов. Если «разрешение» на проведение сварки поступило, замыкается контакт $S3$.

По истечении времени дожатия электродов регулятор подает управляющие импульсы на тиристорные контакторы $KM4$ — $KM6$. Через первичные обмотки сварочных трансформаторов и свариваемое изделие начинает проходить электрический ток. Его величина и время сварки задаются при помощи рычагов управления, расположенных на лицевой панели регулятора. При этом величина тока в различных точках треугольника, образованного трансформаторами и тиристорными контакторами, может быть различной.

После окончания сварки (работы первой группы трансформаторов) регулятор $A1$ прекращает подачу управляющих импульсов на входы тиристорных контакторов, отключает контактор $KM1$ и включает контактор $KM2$. Первая группа сварочных трансформаторов отключается, а вторая подготавливается к включению.

Через 0,4 с на вход тиристорных контакторов вновь поступают управляющие импульсы; происходит сварка от второй

группы трансформаторов. Если нужно перейти на второй режим сварки, замыкают контакт $S4$.

После окончания цикла сварки отключается контактор $KM2$ и включается контактор $KM3$. Вторая группа сварочных трансформаторов отключается, а третья—подготавливается к включению. Сварка проходит так же, как и при работе первой и второй групп трансформаторов. Затем отключаются контактор $KM3$ и реле $K2$ и начинается операция «Проковка». По ее окончании отключается реле $K1$, которое отключает электромагниты воздушораспределителей привода электродов.

Время операции «Подъем» также отсчитывается регулятором, после чего последний через реле $K3$ или минуя его подает сигнал об окончании сварки в схему управления многоэлектродной сварочной машиной.

Если сварку нужно выполнить за один раз, то замыкают контакт $S5$. В этом случае сразу же после операции «Сварка первой группой трансформаторов» начинается операция «Проковка». При замыкании контакта $S6$ регулятор включает операцию «Проковка» после операции «Сварка второй группой трансформаторов».

Регулятор мод. РЦСММ-801-У4 цикла сварки демонстрировался на Центральной выставке научно-технического творчества молодежи «НТТМ-80» и был удостоен бронзовой медали ВДНХ СССР.

УДК 621.78.019.8:621.785.6:669.14

Трещинообразование при закалке в водных растворах полимеров

В. И. АСТАЩЕНКО, Н. П. КАЛИНИНА, д-р техн. наук Н. М. РУДНИЦКИЙ, канд. техн. наук С. Я. УСТИЛОВСКИЙ

Камское объединение по производству большегрузных автомобилей, НАМИ

«Автомобильная промышленность», № 4, 1982 г.

В ПОСЛЕДНИЕ годы все большее значение приобретают водные растворы полимеров, применяемые в качестве закалочных средств при термообработке стали. Эти растворы обладают специфическими закалывающими свойствами, которые выгодно отличают их от традиционных закалочных сред— воды и масла.

Изучению процесса трещинообразования сталей при закалке в таких растворах и методам его предотвращения посвящен ряд работ, однако они в основном относятся к инструментальным сталям, закалываемым в воде и водных растворах солей и щелочей. Поэтому для читателей будут, видимо, небезынтесными результаты исследования этого вопроса применительно к конструкционным сталям 40ХН2МА, 40Х и 42ХМФА при их закалке в водных растворах полимера на основе оксигетилированного алкилфенола с антипенными (кремний-органический пеногаситель) и антикоррозионными (нитрит натрия, триэтаноламин) присадками.

Трещинообразование сталей оценивают обычно по числу закалок до появления трещин, глубине надреза, при которой появляются трещины, ее длине и т. д.

Влияние формы и размера изделия на образование трещин при закалке исследовали на специальных образцах: дисковых диаметром 25 мм с канавкой глубиной 10 мм (тип I), цилиндрических ступенчатых, с отношением диаметров ступеней 0,25, 0,5, 0,7, 0,9 (тип II) и квадратного сечения (тип III).

Предварительные опыты показали, что уменьшение концентрации оксигетилированного алкилфенола в растворе (менее 35%) резко увеличивает склонность деталей из исследуемых сталей к трещинообразованию, а увеличение концентрации (более 50%) снижает их закалываемость. Поэтому в проводимых опытах концентрация оксигетилированного алкилфенола в закалочном растворе изменялась от 35 до 50%. Образцы типов I и II закалывали с температуры 1133 К, типа III—с температур от 1073 до 1133 К (с интервалом через 20 К). В каждом опыте испытывалось по десять образцов.

Результаты исследования образования трещин на образцах типов I и II из сталей 40ХН2МА в растворах полимера различной концентрации приведены в таблице.

При закалке образцов типа I в растворе с содержанием 40% оксигетилированного алкилфенола трещин не обнаружено, в то время как на образцах типа II наблюдались продольные трещины даже при закалке в 50%-ном растворе.

Количество образцов типа I из стали 42ХМФА с трещинами уменьшается с 80% при закалке в 35%-ном до 10% при закалке в 40%-ном закалочном растворе. Применение 45—50%-ных закалочных растворов исключает появление трещин на образцах типа I из стали 42ХМФА.

Полученные результаты показывают, что трещиностойкость контрольных образцов зависит от их формы и размеров, следовательно, они могут характеризовать трещинообразование только при закалке деталей, по форме и геометрии близких к испытанным образцам.

Для изучения влияния размеров образцов из сталей 40ХН2МА и 42ХМФА на трещинообразование при закалке в водных растворах исследуемого полимера строили диаграммы «размер образца—температура закалки» с обозначением области (заштрихованная часть) возникновения закалочных трещин (рис. 1). Диаграммы строили для образцов типа III со стороной квадрата $h = 10 \div 100$ мм и длиной 60 мм. Содержание полимера в закалочном растворе соответствовало 33—35% (рис. 1, а, б) и 48—50% (рис. 1, в, г).

Из диаграммы видно, что область возникновения трещин ограничена как со стороны малых, так и со стороны больших

Содержание полимера в растворе, %	Число образцов с трещинами				
	типа I	типа II*			
35,0	1	2	3	7	6
40,0	0	1	3	6	4
45,0	0	0	1	3	2
50,0	0	0	0	1	1

* В колонках для образцов типа II приведены данные соответственно при отношении диаметров ступеней 0,25; 0,5; 0,7; 0,9.

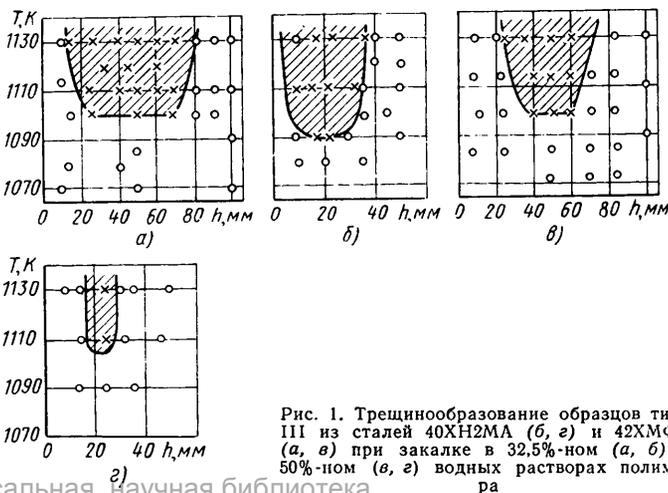


Рис. 1. Трещинообразование образцов типа III из сталей 40ХН2МА (б, г) и 42ХМФА (а, в) при закалке в 32,5%-ном (а, б) и 50%-ном (в, г) водных растворах полимера

размеров образца. Кроме того, трещины отсутствуют при уменьшении температуры закалки ниже некоторой величины.

Отсутствие трещин на образцах малого размера связано с преобладанием температурных остаточных напряжений, которые на поверхности детали являются сжимающими, над напряжениями, полученными в результате фазовых превращений, и имеющими противоположный знак. При больших размерах образцов в результате неполной прокаливаемости напряжения от фазовых превращений уменьшаются или даже принимают противоположный знак, в результате чего склонность к трещинообразованию уменьшается. В промежуточной области размеров образцов напряжения от фазовых превращений преобладают над температурными, что приводит к растрескиванию деталей при закалке. При снижении температуры закалки опасная зона сужается и при температуре несколько ниже A_{c3} образования трещин на образцах не наблюдается, что связано с уменьшением фазовых напряжений за счет уменьшения доли мартенсита в структуре (из-за неполной аустенитизации при нагреве).

На стали 40ХН2МА, имеющей большую прокаливаемость и пластичность, опасная зона образования трещин смещается в область меньших размеров.

При увеличении содержания оксигенированного алкилфенола в растворе, а следовательно, уменьшении охлаждающей способности среды, наблюдается сужение области образования трещин. Оно особенно заметно на стали 40ХН2МА (рис. 1, б, г).

Водные растворы указанного полимера с концентрацией 32,5% рекомендуется применять для изделий из стали 42ХМФА с характерным размером сечения менее 10 и более 70 мм, для изделий из стали 40ХН2МА — более 40 мм. При концентрации в растворе 50% полимера рекомендуется закалывать изделия из стали 42ХМФА с размером сечения менее 20 и более 70 мм, из стали 40ХН2МА — с размером сечения менее 20 и более 30 мм.

При опытно-промышленной закалке тяжело нагруженных деталей автомобиля КамАЗ, в частности, шатунов из стали 40ХН2МА и коленчатых валов из стали 42ХМФА, трещины отсутствовали: на шатунах — при закалке в 48—50%-ном, на коленчатых валах — 32,3—35%-ном водном растворе оксигенированного алкилфенола, что согласуется с результатами исследования трещинообразования на образцах типа III. При этом размеры шатунов можно отнести к области малых размеров закаливаемых образцов (рис. 1, г). После закалки шатунов в 32,5—35%-ном водном растворе исследуемого полимера выявлено наличие трещин на 80% деталей, что подтверждается полученными данными после закалки контрольных образцов (см. рис. 1, б).

Для коленчатого вала наиболее опасными местами, с точки зрения образования закалочных трещин, являются коренные и шатунные шейки, толщина которых превышает 80 мм. Поэтому их лучше закалывать в растворах с содержанием 32,5—34% и 48—50% оксигенированного алкилфенола.

Длительное использование 32,5—53,0%-ного водного раствора указанного полимера для закалки коленчатых валов и 48,0—50,0%-ного — для закалки шатунов подтвердило стабильность получения высококачественной закалки при одновременном отсутствии трещин на деталях.

Следует отметить, что при закалке образцов типа I из стали 42ХМФА в водных растворах с содержанием 35% полимера на них наблюдались трещины, в то время как при закалке образцов типа III со стороны квадрата более 70 мм в среде такого же состава трещин не обнаружено. Это, по-видимому, связано с различной формой и площадью сечения образцов. Образцы типа I имели полную прокаливаемость, что могло привести к возникновению высоких растягивающих напряжений от фазовых превращений. Кроме того, в них возникали меньшие температурные напряжения, в результате чего в по-

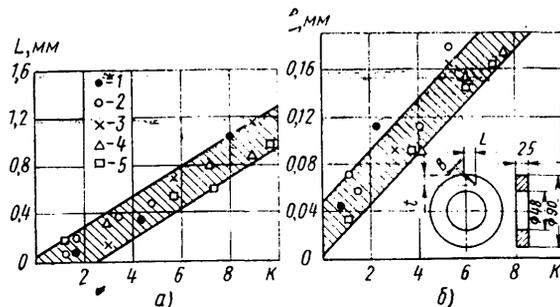


Рис. 2. Изменение длины L (а) и ширины B (б) «зажима» на образцах из стали 40Х при закалке в водных растворах с содержанием полимера:

1 — 15%; 2 — 25%; 3 — 35%; 4 — 45%; 5 — 50%

верхностном слое растягивающие напряжения были более высокими, чем в образцах типа III.

В некоторых случаях ни одна из форм образцов не может характеризовать склонность деталей к образованию закалочных трещин. Это относится к изделиям, имеющим исправимые дефекты штамповочного производства в виде «зажимов» глубиной, не превышающей припуска на механическую обработку.

При закалке таких изделий возможно образование закалочной трещины от дефекта. Поэтому важным фактором при выборе охлаждающей среды для закалки таких изделий является предотвращение образования закалочных трещин в зоне этого дефекта.

Проведенные работы на образцах, изготовленных из стали 40Х с таким видом дефекта, показали (рис. 2), что изменение концентрации полимера в закалочном растворе с 15 до 50% оказывает меньшее влияние на рост трещины, чем параметр K , характеризующий отношение длины L к глубине t залегания дефекта. Контроль глубины, ширины и длины дефекта до и после закалки производился на измерительном микроскопе ВК 70×50 с точностью до $\pm 0,001$ мм. Длина «зажима» в образцах перед закалкой колебалась от 1,976 до 7,422 мм, ширина — от 0,001 до 0,996 мм, глубина — от 0,524 до 5,170 мм.

С увеличением параметра K глубина, с учетом закалочной трещины, и ширина «зажима» после закалки увеличиваются (рис. 2). Минимальное изменение геометрических размеров такого дефекта наблюдается на образцах из стали 40Х, имеющих $K=1 \div 2$, в растворах с содержанием полимера более 25%, при $K=3 \div 5$ — более 35% полимера, $K=6 \div 10$ — более 45% полимера. Твердость образцов после закалки во всех случаях превышала HRC 48.

Полученные результаты показали, что выбор и применение закалочных сред на основе водорастворимых полимеров для закалки изделий с описанным дефектом должны решаться отдельно в каждом конкретном случае.

Таким образом, форма и размеры образцов, использованных для оценки трещиностойкости сталей при закалке, в значительной мере оказывают влияние на получаемые результаты. Для закалки деталей, не имеющих острых концентраторов напряжений или дефектов типа трещин (коленчатые валы, шатуны и др.), наиболее достоверную характеристику склонности к образованию трещин дает диаграмма «размер образца — температура закалки» с использованием образцов квадратного сечения типа III. Для закалки деталей, имеющих острые концентраторы напряжений, а также резкие переходы сечений или дефекты типа трещин, целесообразно использовать образцы типов I и II соответствующего размера, а также исследовать склонность к образованию трещин непосредственно на изделиях.

Влияние исходной структуры на рост зерна аустенита в коленчатых валах из стали 50Г-СШ

С. В. ЗАГУЛЯЕВА, В. С. ПОТАНИНА, В. В. СКОТНИКОВ, В. В. КРАСИКОВ

Ярославский политехнический институт

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ зерна является одним из эффективных путей повышения прочности металла, повышения стойкости к ударным нагрузкам, снижения склонности к хрупким разрушениям, короблению деталей при термической и химико-термической обработке.

Чтобы определить влияние штамповки и условий первичной термической обработки на рост зерна аустенита и механические свойства коленчатых валов, изготовленных из стали 50Г-СШ, сравнивали три серийные заготовки (№ 1, 2, 3) и три специально отштампованных вала (№ 4, 5, 6), изготовленные из металла одной плавки, но с разной температурой нагрева под штамповку. Величину зерна стали после штамповки определяли по размерам ферритной сетки (в соответствии с ГОСТ 5639—65) в образцах, вырезанных из периферийных и центральных объемов шейки вала.

Из табл. 1 видно, что наибольший размер зерна имеют заготовки № 1 и 2, самое мелкое зерно — вал № 4. Во всех заготовках и валах размер зерна в центре на один—два номера больше, чем у поверхности.

Таблица 1

№ заготовки и вала	Температура штамповки, К		№ зерна	
	начало	конец	на поверхности	в центре
1	—	—	1	—2
2	—	—	1	—2
3	—	—	3	—2
4	1373	1173	5—4	4—3
5	1483	1323	4—3	2—1
6	1553	1373	2	1

Таблица 2

№ заготовки и вала	Время выдержки 1 ч		Время выдержки 3 ч	
	на поверхности	в центре	на поверхности	в центре
2	1253К	1323К	1223К	1273К
3	1223К	1223К	1223К	1223К
4	1223К	1223К	1223К	1223К
5	1223К	1223К	1223К	1223К
6	1253К	1253К	1253К	1253К

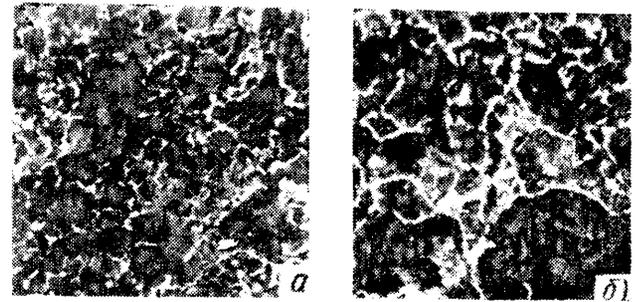


Рис. 2. Микроструктура коленчатого вала № 1: а — после отжига (1133 К, 1 ч), б — после нагрева (1253 К, 3 ч)

Кинетику роста зерна аустенита изучали в диапазоне температур 1123—1423 К (с интервалом 25—30 К) при выдержках 1 и 3 ч. Образцы, вырезанные из центральных и периферийных объемов шатунной шейки заготовок валов, после нагрева и выдержки охлаждались на воздухе. На некоторых образцах зерно выявлялось методом закалки. По ГОСТ 5639—65 оценивали размеры мелких и крупных зерен. Кинетические кривые роста мелких и крупных зерен в заготовках и валах № 2, 3, 4 и 6 приведены на рис. 1, где заштрихованные зоны — размеры крупных зерен в штампованных заготовках валов до нагрева. При температурах нагрева, незначительно превышающих температуру $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения, образуется структура с преобладанием зерен № 6—8.

В заготовках № 1 и 2, имеющих весьма крупнозернистую структуру после штамповки, наряду с мелкими зернами наблюдаются зерна № 4 и отдельные участки границ крупных зерен в виде разорванной сетки феррита (рис. 2, а). «Старые» границы более заметны в сердцевине вала. Частичное восстановление границ зерен, появившихся после штамповки, свидетельствует о неполной структурной перекристаллизации

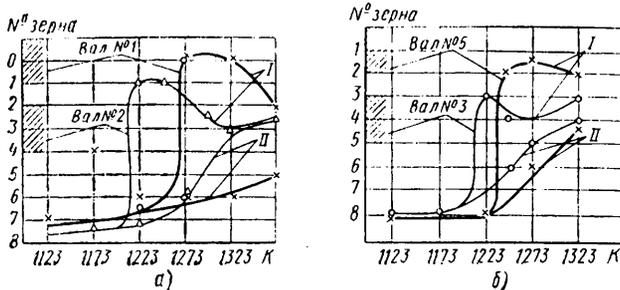


Рис. 1. Зависимость величины зерна аустенита в коленчатых валах из стали 50Г-СШ от температуры:

а — при выдержке 1 ч; б — при выдержке 3 ч; I — крупные зерна; II — мелкие зерна

Изучалось влияние скорости нагрева и скорости охлаждения на структуру и свойства стали при первичной обработке заготовок. Средняя скорость нагрева при отжиге коленчатых валов в проходной газовой печи составляла 7 град/мин. Термическая обработка шеек валов и образцов производилась со скоростью нагрева 1—3 и 70—100 град/мин. Охлаждение ускоренное — на воздухе, а замедленное — с печью. Температура нагрева 1123—1133 К. Режимы: А — ускоренный нагрев и ускоренное охлаждение; Б — медленный нагрев и ускоренное охлаждение; В — медленный нагрев и медленное охлаждение.

Во всех образцах при ускоренном нагреве (70—100 град/мин) и ускоренном охлаждении (на воздухе) были

Таблица 3

Режим	Условия нагрева и охлаждения	№ заготовки и вала	Механические свойства				
			σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	a_{ch} , МДж/м ²
А	Нагрев со скоростью 70—100 град/мин, охлаждение — на воздухе	1	800	459	16,5	39,8	0,575
		2	735	447	22,1	54,2	0,75
		3	845	456	22,3	55,4	0,97
		4	770	489	22,6	53,4	0,85
		5	765	480	23,3	55,2	0,71
		Ср.	779	458	20,8	50,3	0,74
Б	Нагрев со скоростью 1—3 град/мин, охлаждение — на воздухе	1	820	445	19,7	39,0	0,55
		2	730	410	23,7	48,2	0,66
		3	758	427	23,3	48,3	0,76
		4	760	435	23,0	50,9	0,70
		5	760	432	23,2	48,2	0,65
		Ср.	747	430	22,6	46,9	0,66
В	Нагрев со скоростью 1—3 град/мин, охлаждение — с печью	1	746	337	18,4	34,3	0,41
		2	670	285	22,2	38,4	0,56
		3	690	309	21,7	42,8	0,56
		4	682	318	22,3	37,8	0,55
		5	675	310	24,0	36,0	0,57
		Ср.	697	312	21,3	37,8	0,50

получены зерна № 8—7 с единичными зернами № 5—6), при медленном нагреве (1—3 град/мин) и медленном охлаждении — зерна № 5—6 с отдельными зернами № 3—4. Во всех образцах из заготовок № 1 и 2 наблюдалась ферритная сетка по границам крупных зерен, образовавшихся при штамповке; особенно грубая сетка была при медленном нагреве и охлаждении.

В табл. 3 приведены показатели механических свойств образцов, нагреваемых и охлаждаемых с разными скоростями. Приведенные данные показывают, что самые высокие показатели имеют валы, обработанные по режиму А, т. е. нагреваемые и охлаждаемые ускоренно, самые низкие — по режиму Б — после медленного нагрева и медленного охлаждения.

При сравнении свойств валов № 2, 4 и 6, имеющих после штамповки различную величину зерен, видно, что вал № 1 с самой крупнозернистой структурой после штамповки имеет пониженные характеристики после термической обработки.

Вал № 3, штампованный при самой низкой температуре и имеющий самое мелкое зерно, обладает повышенными свойствами после термической обработки: особенно заметно преимущество по ударной вязкости в случае быстрого нагрева и ускоренного охлаждения.

Таким образом, исследования показали: чем выше температура нагрева под штамповку заготовок коленчатых валов из стали 50Г-СШ, тем больше размеры зерна структуры после штамповки. Повторный нагрев частично восстанавливает границы крупных зерен, задерживает структурную перекристаллизацию и начало роста зерна аустенита. Увеличение скорости нагрева и скорости охлаждения заготовок валов при первичной термической обработке ведет к измельчению зерен, повышению прочности и пластичности изделия. Наиболее высокими механическими свойствами обладают валы, заготовки которых штампуют при относительно низкой температуре (1433 К), а при первичной термической обработке нагревают со скоростью 70—100 град/мин и охлаждаются в воздухе.

УДК 629.113.068.7

Рифленый поливинилхлоридный линолеум для пассажирского автотранспорта

Б. Б. БОБОВИЧ, А. М. ФЕДОРОВ, В. И. СКВОРЦОВ, А. Д. ШУЛЯК, Г. П. ЛАПШИНА

НИИАТМ

УЧИТЫВАЯ интенсивные условия эксплуатации автобусов и троллейбусов, к покрытию пола этих транспортных средств предъявляют весьма жесткие технические требования. Так, оно должно обладать высокими износостойкостью и коэффициентом трения, хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, быть устойчивым к воздействию бензина и масел, сохранять свою работоспособность в широком интервале температур. Весьма существенным требованием является также био- и влагостойкость, так как гниение и набухание основы линолеума ведет к его вздутию и вытягиванию материала, способствует коррозии основы пола.

К сожалению, не все материалы, выпускаемые отечественной промышленностью (см. таблицу), в полной мере отвечают перечисленным выше требованиям. Так, широко распространенный материал «релин», представляющий собой высоконаполненную резину, неустойчив к воздействию масел и бензина, неогнестоек и обладает низкой износостойкостью; алкидный линолеум имеет недостаточную морозостойкость и т. д. Лучшими из них, как показывает анализ, являются материалы, лицевой слой которых состоит из поливинилхлоридной композиции. Как правило, для достижения требуемых акустических, теплозащитных, теплотехнических и других свойств такой линолеум выпускается на тканой, нетканой, войлочной, ячешной, битумной, пробковой и т. п. основах. Правда, известные зарубежные материалы такого рода (на основе ПВХ) имеют неудовлетворительную морозостойкость. В связи с этим была поставлена задача: создать поливинилхлоридный рифленый линолеум, лишенный данного недостатка, т. е. отвечающий требованиям автомобильной промышленности.

Как показали исследования, одна группа таких свойств линолеума (устойчивость к испарению, величина коэффициента трения, морозо- и теплостойкость) зависит от состава полимерной композиции покрытия, а вторая (прочность связи с полом автомобиля, биостойкость, сопротивление разрыву, твердость, упругость) — от типа основы. Выявилось, например, что применение нетканых нитепрошивных основ из полиамидных волокон позволяет получить биостойкие линолеумы, но обладающие низкой прочностью (1—1,5 Н/см) связи покрытия с основой. В то же время у линолеума на хлопчатобумажной основе прочность

связи поливинилхлоридного покрытия с основой достигала 4,0—5,0 Н/см, однако чтобы сделать его грибоустойчивым, требуется антисептическая обработка основы и введение в покрытие фунгицидных соединений.

Учитывая это, можно сделать вывод: в качестве основы линолеума целесообразно применять синтетические нетканые материалы, а в композицию покрытия вводить специальные добавки, повышающие адгезионную прочность покрытия и основы.

Изготовление поливинилхлоридного линолеума на тканевой основе осуществлялось экструзионным и промазным способами. По первому — линолеум получали путем выдавливания расплава композиции на специальных экструдерах с целевыми головками и с последующим рифлением полотна при помощи вала. Оптимальные режимы процесса:

Температура цилиндра, К:	
в зоне загрузки	428
максимальная	453
Скорость вращения шнека для экструзии, с ⁻¹ :	
нижнего слоя	0,333
верхнего слоя	0,317
Температура вала, К:	
рифленого (тиснильного)	363
верхнего охлаждаемого	288
Скорость каландрования, м/с	0,015
Температура в усадочной камере, К	403

Дублирование пластифицированной массы ПВХ, поступающей из целевой головки, и текстильного материала осу-

Показатель	Метод испытания	Алкидный линолеум	Релин (резиновый линолеум)	Рифленый ПВХ-линолеум			
				промаз-ства Япония	промаз-ства Венгрия	экструзионный	промазной
Толщина рабочего слоя, мм	ГОСТ 7257—77	1,3	1,0	1,0	1,1	1,2	0,93
Потеря в весе при истирании на машине типа «Грассели» МИ-2, Па	ГОСТ 7251—77	8,8	3,4	5,8	4,5	2,3	5,5
Коэффициент трения	ГОСТ 7257—77	0,088	0,034	0,058	0,045	0,023	0,055
Твердость (по показателю деформации) на приборе ПВ-2, мм, через 10 мин выдержки:	ГОСТ 7251—77	0,29	0,3	1,27	0,85	0,47	0,9
полная деформация		0,45	1,22	1,24	2,34	0,75	2,8
остаточная деформация		0,25	0,15	0,25	0,56	0,26	0,86
Восстанавливаемость на приборе ПВ-2, %	ГОСТ 7251—77	43,5	79,1	79,5	73,3	65,0	68,7
Морозостойкость, К	Методика НИИАТМ 37.053—012—79	278	233	253	228	238	233
Температура размягчения по ВИКа, К	ГОСТ 15065—69	329	350	348	330	333	326
Поверхностное водопоглощение, г/100 см ²	ГОСТ 18108—72	0,469	0,121	0,620	0,380	0,320	0,192

шествялось па валках. Линолеумное полотно и текстильная основа одновременно вводились в зазор между обрезиненным и рифленным валом, где соединялись в монолитное полотно, которое подавалось в нагревательную камеру для снятия напряжений.

Промысловая технология изготовления рифленого линолеума сравнительно проста и более производительна: поливинилхлоридная композиция (паста) в несколько слоев наносится на текстильную основу при помощи ракельного устройства. Каждый слой отверждается в термокамере при температуре 413—443 К.

Сравнительные физико-механические свойства линолеумов, полученных экструзионным и промазным способами, приведены в таблице. Из нее видно, что свойства поливинилхлоридных линолеумов (ПВХ-линолеумов), изготовляемых обоими способами, по ряду показателей превосходят серийно выпускаемые и применяющиеся в настоящее время материалы — резин и алкидный линолеум.

Сварка ПВХ-линолеума может быть осуществлена при

помощи обычных нагревательных элементов, ультразвука, высокочастотного или инфракрасного нагрева. В частности, при технологических испытаниях была опробована сварка с применением инфракрасного излучателя — ртутно-кварцевой лампы. Скорость сварки при этом составляла 0,8—1,0 м/мин. Оптимальная температура нагрева материала в зоне сварки при такой скорости — 470—480 К. Разрушающее напряжение при растяжении полученного этим способом сварного шва достигало $5 \cdot 10^6$ Н/м², что соизмеримо с прочностью самого материала.

Хорошие результаты получены также при сварке полотнищ линолеума с применением нагретого газа.

Опытно-промышленные партии рифленого поливинилхлоридного линолеума были направлены на Ликинский, Павловский им. А. А. Жданова, Львовский им. 50-летия СССР и другие автобусные заводы, где успешно прошли технологические и эксплуатационные испытания: долговечность материала в 5 раз превысила долговечность алкидного и в 1,5 раза резинового линолеумов.

ИНФОРМАЦИЯ

НА ВДНХ СССР

УДК 061.4:331.876.6:629.113.002

ОНИ НАГРАЖДЕНЫ МЕДАЛЯМИ ВДНХ

«Автомобильная промышленность», № 4, 1982 г.

В НАШЕМ журнал (см. «Автомобильная промышленность», № 2, 1982 г.) уже рассказывалось о международной выставке «Достижения изобретателей и рационализаторов социалистических стран в области машиностроения». Здесь мы назовем лучшие работы, представленные на этой выставке и удостоенные медалей ВДНХ СССР.

За разработку и внедрение в производство типового переналаживаемого автомата СА-1016 (рис. 1) для сборки различных комплектов золотой медалью ВДНХ СССР награжден начальник КБ производственного объединения «ЗИЛ» В. М. Бедрин, серебряной медалью — начальник отдела А. Ф. Хромили, бронзовыми медалями — инженер-конструктор В. В. Умнягин и слесарь-инструментальщик В. Г. Тюрин

За разработку, изготовление и внедрение в производство протяжно-

фрезерного станка мод. 7113-0046 золотой медалью ВДНХ СССР награжден слесарь производственного объединения АвтоКрАЗ В. А. Васильев, серебряной — слесарь Э. М. Голуб, бронзовыми медалями награждены слесари А. И. Смоляр и А. В. Олейник, а также токарь В. И. Бажан. Станок (рис. 2) предназначен для протягивания трех продольных и одновременного фрезерования трех торцевых смазочных канавок, расположенных по окружности под углом 120° на бронзовых втулках шестерен.

Станок работает в полуавтоматическом цикле. Его производительность 300 шт./ч, скорость резания при протягивании 55 мм/с, рабочая подача при фрезеровании 0,02 мм/об, габаритные размеры 1140×1500×1525 мм.

Внедрение протяжно-фрезерного станка позволило увеличить производительность труда, высвободить трех станочников, повысить качество изготовления втулок. Годовой экономический эффект составил 3 тыс. руб.

За разработку и внедрение в производство монометаллических гильз цилиндров из нового износостойкого чугуна ИЧГ-33М золотой медалью ВДНХ СССР награжден заведующий лабораторией НАМИ М. А. Левитан, бронзовыми медалями — слесарь НАМИ В. И. Некрасов, главный металлург Костромского завода «Мотордеталь» В. А. Волгин, заместитель главного технолога завода «Мотордеталь» В. Ю. Соловьев и начальник бюро Заволжского моторного завода им. 50-летия СССР Н. А. Пономарев.

Применение монометаллических гильз цилиндров в двигателях ЗМЗ вместо гильз с нирезистовыми вставками обеспечивает повышение моторесурса двигателей в 1,2—1,5 раза, снижение их себестоимости, экономил

дефицитных никеля и меди, повышение ремонтпригодности гильз.

Производство этих гильз освоено на Костромском заводе «Мотордеталь».

За разработку конструкции, изготовление и внедрение в производство ротора турбины с цельнолитым колесом, предназначенного для модернизации турбонаддува дизеля мощностью 630 кВт карьерного автомобиля-самосвала БелАЗ-549 грузоподъемностью 75 т серебряной медалью ВДНХ СССР награжден заведующий группой НАМИ Е. Г. Урванцев, бронзовыми медалями — заведующий отделом С. И. Цветков, заместитель заведующего отделом А. И. Петров, заведующие лабораторией Л. В. Кочетков и Б. С. Курчман. Конструкция отлича-

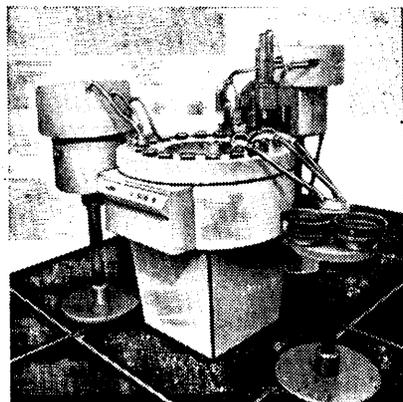


Рис. 1



Рис. 2

ется от аналогов тем, что цельнолитое рабочее колесо турбины (из жаропрочного сплава) соединено с валом при помощи термокомпенсирующего радиально-штифтового соединения. Это повысило виброустойчивость и прочность лопаток.

За разработку и внедрение фильтрующего элемента НАМИ-ВГ-10 для очистки масла в двигателях ЗМЗ автомобиля ГАЗ-24 серебряной медалью ВДНХ СССР награжден Заслуженный изобретатель ГССР В. Г. Григорян. Фильтрующий элемент из хлопчатобумажной ткани обеспечивает повышенную надежность защиты пар трения от абразивного износа, имеет увеличенный в 4 раза срок службы, увеличивает сроки смены масла в 2 раза.

За разработку и внедрение в производство новой, более надежной конструкции устройства для вентиляции салона автомобиля ГАЗ-24 серебряной медалью ВДНХ СССР награжден старший мастер производственного объединения «ГАЗ» А. Ф. Бобков, бронзовыми медалями — бригадир слесарей Е. А. Багаев и начальник бюро Ю. М. Смирнов. Устройство по конструкции просто, долговечно в работе, не требует дополнительной регулировки заслонки, технологично в изготовлении.

Четырьмя медалями ВДНХ СССР отмечена разработка технологии и оборудования НИИТавтопрома для автоматизированного производства точных стальных отливок в сухих

стопочных формах: серебряной медалью награжден старший научный сотрудник В. А. Обухов, бронзовыми медалями — ведущий конструктор А. В. Маштаков, заведующий сектором И. И. Кольцов и заместитель заведующего отделом В. И. Скоркин.

Новый технологический процесс обеспечивает существенное снижение трудоемкости изготовления литейных форм (время изготовления стопки форм составляет 10 мин вместо нескольких часов при получении форм методом литья по выплавляемым моделям) и себестоимости (в 3 раза по сравнению с литьем по выплавляемым моделям); экономии металла (благодаря высокому выходу годного литья) и т. д.

За разработку и внедрение программного устройства для исследования токсичности двигателей в стендовых условиях серебряной медалью ВДНХ СССР награжден заместитель заведующего отделом ГКИТавтопрома Ю. Н. Писарев, бронзовыми медалями — заведующий отделом Г. И. Тымчук и заместитель главного конструктора Л. И. Захаров.

Это устройство обеспечивает: воспроизведение ездового цикла, установленного ОСТ 37.001.054—74; синхронную регистрацию шести параметров работы двигателя; высокое быстродействие систем регулирования работы приводов за счет применения бесконтактного управления ими; автоматический режим работы стенда при многократном воспроизведении

ездового цикла и останова стенда после выполнения заданного количества циклов; аварийное отключение стенда в случае превышения заданной частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Конструктивными особенностями устройства являются специально разработанные блоки бесконтактного управления приводами реостата возбуждения и дроссельной заслонки; система регулирования ускорения, обеспечивающая постоянство нагрузки на валу двигателя при его разгоне; программируемые датчики, позволяющие задавать значения регулируемых параметров в строгом соответствии с программой испытаний; генератор синхронизирующих импульсов, обеспечивающий синхронную запись значений параметров работы двигателя с отметкой начала и конца переходных процессов и синхронизирующий работу газоанализирующей аппаратуры; система аварийного отключения стенда при превышении заданного значения частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Система программного управления может быть применена в любом испытательном стенде, в котором необходимо регулировать по программе нагрузку и частоту вращения коленчатого вала.

Это устройство внедрено на Заволжском моторном заводе им. 50-летия СССР. Годовой экономический эффект составил 110 тыс. руб.

В. Б. ПАУТОВА

УДК 061.4:629.113.002:658.2(47) ГАЗ

ВЫСТАВКА «ГОРЬКОВСКИЙ АВТОЗАВОД — ПЕРЕДОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

В ЯНВАРЕ 1982 г. исполнилось пятьдесят лет одному из первенцев отечественного автомобилестроения — Горьковскому автозаводу. Этой знаменательной дате и посвящена открытая на ВДНХ СССР юбилейная выставка. Название выставки подтверждает факт успешной работы автогиганта, по своему техническому оснащению соответствующего уровню передовых предприятий машиностроения, о чем свидетельствует, например, очень высокий удельный вес в цехах основного производства автоматов и полуавтоматов, специальных и специализированных агрегатных станков и установок.

Горьковский автозавод выпускает пять основных моделей автомобилей. Основываясь на системе «качество — надежность — ресурс первого изделия», развитой в дальнейшем в комплексную систему управления качеством продукции, целенаправленно ведутся работы по улучшению качества продукции, что обеспечивает выпуск автомобилей ГАЗ-66, ГАЗ-53А и ГАЗ-24-01 (такси) с государственным Знаком качества. Выпуск продукции с этим почетным пятиугольником составляет более 40% общего объема производства.

Автомобили ГАЗ неоднократно экспонировались на международных ярмарках и выставках и отмечались высо-

кими наградами. Экономический эффект в народном хозяйстве от повышения качества продукции, аттестованной по высшей категории качества, в расчете на годовой выпуск в 1980 г. составил 269,8 млн. руб.

Повышение качества и надежности автомобилей неразрывно связано с постоянно проводимой заводом работой по техническому перевооружению, реконструкции цехов, организации комплексно-автоматизированных производств, применения оборудования высокой производительности.

Внедрение передовой техники и технологии осуществляется в тесном со-

трудничестве с ведущими НИИ и родственными предприятиями. Например, в результате совместных работ ЦЗЛ ГАЗа и НИИСМа для чистового нарезания (рис. 1) эвольвентных шлицев узкоконцевых колец блокирующих синхронизаторов коробки передач грузовых и легковых автомобилей разработаны и внедрены твердосплавные червячные фрезы сборной конструкции. Обработка осуществляется на шлищефрезерном станке-автомате, техническая характеристика которого приведена ниже:

Диаметр обрабатываемых колец, мм	75—82
Ширина шлицевого венца, мм	3—3,5
Модуль, мм	2—3,5
Материал деталей	Латунь
Скорость резания, м/мин	170
Радиальная подача, мм/об. изд.	3
Ресурс инструмента, тыс. шт. изд.	50
Производительность автомата, шт./ч	120—240

Фрезерование эвольвентных шлицев (рис. 2) осуществляется червячными твердосплавными фрезами со скоростью резания 140 м/мин, производительность станка 25 дет/ч, стойкость инструмента — 3500 дет. По сравнению с обработкой инструментом из быстрорежущих сталей эти показатели повысились в 4—5 раз.

По предложению ЭНИМСа проведен ряд совместных разработок процессов

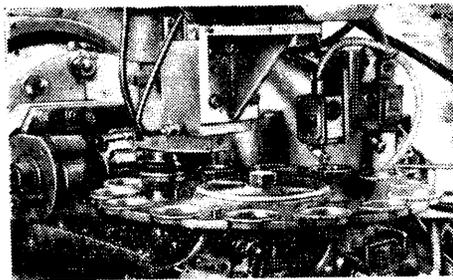


Рис. 1

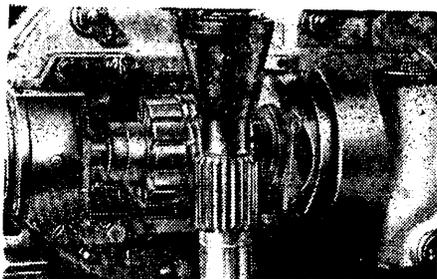


Рис. 2

зубошлицеобразования на модернизированных станках мод. 5965. В частности, внедрено накатывание треугольных шлицев на ряде деталей, прикатывание шлицев вместо шевингования, прикатывание зубьев одним накатником вместо шевингования и т. д. Прикатывание зубьев цилиндрических шестерен (рис. 3) осуществляется на станках-автоматах мод. МС-5723 одним накатником. Производительность автомата 1000 шт./ч; стойкость инструмента с двумя перешлифовками — 200 тыс. дет. Процесс рекомендуется для обработки цилиндрических зубчатых колес с модулем 1—5 мм и центральным отверстием диаметром не менее 30 мм.

Применение полимерных материалов в конструкции автомобилей является важным направлением в повышении эффективности производства, улучшении технических характеристик, выпускаемых автомобилей, повышении их качества. В 1976—1980 гг. на ГАЗе завершен комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в результате которых разработаны пластмассовые детали 24 наименований для грузовых и легковых автомобилей. Это позволит обеспечить экономию 5000 т стального проката.

Разработан и рекомендован к внедрению на новом легковом автомобиле ГАЗ-3102 ряд деталей внутренней отделки салона, а также деталей сидений из пенополиуретанов (всего около 39 наименований). Из основных технологических процессов изготовления пластмассовых деталей для автомобиля

ГАЗ-3102 представляет интерес процесс декорирования облицовочных деталей из АБС-пластика под хром методом горячего тиснения полимерной фольгой вместо вакуумной металлизации.

На автозаводе разработана и внедрена установка для закалки шеек коленчатых валов шестицилиндровых двигателей. Она состоит из станка для закатки, электрооборудования и насосного агрегата. Коленчатые валы при нагреве и охлаждении вращаются. Ниже приведена краткая техническая характеристика станка для закалки:

Расход воды, м ³ /ч:	
охлаждающей	45
для закалки	48
Производительность станка, дет/ч	60—70
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	0,5

В литейных цехах внедрены прогрессивные процессы получения заготовок методом точного литья по выплавляемым и выжигаемым моделям, автоматические линии получения отливок тормозных барабанов, коленчатых валов из высокопрочного чугуна, автоматические формовочные линии, технологический процесс и оборудование для изготовления стержней в нагреваемой оснастке и др.

Например, отливки массой 1—25 кг из серого чугуна изготавливаются в комплексно-механизированном литейном цехе. Получение полуформ осуществляется на двух автоматических формовочных линиях, работающих под высоким удельным давлением прессования. Цикловая производительность каждой линии 240 форм/ч. Готовые отливки в корзинах подвесных конвейеров поступают на склад готовой продукции. На автоматах и полуавтоматах выполняется 70% всех технологических операций. Ручной труд сохраняется только на тех операциях, автоматизация которых экономически нецелесообразна.

В течение последних лет на заводе проделана большая работа по совершенствованию транспортно-складских работ. Специалистами разработаны конструкции подъемно-транспортного оборудования (кранов-штабелеров, управляемых с пола и из кабины; стел-

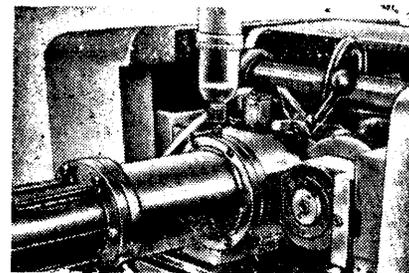


Рис. 3

лажных кранов-штабелеров с поворотным вилочным грузозахватом и роликовым многоярусным приемником; межстеллажных подъемников с ручным отбором груза; семейство специальных транспортных автомобилей и т. д.). На базе перечисленного оборудования создано 12 комплексно-механизированных централизованных складов.

В результате этих работ за годы X пятилетки производительность труда рабочих, занятых выполнением транспортно-складских и погрузочно-разгрузочных операций, увеличилась на 26%. Уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ на грузопотоках составил 87%. Годовой экономический эффект от внедрения мероприятий в области механизации и совершенствования организации транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ составил около 2 млн. руб.

Здесь рассказано лишь о некоторых представленных на выставке достижениях завода. Выставка убедительно показала, что завод располагает управляемыми и достаточно стабильными технологическими процессами, которые гарантируют получение продукции высокого качества при одновременном повышении производительности труда и улучшении его условий. Все это позволяет Горьковскому автозаводу выпускать более надежные и долговечные автомобили, успешно решать задачи, поставленные XXV съездом КПСС.

А. Н. САВЕРИНА

СТАНКИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НУЖД ОТРАСЛИ

УДК 621.9.06:629.113.0

АВТОМАТЫ, ПОЛУАВТОМАТЫ, СВАРОЧНЫЕ МАШИНЫ

Резьбонакатной одношпиндельный автомат мод. 12АР-20 (рис. 1) предназначен для одновременного накатывания правой и левой резьбы с обоих концов колесных шпилек. В качестве резьбообразующего инструмента применяется инструмент типа «ролик — сегмент».

Процесс полностью автоматизирован. Предохранительные устройства, системы смазки и охлаждения инструмента повышают надежность и долговечность работы автомата.

Техническая характеристика автомата

Производительность, шт/мин	60
Диаметр накатывания резьбы, мм	М20×1,5

Максимальная длина накатывания одного конца, мм	30
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	60
Мощность электродвигателя, кВт	9,1

Габаритные размеры, мм:	
автомата	2000×1200×2280
транспортера	2300×400×2560
Масса, кг:	
автомата	3700
транспортера	300

Разработчик и изготовитель — Государственный завод «Красная Энта».

Внутришлифовальный автомат мод. 4К-003А (рис. 2) предназначен для шлифования посадочных по-

верхностей внутренних колец приборные подшипников.

Техническая характеристика автомата

Производительность, шт/ч	300
Диаметр обрабатываемых отверстий, мм	6—12
Скорость стола (бесступенчатая), м/мин	0—3
Частота вращения шлифовального шпинделя, мин ⁻¹	36000—75000
Габаритные размеры, мм	1500×900×1500
Масса, кг	2100

Разработчик и изготовитель — ГПЗ Прецизионный двухшпиндельный автомат мод. СТ (рис. 3) предназначен для токарной обработки наружных колец подшипни-

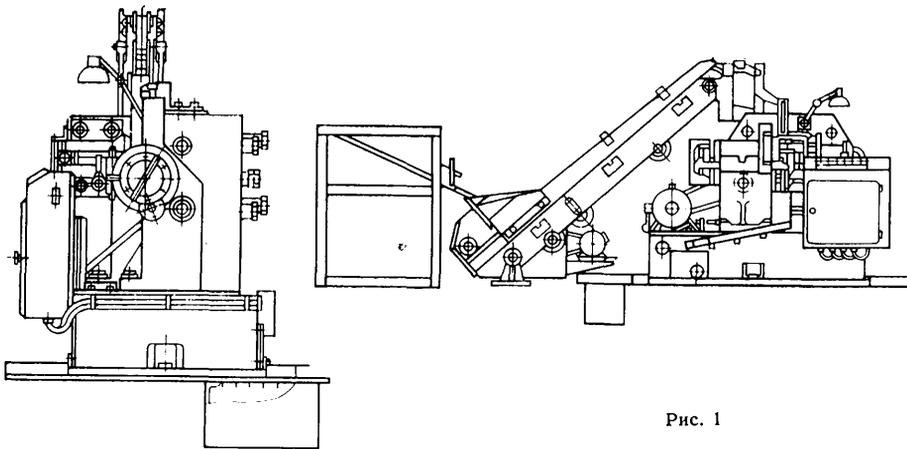


Рис. 1

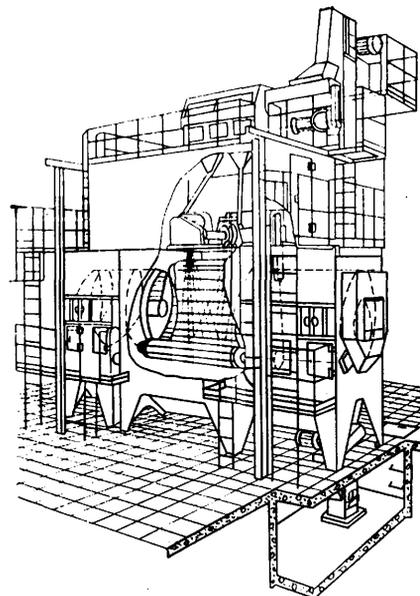


Рис. 5

Техническая характеристика автомата

Производительность, шт/ч	150—180
Диаметр обрабатываемых колец, мм:	
наружный	10—30
внутренний	7—28
Число позиций	2
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	300—5000
Загрузка	Бункерная
Габаритные размеры, мм	1400×1050×1600
Масса, кг	2000

Разработчик и изготовитель — ГПЗ-4.

вая кинематика и схема гибки, позволяющая повысить на 50% его производительность.

Техническая характеристика автомата

Производительность, шт/мин	200—300
Наибольшие размеры сгибасмой ленты, мм:	
толщина	1,0
ширина	14,0
Наибольшая длина заготовки, мм	30
Максимальное усилие гибки, кН	15
Мощность двигателя, кВт	2,2
Габаритные размеры, мм	1160×780×1630
Масса, кг	1200

Разработчик и изготовитель — Даугавпилсский завод приводных цепей.

Очистная дробеметная машина мод. АС-4745 (рис. 5) непрерывного действия предназначена для очистки от пригара и окалины стальных и чугунных отливок, поковок и штамповок, не подвергаемых бою и деформации при галтовке.

Основные узлы: рабочие камеры, загрузочные и разгрузочные барабаны, подвижный под, элеватор, сепаратор, шнековый транспортер, бункер-накопитель дробы, дробеметные аппараты.

Каркас рабочей камеры, составляющий основу машины, представляет собой сварную металлоконструкцию, на боковых стенках которой смонтирован подвижный под — бесконечная лента, набранная из пластин. Внутри загрузочных и разгрузочных барабанов установлены шнеки для перемещения отливок. Разгрузочный барабан имеет отверстия для отсева дробы. Вращение загрузочного и разгрузочного барабанов осуществляется синхронно с движением подвижного пода, через его промежуточный вал.

В нижней части машины расположен шнековый транспортер для сбора дро-

бы и перемещения ее к тачке элеватора (таких тачек на транспортере шесть; они предназначены для транспортирования: неотсепарированной дробы — из сепаратора в камеру, дробы из элеватора — в сепаратор и дробы из емкости шнекового транспортера — в элеватор, а также крупных отходов и пыли в специальные емкости или на транспортер уборки отходов).

Режим работы машины — автоматический, поэтому она может быть встроена в автоматическую поточную линию.

Техническая характеристика машины

Максимальная производительность (т/ч) при удалении с отливок:	
песка	15
окалины	12
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	70
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	0,8—2,5
Количество отсасываемого воздуха, м ³ /ч	18000
Число дробеметных аппаратов	2
Производительность дробеметного аппарата по выбросу дробы, кг/мин	770
Число электродвигателей	6
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	138,5
Габаритные размеры, мм	9260×6110×8070
Масса, кг	56370

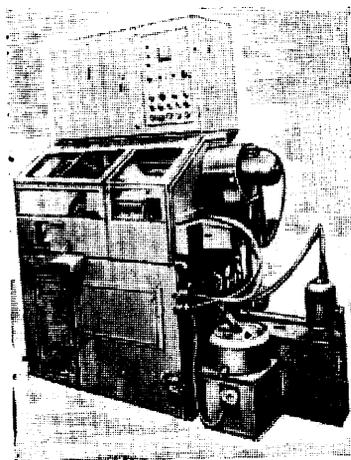


Рис. 2

Автомат АСВ-5 (рис. 4) предназначен для свертывания втулок приводных роликовых цепей ПР-12,7-900; ПР-12,7-1820; ПР-15,875-2270 (ГОСТ 13568—75) и втулок цепей 2101—1006040 (ТУ 37.004.039—64) из стальной ленты. В автомате применена принципиально но-

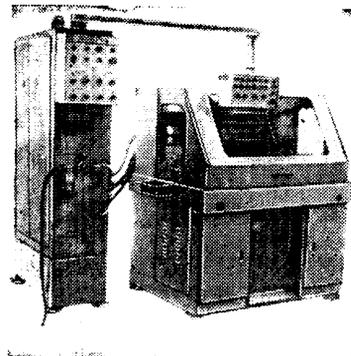


Рис. 3

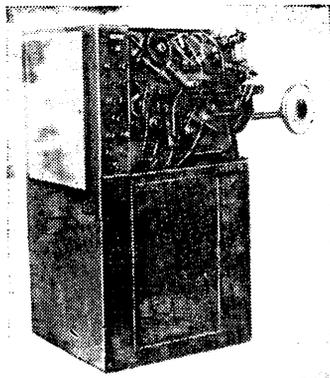


Рис. 4

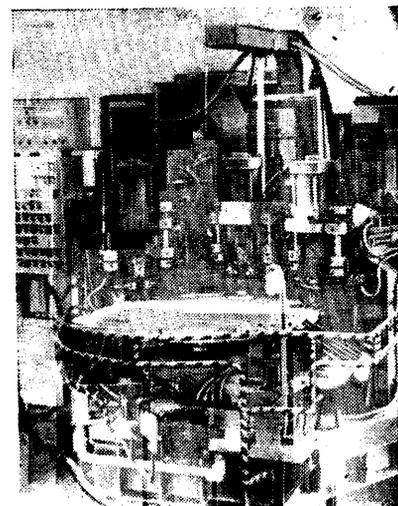


Рис. 6

Разработчик и изготовитель — Горьковский автозавод.

Машина (рис. 6) для сварки шквива вентилятора автомобилей ВАЗ состоит из трех постов сварки, механизмов поворота стола и разгрузки, имеет системы электрооборудования, пневматическую и охлаждения. Механизм поворота обеспечивает фиксацию стола на шести рабочих позициях. Работа установки полностью автоматизи-

рована (кроме операции загрузки), сварочные операции выполняются по заданной циклограмме.

Техническая характеристика машины

Производительность при 85%-ной загрузке, дет./ч	180
Число свариваемых точек	12
Толщина свариваемых деталей, мм	1,5
Число циклов сварки	2
Число сварочных трансформаторов	3

Установленная мощность, кВт	135
Давление в пневмосистеме, кПа	400—600
Привод машины	Пневматический
Охлаждение	Водяное
Габаритные размеры, мм	2040×1220×1940
Масса, кг	4650

Разработчик и изготовитель — Волжский автозавод им. 50-летия СССР.
А. З. БРОДСКИЙ,
 канд. техн. наук **В. Ф. РЖЕВСКИЙ**

УДК 621.798.1.—182.63:658.286

ТАРА ДЛЯ ПАКЕТНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ УЗЛОВ

Для ПАКЕТНОЙ транспортировки задних мостов и передних подвесок автомобиля ГАЗ-24 на Горьковском автозаводе применяется многооборотная складная тара, отвечающая современным требованиям по перевозке крупногабаритных грузов в 20-тонных контейнерах и железнодорожных вагонах.

Применяемая тара — стоечного типа (рис. 1), она состоит из основания 1, четырех стоек 5, связанных с основанием при помощи шарниров 3, и комплектов съемных приспособлений: шести опор 2 под задний мост и двух кассет 6 под переднюю подвеску (рис. 2). Для предохранения окрашенной поверхности подвески ложе опор 2 имеет резиновую прокладку 4.

Для транспортировки тары при помощи грузозахватного приспособления в ней предусмотрены отверстия диаметром 45 мм. Хранят пустую тару, располагая ее в шесть ярусов (рис. 3).

Техническая характеристика тары
 Грузоподъемность, кг 825
 Вместимость, шт 9
 Масса кассеты (с приспособлениями), кг 247
 Экономический эффект от внедрения многооборотной складной тары на Горьковском автозаводе составил 9,67 тыс. руб. в год.

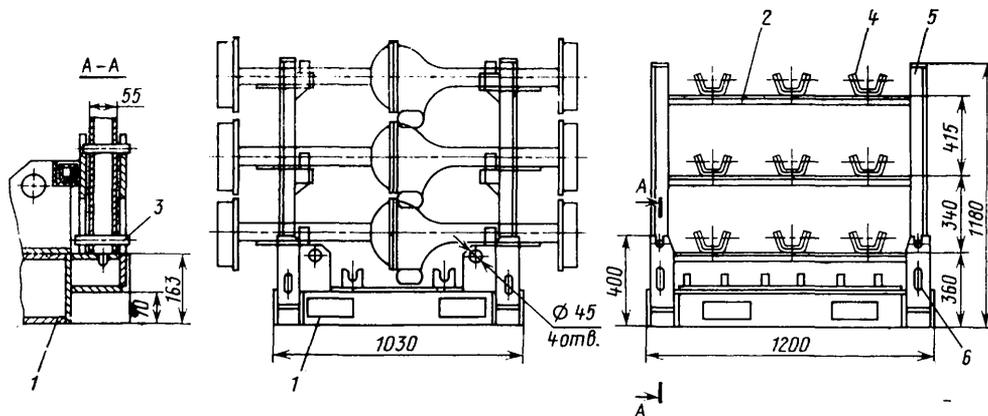
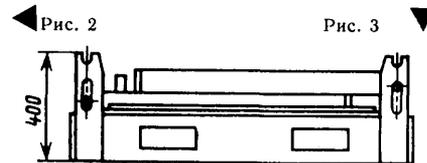
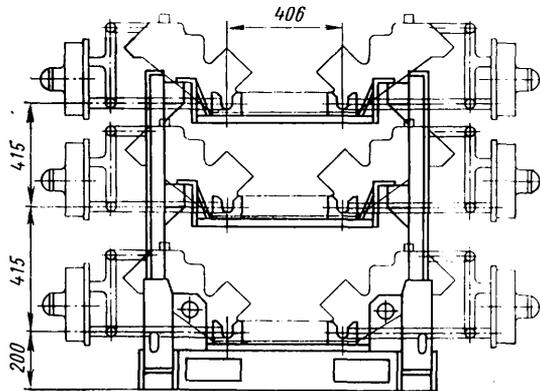


Рис. 1



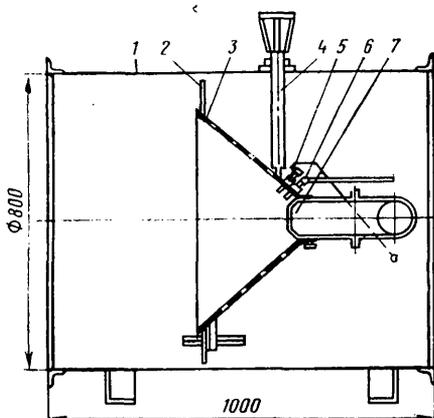
К. А. ИСАЕВ, А. Ф. ТИТОВА

УДК 66.047.45

СТРУЙНЫЕ ГАЗОГОРЕЛОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА СУШИЛЬНЫХ КАМЕР

В «ЦЕХЕ дизельных автобусов» Львовского автобусного завода уже около трех лет действует окрасочно-сушильный комплекс, в который входят девять сушильных камер, предназначенных для сушки кузова автобуса после обезжиривания, а также для сушки лакокрасочных покрытий. Каждая камера рассчитана на размещение одного кузова. Окрасочно-сушильный комплекс оборудован напольным тележечным конвейером периодического действия с шагом, равным длине одного кузова. Расчетный период сушки — 25 мин. Сушка кузовов осуществляется путем их обдува воздухом, смешанным с горячими продуктами сгорания природного газа.

Для приготовления горячей газовой-



душной смеси служит горелка со струйной стабилизацией, встроенная в воздуховод (рис. 1) и состоящая из перфорированного срезанного конуса с углом 90°С при вершине и многосопловой головке. Высота конуса 260 мм, диаметр основания 602 мм и диаметр усеченной части 92 мм. В конусе проделано 30 рядов отверстий; каждый ряд имеет по два отверстия диаметром 3, 6, 8 и 12 мм и семь отверстий

Рис. 1. Горелка, встроенная в воздуховод:
 1 — воздуховод; 2 — регулирующая шайба; 3 — перфорированный конус; 4 — датчик контроля пламени; 5 — электросвеча; 6 — запальник; 7 — многосопловая головка

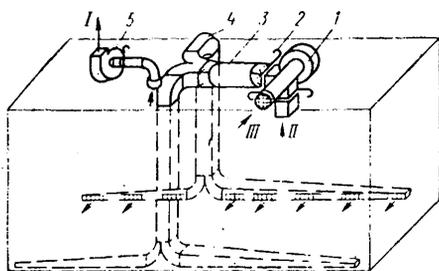


Рис. 2. Сушильная камера:

1 — вентилятор; 2 — шибер; 3 — воздуховод с горелкой; 4 — распределительные воздуховоды; 5 — вытяжной вентилятор; I — выброс в атмосферу; II — выход воздуха из камеры для дождя; III — поступление воздуха для горения газа

диаметром 10 мм. Материал конуса — листовая жаропрочная сталь толщиной 2—3 мм.

Многослоевая головка имеет 30 отверстий, причем на однопочных камерах их диаметр равен 1,6 мм, а на камерах с двумя топками — 1,4 мм.

Топки оборудованы дистанционным розжигом и автоматическим отключением подачи газа при отклонении давления газа от заданного (0,05 МПа), угасании пламени и прекращении работы рециркуляционного или выбросного вентиляторов (рис. 2). К горелкам топков вентилятор Ц14-46 под давлением 590—600 Па подает чистый воздух и отработанный теплоноситель, содержащий пары растворителя. Величина коэффициента избытка воздуха ($\alpha=3\div 5$) устанавливается при помощи шайбы 2 (см. рис. 1), которая регулирует количество паров растворителя, поступающего из сушильной камеры на дожиг, а также количество свежего воздуха (пропускает его в обход горелки), благодаря чему температу-

ра готового теплоносителя на выходе из обечайки воздухопровода составляет 520—570 К. Длина факела пламени у горелок равна 0,3—0,4 м, т. е. горение происходит в основном в пределах конуса.

Чтобы температура в сушильной камере поддерживалась постоянной, на газопроводе горелки установлен клапан, регулирующий расход газа.

Состав теплоносителя на выходе из топки и в сушильной камере следующий (в %): CO_2 — 0,8; O_2 — 19,3; CO — нет; остальное азот.

Как уже упоминалось, струйные газовые горелки и сушильные камеры эксплуатируются на заводе три года. Они просты в изготовлении, малогабаритны, при их установке отпадает необходимость в футеровке топки.

К. М. СЕХ

НОВОСТИ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ ЗА РУБЕЖОМ

УДК 629.114.6:061.5(420)

НОВЫЙ ЭКОНОМИЧНЫЙ ЛЕГКОВОЙ АВТОМОБИЛЬ ОСОБО МАЛОГО КЛАССА «МЕТРО»

ОТДЕЛЕНИЕМ Остин-Моррисконцер-на Бритиш Лейланд (Англия) выпущен новый высокоэкономичный автомобиль особо малого класса «Метро» (см. рисунок). Модель является конкурентом таких широко распространенных в Западной Европе автомобилей, как «Фиат Панда», «Рено 55», «Форд Фиеста», «Ситроен Виза Клуб», «Датсун Нерри», «Фольксваген Поло». Подобно этим автомобилям новая модель имеет привод на передние колеса, поперечно расположенный двигатель и кузов типа хэтчбек. Длина автомобиля — 3405 мм, ширина — 1549 мм, высота — 1361 мм, база — 2251 мм, колеса спереди и сзади — 1271 мм. Радиус поворота — 5,6 м.

Автомобиль «Метро» выпускается пяти модификаций: 1,0; 1,0L; 1,0HLE; 1,3S и 1,3HLS (см. таблицу). На базовой модели автомобиля («Метро 1,0») установлен четырехцилиндровый рядный длинноходный карбюраторный двигатель рабочим объемом 998 см³. Двигатель имеет следующие особенности: литой чугунный блок цилиндров, трехпорный коленчатый вал, верхнее расположение клапанов, попарно расположенные впускные и выпускные окна и вентилятор с электроприводом. Мощность двигателя 32,4 кВт при частоте вращения коленчатого вала 5250 мин⁻¹, крутящий момент 70,8 Н·м при 3000 мин⁻¹. На автомобиле установлен топливный насос с электроприводом.



В основу конструкции автомобиля заложены тенденции 80-х годов: достаточно большая вместимость, малый расход топлива и высокий уровень комфорта. Применение автоматизированного проектирования при помощи ЭВМ позволило создать трехдверный кузов вместимостью, на 20% большей, чем у аналогичного автомобиля «Фиат Панда». В трансмиссии применяется однодисковое сухое сцепление и полностью синхронизированная четырехступенчатая механическая коробка передач. Это улучшенный вариант прежних узлов, хорошо отработанных на предыдущих моделях «мини». Рулевой механизм — реечного типа. Подвески всех колес — независимые, причем передняя, выполненная на поперечных рычагах неравной длины и нижних треугольных рычагах, имеет стабилизатор поперечной устойчивости и телескопические амортизаторы, упругие элементы типа Хайдрогаз. Задняя подвеска, состоящая из продольных рычагов и упругих элементов типа Хайдро-

газ в сочетании со специальными пружинами, не имеет частей, выступающих в салон. Это обеспечивает снижение уровня пола и тем самым способствует увеличению полезной емкости кузова. На передних колесах устанавливаются дисковые тормоза, на задних — барабанные.

Автомобиль «Метро» удовлетворяет стандартам на комфорт и отделку для автомобилей более высоких классов. В качестве стандартного оборудования предлагается открывающийся люк в крыше, обогреваемое заднее стекло со стеклоочистителем и стеклоомывателем, спойлер, отформованный заодно с передней частью автомобиля. На более дорогую модель «Метро 1,3HLS», кроме названного оборудования, устанавливают очистители фар, кондиционер, стеклоподъемники с электроприводом, микрокомпьютер для расчетов параметров поездки, кассетный стереомагнитофон. На все модификации автомобиля «Метро» могут быть уста-

«Автомобильная промышленность», № 4, 1982 г.

Параметры	Модели автомобиля «Метро»		
	1,0 и 1,0L	1,0HLE	1,3S и 1,3HLS
Рабочий объем, см ³	998	998	1275
Степень сжатия	8,3	10,3	9,4
Мощность, кВт, при частоте вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	32,3/5250	33,8/5500	46,3/5600
Крутящий момент, Н·м, при частоте вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	70,8/3000	73,0/3300	97,3/3100
Масса автомобиля, кг:			
в снаряженном состоянии	743	747	754*/769
полная	1063	1067	1074*/1089
Расход топлива, л, при скорости:			
90 км/ч	5,3	4,8	5,5
120 км/ч	7,3	6,8	7,5
в городском цикле	7,4	6,8	8,6
Время разгона с места до 100 км, с	15,6	18,2	12,3
Максимальная скорость, км/ч	130	141	153

* — В числителе — для модели 1,3S, в знаменателе — для модели 1,3HLS

новлены по заказу безопасные шины Данлоп Деново 2.

Главной особенностью автомобиля «Метро» является очень высокая топливная экономичность. Например, расход топлива у модели «Метро 1,0HLE» при скорости 90 км/ч составляет всего 4,8 л на 100 км. Коэффициент лобо-

вого сопротивления $C_x=0,41$ (для сравнения: «Форд Фиеста» — 0,44, Фиат — 127 — 0,48).

Пробег автомобиля между техническими обслуживаниями — без промежуточных проверок и смены масла — составляет 20 тыс. км (или 12 месяцев эксплуатации). Такой большой пробег

и высокая топливная экономичность между очередными обслуживаниями достигнуты, в частности, благодаря повышению срока службы элементов системы зажигания, масляного фильтра, а также применению датчиков износа тормозных накладок.

Н. Ю. НЕКЛУДОВ

УДК 621.436-714.74

ЖИДКОСТНЫЕ ПОДОГРЕВАТЕЛИ DBW2010 И DBW2020 ФИРМЫ ВЕБАСТО

ЧТОБЫ поддержать оптимальный тепловой режим двигателя и системы отопления салона автобуса (или кабины автомобиля) при низких температурах окружающего воздуха, разогреть двигатель перед пуском, а также поддержать необходимую для его пуска температуру после выключения при кратковременных и длительных стоянках автомобиля, применяют специальные подогреватели. Такие подогреватели выпускают фирмы Вебасто и Эбершпрехер (ФРГ), Сирокко (ГДР). Подогреватели фирмы Сирокко, например, устанавливают на автобусах «Икарус», а фирмы Вебасто — на автобусах и автомобилях «Мерседес», «Волво».

В таблице приведены основные характеристики двух моделей подогревателей фирмы Вебасто DBW2010 и DBW2020.

Основные параметры	Модель подогревателя	
	DBW2010	DBW2020
Теплопроизводительность, кВт	9,3	23,3
Вид топлива	Дизельное	
Расход топлива, кг/ч	1,0	2,5
Номинальное напряжение, В	12 и 24	12 и 24
Потребляемая мощность, Вт	70	90
Мощность, потребляемая циркуляционным насосом, Вт	40	120
Масса, кг:		
подогревателя	15	24
циркуляционного насоса	0,8	4,2
Габаритные размеры, мм	553×203××230	657×230××282

Подогреватель DBW2020 используют, как правило, на автобусах, а DBW2010 — на грузовых автомобилях. Оба они работают независимо от двигателя и подсоединяются к жидкостным системам охлаждения автомобиля, их питание может осуществляться как от

топливного бака автомобиля, так и от специального бачка.

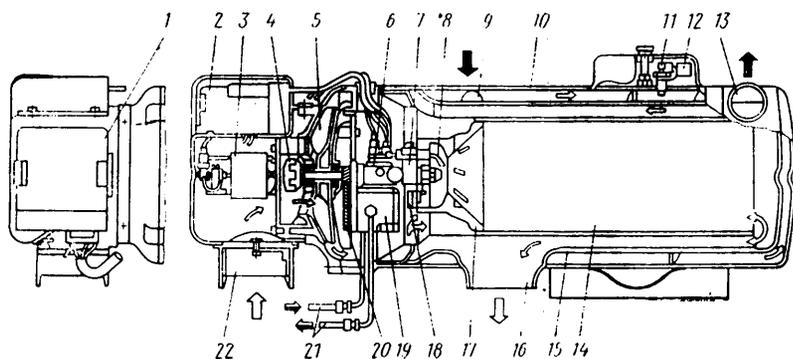
Рассмотрим конструкцию и принцип действия подогревателя DBW2020. Он (см. рисунок) состоит из двух основных узлов: горелки и теплообменника. Горелка предназначена для распыления и поджигания топлива и включает в себя электродвигатель, приводящий во вращение вентилятор подачи воздуха в камеру сгорания и топливный шестеренчатый насос (электродвигатель подогревателя), форсунку с запорным электромагнитным клапаном, источник высокого напряжения и электроды зажигания. Теплообменник представляет собой котел с жидкостной рубашкой и внутренним оребрением. Камера сгорания выполнена в виде трубы из жаропрочной нержавеющей стали, все остальные детали теплообменника — из обычной нелегированной стали толщиной 2 мм. На теплообменнике расположены термopредохранитель и биметаллические датчики температуры. Циркуляционная жидкость в теплообменнике подогревателя и в системе охлаждения двигателя обеспечивает центробежный насос с приводом от электродвигателя — циркуляционный насос.

Чтобы поддержать заданный температурный режим жидкости, применяют датчики температуры двух типов. Датчик температуры, у которого чувствительным элементом является церезин, устанавливают в трубопроводе, отводящем нагретую жидкость из подогревателя. Он регулирует температуру в пределах 346—351 К (73—78°C). Датчик с биметаллической прыгающей шайбой (по типу отечественного датчика ТМ108) устанавливают непосредственно на теплообменнике. Для отключения подогревателя в аварийных случаях на теплообменнике предусмотрен термopредохранитель одноразового действия.

Для поджигания топливной смеси при пуске подогревателя используют

источник высокого напряжения, который представляет собой высоковольтный трансформатор с электромеханическим прерывателем (в последних образцах подогревателей — с электронным коммутатором). Его устанавливают на кожухе горелки. Высокое напряжение (~18 кВ) подается на два игольчатых электрода, расположенных вблизи форсунки, только при пуске подогревателя и отключателя после начала устойчивого горения. Блок управления подогревателем крепится на кожухе горелки. Он представляет собой электронное реле времени с выдержкой 10, 15 и 150 с и работает по заданной программе.

Для включения подогревателя необходимо замкнуть цепь его насоса. При этом включаются циркуляционный насос и вентилятор подогревателя. В течение 15 с происходит предварительная продувка камеры сгорания и создается давление в топливной системе (топливный насос снабжен редукционным клапаном). Через 15 с автоматически включается электромагнит клапана форсунки и источник высокого напряжения. Происходит воспламенение топлива, после чего источник высокого напряжения отключается. Сигнал к отключению подает фоторезистор, освещенный пламенем горелки. Если в течение 10 с по какой-либо причине воспламенение не произошло, автоматически выключается клапан форсунки и подача топлива прекращается. В случае срыва пламени из-за кратковременного прекращения подачи топлива или по другим причинам клапан форсунки также будет выключен, что обеспечит пожаробезопасность подогревателя. Принудительное выключение подогревателя осуществляется тем же выключателем, что и включение. При этом выключается клапан форсунки и прекращается подача топлива, однако электродвигатель подогревателя и циркуляционный насос продолжают работать в течение 150 с, обеспечивая работу камеры сгорания и охлаждения



Общий вид подогревателя DBW2020:

1 — блок управления подогревателем; 2 — источник высокого напряжения; 3 — электродвигатель подогревателя; 4 — муфта; 5 — крыльчатка вентилятора для подачи воздуха на горение; 6 — электромагнитный клапан; 7 — форсунка; 8 — электроды зажигания; 9 — входной патрубок для теплоносителя; 10 — теплообменник; 11 — термopредохранитель; 12 — регулирующий биметаллический термостат; 13 — выходной патрубок для теплоносителя; 14 — камера сгорания; 15 — оребрение; 16 — выпускной патрубок для отработанного; 17 — завихритель; 18 — датчик контроля пламени (фоторезистор); 19 — топливный насос; 20 — шестеренчатый насос; 21 — топливопроводы; 22 — входной патрубок с регулировкой подачи воздуха на горение

теплообменника. Через 150 с они автоматически выключаются. Циклическое включение и отключение подогревателя при движении или для подогрева работающего двигателя во время длительной стоянки автомобиля осуществляется по сигналам датчиков температуры жидкости: он включается при температуре жидкости, равной 346 К (73°C), и выключается при температуре 351 К (78°C).

Электрическая схема подогревателя предусматривает его автоматическое включение (с помощью часового механизма) в заранее определенное время суток. Это дает возможность заблаговременно прогреть двигатель при низких температурах окружающего воздуха до прихода водителя и без его участия.

К конструктивным особенностям подогревателей фирмы Вебасто (например, по сравнению с подогревателями фирмы Сирокко) следует отнести, во-первых, систему распыления топлива через форсунку высокого давления (~0,1 МПа), что обеспечивает высокое качество распыления и процесса горения; во-вторых, легкий доступ к деталям и узлам за счет шарниров, с помощью которых горелка крепится к теплообменнику.

В заводских условиях заданный состав отработавших газов (следовательно, и теплопроизводительность) подогревателя устанавливается путем изменения подачи воздуха в камеру сгорания при помощи специальной заслонки, расположенной во входном патрубке кожуха горелки.

При установке подогревателя на автомобиле должен выполняться ряд условий. В частности, оговаривается длина, сечение и число изгибов трубопроводов для отработавших газов; его положение относительно двигателя (следует располагать возможно ниже); допустимая вязкость топлива при отрицательных температурах и др.

Применение подогревателей, работающих в автоматическом режиме в условиях особо низких наружных температур, не только обеспечивает функционирование системы отопления автомобиля или автобуса, но и позволяет экономить топливо и моторесурс двигателя за счет возможности его выключения при стоянках автомобиля, а также рабочее время водителя.

В. А. ПЕТРОВ, Е. М. КУЗНЕЦОВ

КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

Р. В. Кугель. **Надежность машин массового производства.** М.: Машиностроение, 1981, 244 с.

На XXVI СЪЕЗДЕ КПСС проблема повышения надежности машин названа одной из важнейших проблем науки и производства. Поэтому выход в свет рецензируемой книги является весьма своевременным: в ее семи главах рассмотрены вопросы обеспечения надежности машин массового производства, в том числе автомобилей.

Во вводной главе рассматриваются возможности управления надежностью автомобилей на всех этапах их «жизненного цикла» — при проектировании, производстве, эксплуатации. Автор поставил перед собой трудную, но, по его мнению, выполнимую задачу — учесть все, что связано с надежностью автомобильной техники и ее основных агрегатов, в частности, операции технического обслуживания, отказы, замену деталей, узлов и агрегатов, а также соответствующие затраты.

Во второй главе проанализированы показатели надежности. Особое внимание уделено рассеиванию показателей надежности, которое оказывает огромное влияние на все аспекты управления надежностью: характеристикам рассеивания и его причинам, видам отказов и закономерностям рассеивания различных случайных величин; сдвигам распределений, важных для обеспечения надежности изделия; показателям надежности, позволяющим дать раздельную оценку детали, агрегата, автомобиля в целом. Большой интерес представляет анализ различных источников статистической информации, тех погрешностей и типовых ошибок, которые при этом встречаются.

В третьей главе дано определение равнопрочности детали, узла, автомобиля. проделан разбор ошибок, которые могут возникнуть при стремлении свести к минимуму число одновременных отказов и трудоемких разборок узлов и агрегатов, предложена система основных, минимальных по числу и наиболее информативных, а также дополнительных показателей, оценивающих степень равнопрочности. Неравнопрочность (равнопрочность) характеризуется косвенно, через последствия ее нарушения, или непосредственно, путем сопоставления ресурсов элементов автомобиля. В особую группу автор выделяет сложные отказы, устранение которых дает значительный технико-экономический эффект.

Глава четвертая посвящена нормированию показателей надежности автомобиля. В ней рассмотрены основы практики нормирования, методы анализа норм и экономические аспекты нормирования надежности, приведены основные положения, которые следует учитывать при разработке требований к надежности изделий массового и крупносерийного производства. Экономические соображения, приведенные в этой главе, подчинены главному положению — учитывать взаимосвязь начальной стоимости автомобиля, его надежности и эксплуатационных расходов. Автор обращает внимание читателя на возможные трудности при оптимизации надежности по экономическому критерию и дает рекомендации по их преодолению.

Пятая глава содержит информацию об основных принципах и практике назначения гарантийных сроков наработки для автомобильной техники у нас в стране и за рубежом. Автор подчерки-

вает прогрессивность принципа дифференцирования гарантий.

В шестой главе освещены вопросы, имеющие большое народнохозяйственное значение, — старение, ремонт и списание автомобилей. Показано типичное изменение состояния конструкций с течением времени, перечислены количественные характеристики этих процессов и сформулированы выводы, которые рекомендуются учитывать в практике управления надежностью автомобилей. Здесь же приведены рациональные критерии предельных состояний автомобилей и их элементов, дана классификация критериев предельного состояния. При изложении вопросов, связанных с ремонтопригодностью и ремонтом, показаны основные трудности и нерешенные проблемы как в организации ремонта серийных автомобилей, так и в создании ремонтнопригодных конструкций. Рассмотрены основные и наиболее распространенные ошибки при назначении сроков описания автомобилей, показано, что только системный подход с учетом общегосударственных интересов может привести к наиболее рациональному решению.

В седьмой главе приведены данные по надежности грузовых и легковых автомобилей СССР, США, Англии и ФРГ и, кроме того, легковых автомобилей Швеции и Франции, надежности отечественных и зарубежных тракторов, в том числе особенности проявления разного уровня их надежности. Особое внимание уделено вопросам надежности двигателей автомобилей и тракторов: исследуются причины их отказов, энергонапряженность, связь надежности с форсированием и дефорсированием, соотношение надежности карбюраторных дви-

УДК 629.113—192

гателей и дизелей, особенности их эксплуатации.

Все эти вопросы, безусловно, интересны. Вместе с тем, некоторые положения книги представляются нам спорными. Например, Р. В. Кугель считает, что часто применяемый термин «ресурс машины (автомобиля)» не характеризует

запас ее работоспособности, поскольку представляет собой наработку некоей условной «инвентарной единицы» из комплекта неизвестно когда замененных деталей, узлов, агрегатов разного возраста и наработки, направляемых по каким-то причинам в капитальный ремонт или на списание. Однако предложение авто-

ра — вести учет ресурсов основных агрегатов и узлов — дано в общем виде, не детализировано.

В целом, рецензируемая книга станет ценным пособием для инженерно-технических работников, занятых обеспечением надежности автомобилей и других машин массового производства.

Доктора техн. наук
Б. А. ДИДУСЕВ, Р. В. РОТЕНБЕРГ

РЕФЕРАТЫ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

УДК 629.113.042.2

Расчет характеристик сил в колебательной системе «оператор — сиденье». Нахтигаль Н. Г. Ред. журн. «Автомобильная промышленность». М., 1981, 15 с., библиогр. 9 назв. (Рукопись деп. в НИИНавтопроме 17.04.81, № Д 623).

Приведена методика проектного расчета упругой и диссипативной сил в линейной виброзащитной системе. Считаются известными дисперсии возмущающего воздействия и его скорости, критерии плавности хода. Приведены примеры проектного и поверочного расчетов. Методика расчета обладает большой универсальностью.

УДК 629.113

Определение параметров реологической модели пневматической шины. Водяник И. И. Ред. журн. «Автомобильная промышленность». М., 1981, 7 с., библиогр. 6 назв. (Рукопись деп. в НИИНавтопроме 12.06.81, № Д 634).

Изучение процессов взаимодействия автомобильного колеса с дорогой неизбежно связано с анализом деформируемости пневматической шины. Исследования показали, что применение реологической модели позволяет получить аналитическое описание этих процессов, а также соответствующие уравнения для расчета напряжений в контакте и сопротивления качению.

Проверка формул показала, что степень соответствия результатов выполненных по ним расчетов экспериментальным значениям показателей взаимодействия колес с дорогой зависит от достоверности исходных данных. Это, прежде всего, относится к параметрам реологической модели пневматической шины. В статье рассмотрены приемы их определения по результатам статических и динамических испытаний колеса.

УДК 629.113:629.11.012.8

Оптимизация динамических систем колесных машин при случайных дорожных возмущениях. Фурунжиев Р. И., Исмаилов А. Я. Ред. журн. «Автомобильная промышленность». М., 1981, 17 с. ил. 2, библиогр. 6 назв. (Рукопись деп. в НИИНавтопроме 14.07.81, № Д 642).

Приведена методика стохастической оптимизации на ЭВМ колебательных систем колесных машин, подверженных случайным дорожным возмущениям. Рассмотрена математическая модель продольно-угловых колебаний автомобиля БелАЗ-549А. На стадии проектирования путем изменения параметров подвески сделана попытка уменьшить динамические нагрузки на шину и вертикальные ускорения сиденья водителя. С применением эффективных алгоритмов оптимизации найдены оптимальные параметры подвески рассмотренного автомобиля.

УДК 629.113.004.67

Повышение точности сборки при ремонте и изготовлении машин. Голубничий Н. Т. Ред. журн. «Автомобильная промышленность». М., 1981, 16 с., библиогр. 7 назв. (Рукопись деп. в НИИНавтопроме 16.11.81 г., № Д 665).

Рассмотрены теоретические основы обоснования точности сборки механизмов машин в ремонтном производстве на основе анализа размерных цепей. Влияние погрешностей взаимного положения деталей на точность сборки исследовано на примере кривошипно-шатунного механизма двигателя.

В качестве замыкающего звена взят перекос поршня в цилиндре. Выявлены требования к погрешностям составляющих звеньев при заданном значении перекоса поршня. Анализ выполнен с помощью математического моделирования технологических приемов обеспечения точности сборки.

Рекомендуемая методика позволяет решить задачу достижения требуемой точности сборочной операции расчетным путем. Численные значения для конкретных производственных условий могут быть получены на ЭВМ.

Уважаемые читатели!

Подписку на последующие номера журнала
«Автомобильная промышленность»
можно оформить в любом отделении связи
до 1-го числа предподписного месяца.

Журнал распространяется только по подписке

Технический редактор *Е. П. Смирнова*

Корректор *А. П. Сизова*

Сдано в набор 05.02.82.
Формат 60×90¹/₈

Печать высокая.

Подписано к печати 25.03.82.
Усл. печ. л. 5,0 Уч. изд. л. 7,88

Тираж 10159 экз.

Т-05025
Заказ 59

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

Подольский филиал ПО «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном Комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru



Государственный внутренний выигрышный заем 1982 г.

Этот заем выпущен сроком на 20 лет с 1 января 1982 г. до 1 января 2002 г.

Облигации займа свободно продаются и покупаются сберегательными кассами.

Облигации займа выпущены достоинством в 50 и 25 руб. Облигация достоинством в 25 руб. является половиной пятидесятирублевой облигации. По облигациям займа доход выплачивается в форме выигрышей.

Выигрыши по займу установлены в размере 10.000, 5.000, 2.500, 1.000, 500, 250 и 100 руб. на пятидесятирублевую облигацию, включая нарицательную стоимость облигации (по облигациям достоинством в 25 руб. выплачивается половина выигрыша).

Владелец выигрыша в 10.000 руб. имеет право на внеочередную покупку автомобиля «Волга» или легкового автомобиля того же класса, а выигрыша в 5.000 руб. — автомобиля другой марки классом ниже. Разница между стоимостью автомобиля и суммой выигрыша вносится владельцем выигравшей облигации.

В течение двадцатилетнего срока займа проводится 160 тиражей выигрышей — 8 тиражей ежегодно в следующие сроки: 15 февраля, 30 марта, 15 мая, 30 июня, 15 августа, 30 сентября, 15 ноября и 30 декабря.

В эти же сроки будут проводиться тиражи выигрышей по Государственному 3%-ному внутреннему выигрышному займу 1966 г.

После проведения 30 июня 1986 г. последнего тиража по займу 1966 г. владельцам облигаций предоставляется право до 1 июля 1987 г. обменять их в сберегательных кассах на облигации Государственного внутреннего выигрышного займа 1982 г. на льготных условиях, т. е. без уплаты курсовой разницы.

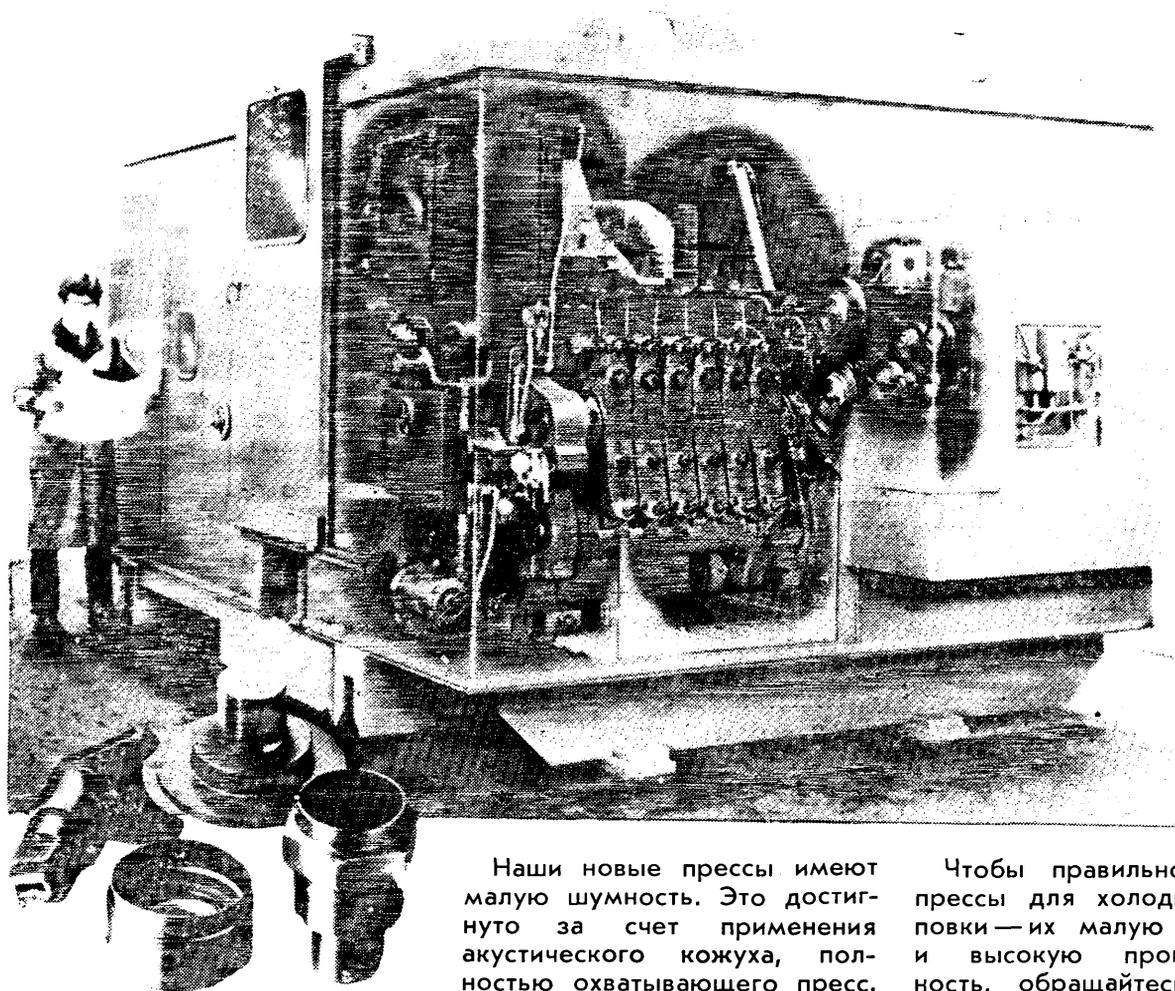
Выигравшие облигации займа 1966 г., а также облигации этого займа, подлежащие выкупу по их нарицательной стоимости, могут быть предъявлены к оплате до 1 июля 1988 г.

Находящиеся в настоящее время у населения облигации Государственного 3%-ного внутреннего выигрышного займа 1966 г. по-прежнему свободно покупаются сберегательными кассами и участвуют в тиражах выигрышей, которые будут проводиться до истечения срока займа (до 1 июля 1986 г.).

Облигации Государственного внутреннего выигрышного займа 1982 г. являются удобной и выгодной формой хранения денежных сбережений населения.

ПРАВЛЕНИЕ ГОСТРУДСБЕРКАСС СССР

СКОРОСТНАЯ БЕСШУМНАЯ ШТАМПОВКА



Наши новые прессы для холодной штамповки S3 обладают повышенной производительностью — до 150 деталей в минуту (с применением пяти или шести сменных штампов), в том числе сложных по форме и в обработке традиционными методами (некоторые из них изображены на рисунке).

Наши новые прессы имеют малую шумность. Это достигнуто за счет применения акустического кожуха, полностью охватывающего пресс. Выполненный как единое целое кожух изготовлен с учетом особенностей конструкции прессы, а пресс — с учетом особенностей его конструкции. Это и есть инженерный подход к проблеме борьбы с шумом.

Кожух служит также масляным резервуаром и обеспечивает быстрый и легкий доступ к местам наладки и технического обслуживания прессы.

Чтобы правильно оценить прессы для холодной штамповки — их малую шумность и высокую производительность, обращайтесь за консультацией по телефону (419) 447-5211, фирма «Нейшнел Мэшинери».



National Machinery G.M.B.H.
8500 Nuernberg, Regensburger Str. 420
Postbox 3341, Tel. 0911/400011
BRD

Приобретение товаров у иностранных фирм осуществляется организациями и предприятиями в установленном порядке через МИНСТЕРСТВА и ВЕДОМСТВА, в ведении которых они находятся.

Запросы организации на проспекты и каталоги по данному объявлению следует направлять по адресу: 113461, Москва, Каховка, корп. 2, В/О «Внешторгреклама», фирма «Инореклама».

Ссылайтесь на № 3707-82/111/14-48

В/О «ВНЕШТОРГРЕКЛАМА»