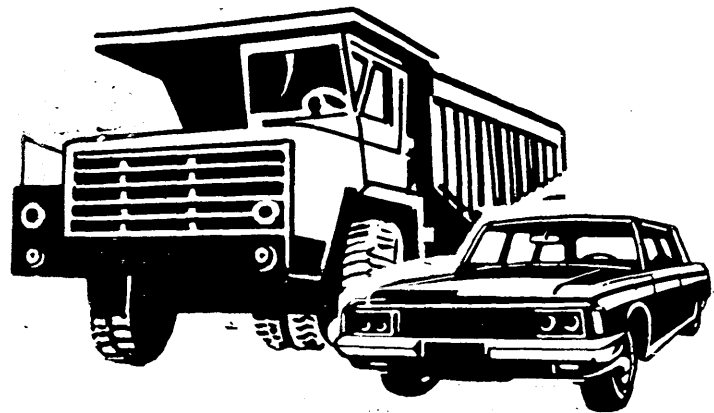


АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ 1983

9



СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- М. А. Масино — Важное средство экономии металла и обеспечения потребителей автомобильными деталями 1
- Ю. И. Побежимов, Б. Г. Рохленко, Н. В. Юган — Экономическая эффективность входного контроля комплектующих изделий 3

ДВИГАТЕЛИ

- Н. С. Ханин, Г. Г. Тер-Мкртчян — Понижение скоростного режима двигателей — резерв улучшения их топливной экономичности и технического уровня 4
- А. В. Моравский, А. А. Шейпах — Методы изготовления керамических деталей двигателей 8
- Ю. Г. Горнушкин, С. Н. Штинников, Ю. С. Григорьев — Пробоотборное устройство для испытания мотоциклов на токсичность отработавших газов 9

АВТОМОБИЛИ

- С. Ф. Безверхий, В. Н. Белокуров, Г. А. Самойлов — Эффективность экспериментальных исследований и снижение металлоемкости автомобилей 10
- В. Н. Барун, В. Н. Белокуров, П. Д. Павленко — Снижение металлоемкости несущей системы автомобиля-самосвала КамАЗ 12
- Н. П. Гавриленко — Уменьшение конструктивной высоты пружин подвесок автомобилей — резерв экономии металла 14
- М. А. Корнилов — Гнутые профили проката в конструкции автомобиля-самосвала 16
- М. Ю. Малинин, В. И. Воронов, В. А. Козлов — Повышение несущей способности балки передней оси грузовых автомобилей 16
- Е. И. Слоущер, А. С. Ефанов, С. А. Воронцов, В. Е. Тольский — Снижение уровня структурного шума в кабине автомобилей БелАЗ 18
- А. А. Капустин — Аэродинамическое взаимодействие автомобилей при их движении на близких расстояниях 19

ТЕХНОЛОГИЯ, МАТЕРИАЛЫ

- И. А. Быков — Перспективы развития холодной объемной штамповки в автомобилестроении 21
- А. И. Храменков, В. И. Шмидт, Н. И. Бех, Э. Н. Корниенко, В. А. Мальев, В. Я. Петрунько — Производство чугуна с шаровидным графитом для деталей ходовой части автомобиля 23
- М. С. Теленченко, Н. И. Юруц, В. В. Теленченко — Локализация нагрузки при испытаниях косозубых зубчатых колес 25
- Б. Б. Бобович, Н. К. Болтачева — Пористо-монолитные ПВХ-пленки для отделки интерьера автомобилей 26
- Е. А. Саутенкова, И. П. Хайневский, С. Л. Покровская, Н. В. Ключкина — Новая обивочная ткань для грузовых автомобилей и автобусов 28

ИНФОРМАЦИЯ

- На ВДНХ СССР
- В. Б. Паутова — Они награждены медалями ВДНХ 28
- Новые нормативные материалы
- Л. Т. Саркисянц, Ю. С. Темиров — Отраслевая система управления охраной труда
- Станки и оборудование для нужд отрасли
- В. Ф. Ржевский, А. З. Бродский — Специальное технологическое оборудование, разработанное другими отраслями машиностроения 31
- Отечественное автомобилестроение
- И. Г. Баранник, А. А. Здановский, Л. П. Наумова — Типаж основных изделий электрооборудования и приборов для автомобилей и автобусов на 1981—1990 гг. 33
- Н. Я. Лирман — Всесоюзный автомобильный испытательный пробег 1933 г. 34
- Автомобилестроение за рубежом
- Л. В. Никифоров — Подшипниковые материалы 37
- И. Г. Рузаев — Автомобильные воздухоочистители с КФЭ 38

КРИТИКА И ЕИБЛИОГРАФИЯ

- Рефераты депонированных статей 40

Главный редактор А. П. БОРЗУНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- И. В. Балабин, В. М. Бусаров, А. В. Бутузов, А. М. Васильев, М. А. Григорьев, К. П. Иванов, Б. Г. Карнаухов, А. С. Кобзев, А. В. Костров, А. М. Кригер, А. М. Кузнецов, Ю. А. Купеев, И. С. Лунев, А. А. Невелев, И. В. Орлов, А. Н. Острвцев, А. Д. Просвирнин, З. Л. Сироткин, Г. А. Смирнов, В. В. Снегирев, С. М. Степашкин, А. И. Титков, Е. А. Устинов, В. А. Фаустов, В. Н. Филимонов (зам. гл. редактора), Б. М. Фиттерман, Н. С. Ханин, С. Б. Чистозвонсов, М. М. Шурыгин
- Ордена Трудового Красного Знамени издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

Автомобильная Промышленность

9

СЕНТЯБРЬ
1983

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1930 года

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Москва, «Машиностроение»



УДК 658.511.2:629.113.004.67

Важное средство экономии металла и обеспечения потребителей автомобильными деталями

Д-р техн. наук М. А. МАСИНО

Ленинградский инженерно-строительный институт

ИЗВЕСТНО, что в соответствии с Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [1] капремонт агрегатов должен обеспечивать последним пробег не менее 80% норм, установленных для новых агрегатов. Если исходить из этого, то резонно требовать, чтобы и стоимость ремонта агрегатов не превышала 80% стоимости их производства и даже была бы ниже этого уровня. Реальны ли такие требования?

Перечень и содержание операций по сборке, регулировке, приработке и испытанию агрегатов при изготовлении и их капитальном ремонте почти аналогичны. Однако при капитальном ремонте есть операции, которых нет при изготовлении новых агрегатов (разборка, мойка, сортировка деталей и др.). Кроме того, капитальный ремонт даже в случаях, когда он выполняется на автозаводе, не может быть массовым производством, следовательно, и механизация труда здесь ниже. Все это сказывается на стоимости. Поэтому единственной реальной возможностью относительной экономии средств при капитальном ремонте является повторное использование деталей, так как в этом случае исключаются затраты на материал и изготовление полуфабрикатов деталей (отливок, поковок, штамповок). А они достаточно велики. Например, себестоимость материала и изготовления полуфабрикатов деталей грузового автомобиля в среднем составляет 70—75% полной себестоимости их производства, легкового — 60—65%. При восстановлении же детали заготовкой служит она сама. Расходы на ремонтные материалы [2] в среднем не выше 6—8%, т. е. они меньше, чем при изготовлении новой детали,

в 10—12 раз. На неспециализированных ремонтных заводах в мелкосерийных масштабах восстановления деталей затраты на заработную плату, напротив, в среднем в 2,0—2,5 раза выше, чем при их изготовлении, хотя в первом случае обрабатываются только отдельные поверхности, по которым, кроме того, выполняется меньшее число операций и переходов. Если же программа восстановления составляет 30—35 тыс. деталей в год, то, как показывают расчеты, расходы на заработную плату могут быть уменьшены примерно вдвое, т. е. приблизиться к аналогичным расходам на производство новых деталей. В принципе существует альтернатива восстановлению — переплавка изношенных деталей и изготовление из них деталей вновь. Однако при повторных переплавках и нагревах (учитывая необходимость изготовления промежуточного продукта — стального металлопроката и переработки стружки) до 50% металла теряется безвозвратно на угар и окалину, требуются дополнительные мощности по производству запасных частей и т. д., поэтому переплавку деталей вместо их восстановления нельзя считать целесообразной.

Поскольку экономический эффект при капитальном ремонте агрегатов обеспечивается за счет повторного использования деталей, а при восстановлении деталей — за счет экономии на материалах и изготовлении заготовок, то восстанавливать целесообразно не любые детали, а только дорогостоящие и металлоемкие, т. е. те, которые отличаются значительной массой и при производстве которых расходы на материал и изготовление полуфабрикатов являются доминирующими (например, более 40—50% полной себестоимости изготовления).

Исходя из этого по специально разработанной методике была определена минимальная типовая групповая номенклатура подлежащих восстановлению деталей, благодаря которой легко определяются их конкретные номенклатуры. Они сравнительно невелики и включают, в зависимости от модели автомобиля, детали 60—70 наименований. Вместе с тем удельный вес последних по массе и себестоимости производства весьма значителен. Например, для передних и задних мостов автомобиля ЗИЛ-130 по преysкуртанной цене он составляет 54,5—60%, а по массе металла — 73—74%.

Так как целесообразность восстановления деталей конкретных наименований и эффект от него по отношению к производству определяют в первую очередь экономия на материалах и полуфабрикатах, то экономический эффект от восстановления может довольно точно прогнозироваться еще на стадии проектирования и производства деталей на автозаводах. В качестве примера на рис. 1 и 2 показаны усредненные расчетно-экспериментальные зависимости (кривые 1), построенные на основании обработки данных о производстве на автозаводах и восстановлении на ремонтных предприятиях 36 наименований восстанавливаемых деталей грузовых автомобилей ЗИЛ-130, ГАЗ-53А, семейства МАЗ-500 и 500А. Расчетно-экспериментальные зависимости аппроксимированы при расчете на ЭВМ «Наири-2» по специальной программе (кривые 2) (методика приведена в работе [3]).

Из рисунков видно, что экономия $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ от восстановления деталей существенно увеличивается с ростом расходов S на материалы и полуфабрикаты при производстве. Например, при росте этого показателя с 50 до 90% суммарной себестоимости производства относительная экономия от восстановления возрастает с 23—26 до 53—60%. Кроме того, из сравнения кривых на рис. 1 и 2 можно заметить, что при росте расходов на материалы и полуфабрикаты абсолютная экономия (в руб.) увеличивается в значительно большей степени, чем экономия относительная (в %): соответственно в 4,83 и 2,40 раза, т. е. примерно вдвое. Указанное различие объясняется влиянием на экономию в денежном выражении первоначальной себестоимости изготовления деталей, которая во многом зависит от их массы, изменяющейся обычно в том же направлении, что и расходы на материалы и полуфабрикаты.

В целом укрупненные расчеты показывают, что при обеспечении необходимого качества ремонта и последующего межремонтного ресурса тех агрегатов, на которых устанавливаются восстанавливаемые детали, их капитальный ремонт по сравнению с производством новых агрегатов позволяет сократить расход металла на 50—70% и получить от восстановления деталей среднюю экономию в размере 35—40% их первоначальной заводской стоимости. Если же учесть возможность относительного сокращения расходов на заработную плату при организации восстановления деталей в крупносерийных и массовых масштабах, то цифры окажутся еще больше. Причем характерно, что поскольку экономия на заработной плате при увеличении производственной программы достигается в основном за счет механизации и автоматизации механической обработки, экономический эффект оказывается выше для тех деталей, при изготовлении которых удельный

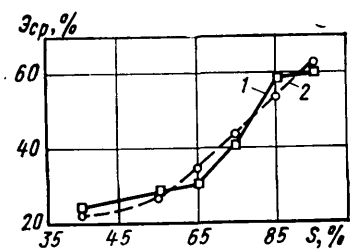


Рис. 1

расход материалов и полуфабрикатов меньше, т. е. для деталей, удельный вес механической обработки в структуре себестоимости которых велик. Напротив, для деталей, особенно дорогих по материалу и себестоимости производства заготовки (при стоимости материалов и полуфабрикатов, составляющих около 70% суммарной себестоимости их изготовления), экономия по данной статье расходов становится незначительной. В связи с этим оптимальную производственную программу восстановления деталей целесообразно определять дифференцированно — как в зависимости от количества деталей на автомобиле, коэффициентов их восстановления и сменности, специфики способов восстановления и т. д., так и

в соответствии с их массой, процентом расходов на материалы и полуфабрикаты в суммарной себестоимости изготовления.

Для установленной групповой номенклатуры восстанавливаемых деталей целесообразный интервал производственной программы находится в основном в пределах от 20 тыс. шт. в год (для блоков цилиндров двигателей, картеров коробок передач) до 200 тыс. шт. (для шатунов, гильз цилиндров,

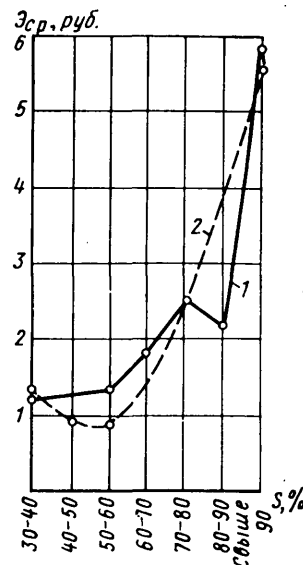


Рис. 2.

клапанов двигателей, шкворней). Однако окончательный вывод о целесообразности масштабах (в номенклатурном выражении) производственной программы восстановления делается с учетом обеспеченности ремонтным фондом, расходов на транспортировку его и восстановленных деталей. Дело в том, что практика восстановления деталей на существующих АРЗ характеризуется значительно меньшими, чем приведенные выше, объемами восстановления деталей. Одна из причин этого — недостаток ремонтного фонда. Между тем мелкие ремонтные предприятия, которых пока большинство, восстановлением деталей, тем более под номинальный размер, практически не занимаются и передают их в металлолом. По более узкой номенклатуре, но зато в значительно больших масштабах отправляют в металлолом подлежащие восстановлению детали грузовых автомобилей автотранспортные предприятия: статистика и расчеты показывают, что на каждые 100 автомобилей наиболее массовых моделей ежегодно отправляется от 2,5 до 5,0 т деталей, имеющих износ отдельных рабочих поверхностей.

К этому следует добавить, что если преимущества фирменного ремонта агрегатов очевидны, то для восстановления деталей наличие фирменных барьеров не обязательно. Следует, в целях повышения качества и производительности, разработать такие технологические групповые процессы восстановления деталей, при которых в каждую группу будут входить детали автомобилей разных моделей, но одинаковых наименований, а иногда и разных, но во всех случаях однотипных по технологии восстановления. Целесообразно поэтому, в особенности для восстановления под номинальный размер рабочих поверхностей деталей, наличие предприятий, специализирующихся на централизованном восстановлении деталей нескольких моделей автомобилей, например, ГАЗ-53, ЗИЛ-130, семейства МАЗ-500 и МАЗ-500А. Такое совмещение позволит обеспечить эти предприятия ремонтным фондом при наличии оптимальной, с точки зрения заводской себестоимости, программы.

Что касается транспортных расходов на перевозку деталей, то они, по сравнению с другими видами расходов, невелики, но существенно зависят от массы деталей, возрастая с ее увеличением. Выполненные расчеты показывают, что если ограничить транспортные издержки по перевозке восстанавливаемых деталей на специализированное предприятие и обратно до 25% от экономии за счет их восстановления, такие специализированные предприятия могли бы обслуживать, например, Северо-Западный район страны со средним плечом подвоза 400 и максимальным 800 км.

1. *Положение* о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. М.: Транспорт, 1972. 56 с.

2. *Масино М. А.* Организация восстановления автомобильных деталей. М.: Транспорт, 1981. 176 с.

3. *Аппроксимация* экспериментальных зависимостей многочленом оптимальной степени. М.: СоюздорНИИ, 1972, вып. 10. 32 с.

УДК 658.562.42.011.46

Экономическая эффективность входного контроля комплектующих изделий

Ю. И. ПОБЕЖИМОВ, Б. Г. РОХЛЕНКО, Н. В. ЮГАН

Камское объединение по производству большегрузных автомобилей

В СООТВЕТСТВИИ с ГОСТ 24297—80 входной контроль является неотъемлемым элементом технологического процесса. Однако, как свидетельствует опыт, дело это не простое. Достаточно сказать, что на приобретение специального измерительного инструмента и приборов, необходимых для всеобъемлющего контроля поставок, тратится, как правило, три—шесть месяцев, а оборудования для испытаний — от одного до пяти лет.

Такой подход будет экономически оправданным.

Содержание входного контроля, его направленность и объем подготовки показаны в таблице.

Если же в ходе производства выявится потребность во введении дополнительных операций входного контроля, то и в данном случае, прежде чем их вводить, нужно подсчитать их экономическую эффективность и целесообразность. Сле-

дость производственных площадей) и заработная плата контролирующего аппарата. Для их подсчета нужно знать количество дефектных изделий (среднегодовое), не подвергавшихся и подвергавшихся входному контролю; трудоемкость замены дефектного изделия; стоимость работ; амортизационные затраты; затраты на текущий ремонт оборудования, восстановление инструмента, электроэнергию; метрологическое обеспечение

Содержание входного контроля	Обеспечиваемый параметр	Объем подготовки
Контроль: внешнего вида	Функциональная пригодность	Обеспечение научно-технической и конструкторской документацией; отбор и утверждение эталонов внешнего вида
геометрии (измерительный)	Собираемость	Разработка технологических процессов контроля; обеспечение специальным и универсальным контрольно-измерительным инструментом и приборами
Испытания: определительные	Работоспособность	Разработка методик испытаний; обеспечение испытательным оборудованием
периодические	Надежность	То же

Кроме того, не менее шести месяцев уходит на подготовку специалистов. Поэтому подготовка входного контроля должна начинаться и заканчиваться одновременно с подготовкой производства. И второе: входной контроль, особенно контроль комплектующих изделий, нельзя сразу делать всеобъемлющим: затраты на специальное оснащение могут оказаться — и нередко оказываются — весьма значительными. Чтобы этого не допустить, уже на стадии подготовки необходимо воспользоваться данными о надежности изделий, полученными при испытаниях опытных образцов, и вести подготовку контроля в полном объеме прежде всего для менее надежных и наиболее трудоемких в замене изделий.

Кроме того, не менее шести месяцев уходит на подготовку специалистов. Поэтому подготовка входного контроля должна начинаться и заканчиваться одновременно с подготовкой производства. И второе: входной контроль, особенно контроль комплектующих изделий, нельзя сразу делать всеобъемлющим: затраты на специальное оснащение могут оказаться — и нередко оказываются — весьма значительными. Чтобы этого не допустить, уже на стадии подготовки необходимо воспользоваться данными о надежности изделий, полученными при испытаниях опытных образцов, и вести подготовку контроля в полном объеме прежде всего для менее надежных и наиболее трудоемких в замене изделий.

Экономический эффект от внедрения входного контроля представляет собой уменьшение затрат по заменам дефектных изделий при технологических испытаниях, обкатке и эксплуатации автомобиля.

В затраты, связанные с внедрением входного контроля, входят капитальные затраты (проектирование, изготовление, монтаж и наладка оборудования, стои-

оборудования, инструмент.

Если окажется, что сумма затрат на замену дефектного изделия после введения входного контроля и затрат на его введение меньше затрат на замену дефектного изделия до введения входного контроля, то контроль экономически целесообразен. Например, на КамАЗе был проведен расчет экономической эффективности от внедрения стенда для проверки герметичности водяных радиаторов. Он показал, что годовая экономия от введения входного контроля составила 6923 руб.

Точно такие же расчеты можно и нужно выполнять и для других изделий, начиная с наименее надежных и постепенно расширяя их номенклатуру.

УДК 621.436-185:621.436.018.3

Понижение скоростного режима двигателей — резерв улучшения их топливной экономичности и технического уровня

Д-р техн. наук Н. С. ХАНИН, Г. Г. ТЕР-МКРТИЧЬЯН
НАМИ

ДО КОНЦА 60-х гг. наблюдалась тенденция к повышению скоростного режима автомобильных ДВС (частоты вращения коленчатого вала, средней скорости поршня) с целью улучшения их массогабаритных показателей. Однако в 70-х гг. рост обоих этих показателей прекратился и появилась явно противоположная тенденция — снижать скоростные режимы, причем в начале 80-х гг. она заметно усиливается (рис. 1). Такая смена тенденций объясняется необходимостью снижения расхода топлива транспортными средствами, улучшения их экологических свойств, увеличения ресурса. Но, с другой стороны, требования к энерговооруженности автомобилей не снизились. Сохранилась и необходимость уменьшения массы двигателя по отношению к массе автомобиля, стимулируемая стремлением как к улучшению топливной экономичности, так и показателей материалоемкости автомобилей.

Все перечисленные требования наиболее просто решаются в дизеле. Именно у него имеются широкие возможности форсирования по среднему эффективному давлению — особенно за счет газотурбинного наддува, который, как известно, позволил улучшить все показатели технического уровня дизеля — удельную массу, экологические качества, топливную экономичность. В частности, крупным резервом улучшения топливной экономичности является сочетание пониженных частоты вращения коленчатого вала и средней скорости поршня с повышенным, благодаря наддуву (росту давления p_k , а потому — плотности нагнетаемого в цилиндры воздуха), средним эффективным давлением в цилиндре. Такое сочетание сейчас вполне возможно: за последние годы заметно совершеннее стали агрегаты наддува и детали самого двигателя (рост ресурса и тех и других опережал рост их нагруженности).

Теоретическими предпосылками создания двигателей пониженного скоростного режима (ДПС) является увеличение среднего эффективного давления p_e пропорционально снижению частоты вращения коленчатого вала n и средней скорости c_m поршня. Уменьшение n и c_m ведет к повышению механического КПД двигателя, а потому и его эффективного КПД, т. е. к снижению удельного расхода топлива, а рост p_e компенсирует снижение n и c_m , позволяя сохранить исходную мощность двигателя. Правда, связанное с этим повышение давлений рабочего цикла, в первую очередь максимального (p_z), требует повышенной прочности деталей кривошипно-шатунного механизма, высокого КПД агрегатов наддува, предотвращения роста токсичности отработавших газов. Однако уже к концу 70-х, началу 80-х гг. возможности решения этого сложного комплекса задач созрели, что позволило ряду двигателестроительных фирм начать серийное производство ДПС.

В наибольшей степени тенденция изготовления дизелей с пониженной частотой вращения коленчатых валов характерна для фирм США и их лицензиатов. Данные по выпускаемым дизелям для стандартных магистральных автомобилей в 1983 г. по частоте вращения коленчатого вала приведены в таблице.

Выпускаются ДПС и в нашей стране. Например, флагман советского автомобильного двигателестроения — Ярославское объединение «Автодизель» — уже много лет выпускает также двигатели для тракторов «Кировец». Сейчас оно развернуло, при участии НАМИ, работы по автомобильным ДПС с размерами цилиндров 130×140, 120×120 и 140×140 мм.

Естественно, для двигателей с большим ходом поршня задача создания ДПС решается проще: чем больше ход, тем, при данной c_m , нужна меньшая частота вращения коленчатого вала. Именно этим и определяется органическая приспособленность двигателей с большим рабочим объемом цилиндров к условиям высокоресурсной работы в тяжелых условиях эксплуатации. Тем не менее, принцип ДПС распространяется и на дизели относительно небольшого рабочего объема, в том числе и на дизели для легковых автомобилей.

Подтвержденные практикой эксплуатации достоинства ДПС и определили ту новую тенденцию, о которой упоминалось выше: если к концу 70-х гг. в ДПС для автомобилей большой грузоподъемности реализовались уровни $n=2100 \div 2600$ мин⁻¹ и $p_e=0,10 \div 0,11$ МПа, то уже в 1983 г. для наиболее характерных моделей они сместились соответственно к 1600—2200 мин⁻¹ и 0,12—0,17 МПа.

Чтобы выявить пути совершенствования ДПС в направлении более полного использования их достоинств и компенсации возможных недостатков, рассмотрим некоторые пути снижения частоты вращения их коленчатого вала.

Решающую роль в повышении топливной экономичности ДПС, характеризуемой его эффективным КПД, играет, как уже отмечалось, рост механического КПД: последний компенсирует некоторое снижение индикаторного КПД, неизбежное при уменьшении частоты вращения коленчатого вала. Для дизелей без наддува зависимость механического КПД от параметров форсирования сравнительно проста и хорошо известна. Что касается дизелей с наддувом, то здесь она, как показали исследования НАМИ, гораздо сложнее и приближенно может быть описана таким уравнением:

$$\eta_m = 1 - (A p_c / p_i + B c_m / p_i + p_{н.х} / p_i + p_{ар} / p_i + p_v / p_i) = 1 - W.$$

Здесь W — безразмерный комплекс; A — безразмерный коэффициент; p_c — давление конца сжатия; B — коэффициент составляющих жидкостного трения в механизмах двигателя; $p_{н.х}$ — среднее давление, соответствующее затратам энергии на насосные ходы; $p_{ар}$ — среднее давление, соответствующее затратам энергии на привод агрегатов; p_v — среднее давление, соответствующее вентиляционным потерям.

Рассмотрим физическую сущность составляющих комплекса W , представляющего сумму безразмерных (по отношению к p_i) потерь. Первая дробь характеризует граничное трение в сопряжениях цилиндропоршневой группы. Величина A определяется, в первую очередь, коэффициентом граничного трения. В приведенном выражении значение A является переменным, уменьшающимся по мере роста средней скорости поршня c_m вследствие возрастающей подъемной силы масляных пленок между деталями цилиндропоршневой группы. Однако вариация величины A невелика (не более 15%). В диапазоне наиболее часто реализуемых нагрузочных режимов двигателя грузового автомобиля доля дроби, в которую входит A , в W превышает 50%.

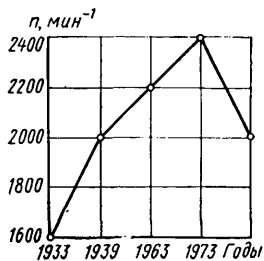


Рис. 1. Изменение типичной номинальной частоты вращения коленчатого вала двигателей для автомобилей большой грузоподъемности

Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	Число моделей автомобилей с ДПС	
	всего	процент к общему выпуску
1800	32	16
1900	11	5,5
2000	2	1
2100	85	42,5
2200	4	2
2300	2	1
2400	11	5,5
2500	1	0,5
2600	13	6,5
2800	36	18
3000	2	1

Применение наддува, основной целью которого является увеличение p_e , приводит к росту p_i , являющемуся знаменателем составляющих W , а потому — к увеличению η_m . Правда, для первой дроби положительное влияние роста p_i ослабляется ростом p_c , которому, по данным НАМИ, пропорционально заколенное давление, определяющее большую часть нормальной нагрузки на компрессионные поршневые кольца. Но возможности ограничения роста p_c у двигателей с наддувом есть. К ним, в первую очередь, относятся снижение степеней сжатия ϵ , оптимизация, а в перспективе — регулирование фаз впуска, охлаждение наддувочного воздуха. Поэтому, как правило, величина первой дроби комплекса W по мере увеличения p_i (и снижения c_m) уменьшается, что положительно сказывается на величине η_m .

Вторая дробь комплекса W характеризует затраты энергии, обусловленные жидкостным трением в сопряжениях механизмов двигателя. В соответствии с физическими законами они пропорциональны скоростям скольжения, обобщенно характеризуемым средней скоростью поршня c_m . Доля второй дроби в комплексе W при высоких частотах вращения приближается к доле первой. Однако на характерных для эксплуатации нагрузочных режимах двигателя в составе автомобиля большой грузоподъемности вторая дробь по величине заметно меньше первой. Очевидно, что рост p_i в результате наддува и снижение c_m приводят к пропорциональному уменьшению второй дроби и соответственно к повышению η_m .

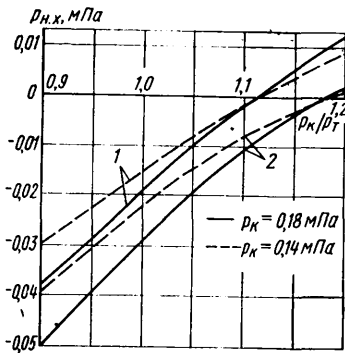


Рис. 2. Зависимость среднего давления насосных ходов $p_{н.х.}$ от отношения p_k/p_t . Величины p_k и частоты вращения коленчатого вала: 1 — $n=1800$ мин⁻¹; 2 — $n=2200$ мин⁻¹

Величина числителя третьей дроби комплекса W определяется как уровнем форсирования, так и аэрогазодинамическим совершенством органов газообмена и системы турбонаддува. Как следует из рис. 2, насосные потери находятся в прямой зависимости от отношения давления наддува к давлению перед турбиной (p_k/p_t): когда это отношение значительно меньше единицы, увеличение p_k и c_m , т. е. рост литровой мощности, увеличивает дробь $p_{н.х.}/p_i$. Так, если отношение p_k/p_t равно 0,9, доля $p_{н.х.}/p_i$ в балансе механических потерь изменяется от 20% для $c_m=10$ м/с до 10% для $c_m=8,4$ м/с. Рост p_k/p_t приводит к снижению доли данной составляющей механических потерь, что объясняется увеличением отношения работы наполнения к работе выпуска. Последнее связано с уменьшением $p_{н.х.}$ в результате роста p_k . Принципиальной является не только возможность уменьшения величины $p_{н.х.}$ по мере роста p_k/p_t , но перспектива изменения знака $p_{н.х.}$ при уровнях $p_k/p_t=1,12$ для $c_m=8,4$ м/с и $-1,18$ для $c_m=10$ м/с.

Таким образом, при высокой эффективности системы наддува ($p_k/p_t > 1,1-1,2$) затраты энергии на насосные ходы не только полностью устраняются, но и трансформируются в полезную работу насосных ходов, чему соответствует изменение знака третьей дроби. Полезный эффект может быть получен и при меньших значениях p_k/p_t — за счет снижения скоростного режима. Поэтому реализация ДПС способствует уменьшению абсолютной величины данной дроби не только благодаря росту p_i , но и вследствие уменьшения затрат энергии на насосные ходы. Иными словами, повышение эффективности системы наддува и, в первую очередь, турбокомпрессора, способствуя увеличению величины p_k/p_t , раскрывает новые возможности улучшения топливной экономичности дизелей.

В последние годы проведено, как известно, много мероприятий по повышению энергии распыливания топлива. Это привело к определенному росту числителя четвертой дроби комплекса W , что, как и интенсификация теплоотвода, отрицательно сказывается на механическом КПД двигателей. Возможностей ослабить такое отрицательное явление не много — совершенствование агрегатов двигателя, повышение их КПД, оптимальный подбор агрегатов к двигателю. Что же касается пятой дроби комплекса W , то ее величина по отношению к

остальным составляющим незначительна, и с ростом p_i и снижением c_m , т. е. при реализации ДПС, уменьшается.

Из структуры приведенного выше уравнения следует, что снижение частоты вращения коленчатого вала дизеля влияет на его топливную экономичность тем заметнее, чем меньше нагрузка. Это объясняется практически независимостью числителей помещенных в скобки дробей от среднего индикаторного давления.

На графиках рис. 3 представлены зависимости $\bar{\eta}_m$ от нагрузки, характеризуемой отношением $\bar{p}_e = p_e/p_{eH}$ для двигателя

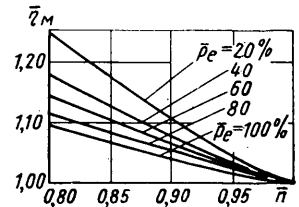


Рис. 3. Зависимость относительного механического КПД дизеля ЧН 14/14 от относительных нагрузок $\bar{p}_e = p_e/p_{eH}$ и частоты вращения коленчатого вала $\bar{n} = n/n_H$

ЧН 14/14 при неизменной N_e на разных \bar{n} . Из него следует, что снижение частоты вращения коленчатого вала действительно приводит к тем большему улучшению механического КПД, чем ниже нагрузка, характеризуемая \bar{p}_e . Так, при $\bar{p}_e = 20\%$ и уменьшенной на 20% частоте вращения коленчатого вала КПД двигателя оказывается на 25% больше, чем КПД двигателя традиционного типа. При $\bar{p}_e = 60\%$ выигрыш в η_m снижается до 14%. Отсюда следует целесообразность понижения частоты вращения коленчатого вала по мере уменьшения N_e , что может быть достигнуто подбором соответствующего передаточного отношения трансмиссии.

В данном случае даже при относительно несовершенной системе газотурбинного наддува (например, при $p_k = p_t$) понижение частоты вращения коленчатого вала ДСП позволяет снизить удельный расход топлива на 5—7%.

В то же время, как следует из рис. 2, дальнейшее повышение топливной экономичности ДПС может быть достигнуто путем совершенствования турбонаддува и органов газообмена, характеризуемого отношением p_k/p_t . Влияние последнего по мере снижения частоты вращения коленчатого вала на величину механического, а потому и эффективного КПД, увеличивается пропорционально росту p_e (значит, и p_k) и, в связи с этим, доли энергии, затрачиваемой (или полученной) при осуществлении насосных ходов. Последняя же прямо связана с затратой энергии на сжатие воздуха в компрессоре. (При более подробном рассмотрении данного вопроса учитываются потери энергии в узлах газопроводного тракта и зависимость полезной работы турбины турбокомпрессора от пропускной способности органов газообмена).

Реализация ДПС приводит к существенному изменению индикаторного процесса, обусловленному ростом давлений (и, в общем случае, температур) и увеличением продолжительности цикла. Поэтому рассмотрим, как влияет снижение частоты вращения коленчатого вала на величину индикаторного КПД дизеля.

Индикаторный КПД может быть представлен в виде разности термического КПД теоретического цикла η_t и относительных потерь ψ_i индикаторной работы в действительном цикле дизеля. Первая из составляющих при неизменных степени сжатия и коэффициенте избытка воздуха зависит только от степени повышения давления при сгорании (λ). Последняя при снижении частоты вращения уменьшается — частично из-за сокращения продолжительности задержки воспламенения, а в большинстве случаев — преднамеренно с целью снижения механической нагруженности деталей кривошипно-шатунного механизма. Отклонение λ от обычного для двигателей с низким наддувом значения 1,5 до 1,2 у двигателей с пониженной на 20% частотой вращения коленчатого вала приводит к падению термического КПД на 2%.

При уменьшении частоты вращения коленчатого вала растет продолжительность цикла. А это означает, что растет и теплоотвод от рабочего тела в систему охлаждения. Правда, наддув увеличивает плотность заряда и, следовательно, несколько ослабляет данный эффект, однако устранить полностью рост потерь индикаторной работы он не может. Изменения составляющих индикаторного КПД при снижении вращения коленчатого вала двигателя ЧН 14/14 приведены на рис. 4. Из рисунка следует, что при снижении частоты вращения коленчатого вала на 20% индикаторный КПД уменьшается на 4—5%.

Рост несущей способности деталей двигателей расширяет возможности увеличения p_z , благоприятствует расширению границ рационального уменьшения частоты вращения коленчатого вала. В то же время имеются обстоятельства, способствующие уменьшению ψ_i в данном случае. Это увеличение полноты индикаторной диаграммы, снижение потерь на диссоциацию.

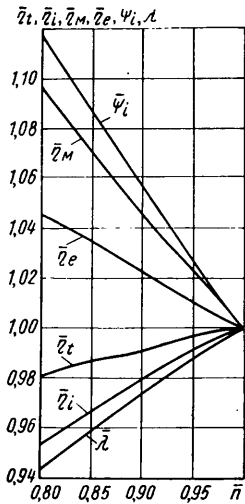


Рис. 4. Изменение составляющих индикаторного и эффективного КПД в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

Из совокупности факторов, которые могут влиять на величину индикаторного КПД при фиксированных (для обеспечения необходимых пусковых качеств дизеля) значениях степени сжатия, доступными для вариации при решении задачи выбора оптимальной частоты вращения коленчатого вала являются лишь индикаторное давление p_i и степень повышения давления при сгорании λ .

Относительно ограничен и выбор факторов, влияющих на эффективный КПД, т. е. обеспечивающих максимальную топливную экономичность ДПС. Такими факторами являются частота вращения коленчатого вала, давления p_c и p_z . Уровень последнего ограничивается, с одной стороны, резервами механической нагруженности деталей двигателей, а с другой — величиной индикаторного КПД при том или ином уровне p_i . Первое из данных ограничений при использовании существующих материалов и совершенстве технологических процессов в значительной мере зависит от массивности деталей, обобщенно характеризуемой параметром литровой массы: у легких конструкций дизелей автомобильного типа (p_e не превышает 1 МПа) она обычно меньше 75 кг/л; у дизелей с $p_e \geq 1,2$ МПа — находится в пределах 80—85 кг/л.

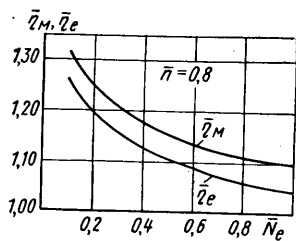


Рис. 5. Зависимость механического и эффективного КПД дизелей типа ЧН 12/12 и ЧН 14/14 от $\bar{N}_e = N_e / N_{eH}$

Ограничения на p_e в условиях нерезкой вариации η_m распространяются и на уровни p_i . Чтобы предотвратить интенсивный спад индикаторного КПД, несмотря на рост индикаторного давления, приходится ограничивать снижение λ .

Таким образом, практическая реализация ДПС требует всестороннего учета прочностных и жесткостных характеристик механизмов двигателей и специализированной отработки рабочего процесса в направлении ограничения нагрузок на детали при сохранении достаточно высокого КПД рабочего цикла и приемлемых пусковых качеств двигателей. В то же время приведенное выше уравнение для механического КПД позволяет наметить границу целесообразного, с точки зрения топливной экономичности, снижения частоты вращения коленчатого вала и роста эффективного давления цикла с учетом вариации индикаторного КПД. В анализе учитывается влияние частоты вращения на трение, а также изменение затрат энергии на насосные ходы. В результате оказывается, что понижение частоты вращения коленчатого вала двигателя на 15% приводит

к уменьшению (за счет повышения η_m , обусловленного ростом p_i) удельного расхода топлива на 6%. Кроме того, этот расход уменьшается еще на 2% за счет снижения затрат энергии на преодоление жидкостного трения в сопряжениях механизма двигателя. Влияние давления насосных ходов на эффективный КПД может быть как отрицательным (при невысоких отношениях p_c/p_r), так и положительным (при высоких p_c/p_r), усиливающимся по мере роста p_c . Вариации отношением p_c/p_i могут привести как к положительному, так и к отрицательному влиянию на индикаторный КПД (в зависимости от прочностных качеств механизма двигателя). Полученные в результате данного подхода зависимости η_m и η_e от $\bar{N}_e = N_e / N_{eH}$ при неизменной литровой массе для автомобильных двигателей типа ЧН 14/14 ($p_z = 10,0 \div 13,0$ МПа, $\epsilon = 14 \div 16$) и ЧН 12/12 ($p_z = 9,5 \div 11,0$ МПа, $\epsilon = 14 \div 16$) при изменении p_c/p_r от 1,3 до 0,7 показаны на рис. 5. Коэффициенты в приведенном выше уравнении: $A = 0,038$ и $B = 0,0082$. Третий член уравнения был получен расчетно-экспериментальным методом, основанным на балансах масс и энергии при учете экспериментальных данных по пропускной способности органов газообмена.

На рис. 6 представлены опытные зависимости от нагрузки КПД дизеля 8 ЧН 14/14 с традиционной частотой вращения коленчатого вала (2200 мин^{-1}) и в варианте ДПС (1800 мин^{-1}). В обоих вариантах дизель имел одну и ту же номинальную мощность — 265 кВт. Из рисунка видно: если при нагрузках, близких к номинальной, понижение частоты вращения коленчатого вала позволяет уменьшить удельный эффективный расход топлива на 4%, то при нагрузках 40% от номинальной полученный результат удваивается, а при малой нагрузке (20%) — возрастает в 4 раза.

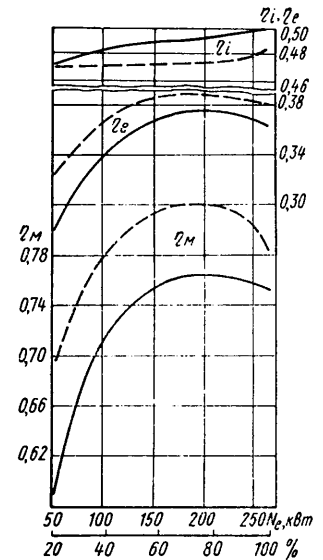


Рис. 6. Зависимость индикаторного, механического и эффективного КПД дизеля 8ЧН 14/14 с традиционной частотой вращения коленчатого вала (сплошные линии) и ДПС (штриховые линии) от нагрузки

Таким образом, ДПС, с точки зрения его топливной экономичности, безусловно, превосходит дизели с традиционной частотой вращения коленчатого вала. Естественно, возникает вопрос: а как понижение этой частоты и увеличение p_e отразится на ресурсе ДПС? Приведенное выше уравнение дает возможность прогноза по данному вопросу. Дело в том, что его составляющая $A p_c/p_i$ характеризует, как уже упоминалось, долю граничного трения в сопряжениях цилиндропоршневой группы. Следовательно, ее и можно использовать для оценки интенсивности деструкции деталей за один цикл при отсутствии внешнего поступления абразива. Так как работа L изнашивания в единицу времени характеризуется произведением $A c_m p_c/p_i$, то ясно, что если выдержать условие $p_c/p_i = \text{const}$, снижение c_m , т. е. реализация ДПС, теоретически пропорционально уменьшает интенсивность изнашивания деталей двигателя. В частности, чтобы оценить степень износа поршневых колец, будем исходить из условия выдерживания автомобилем с ДПС заданной путевой скорости v_a . Работу изнашивания колец на единицу пробега автомобиля в этом случае можно представить как $(A c_m p_c/p_i) / v_a = A c_m p_c/p_i$, где безразмерная величина $c_m = c_m / v_a$ представляет собой отношение пути поршня к пути автомобиля. Следовательно, работа L отражает износ на единицу пробега автомобиля, обратно пропорциональный ресурсу двигателя до замены поршневых колец. Аналогичный подход к износу верхней части цилиндра, где скорость поршня равна нулю, дает основание для его оценки

по выражению Ap_{rc}/p_i , из которого вытекают преимущества двигателей с меньшей частотой вращения коленчатого вала и по ресурсу цилиндра.

Дополнительным фактором, способствующим росту ресурса ДПС, является снижение отношения p_c/p_i и L .

Дело в том, что уменьшение работы граничного трения в ДПС ослабляет склонность к схватыванию в сопряжениях цилиндропоршневой группы. Однако рост газовых нагрузок и уменьшение подъемной гидродинамической силы в сопряжениях коленчатого вала с подшипниками должен быть компенсирован повышением рабочей вязкости масла (за счет улучшенных сортов масел или снижения их рабочей температуры).

Реализация ДПС несколько упрощает задачу подбора оптимальных фаз газораспределения (величины углов в общем случае оказываются несколько меньшими, чем у дизелей с традиционной частотой вращения коленчатого вала). Уровень шума также снижается — в среднем на 1дБ (А) при уменьшении частоты вращения на каждые 200 мин⁻¹. Зависимость уровня шума от нагрузки проявляется слабее и на режимах, близких к номинальным, может быть оценена в 0,15 дБ (А) на 0,1 МПа. Приемистость ДПС несколько хуже, чем у обычных дизелей (из-за большей кинетической энергии рабочих колес турбокомпрессоров). Однако резервы ее улучшения есть (например, за счет регулируемых систем наддува). Что касается выброса вредных веществ с отработавшими газами, то здесь наблюдается такая картина: дымность — несколько ниже, чем у дизелей обычных, однако окислов азота — больше. И это понятно: образование окислов азота зависит от температуры газов в ходе сгорания и концентрации свободного кислорода. Снижать же интенсивность тепловыделения в ДПС (например, за счет уменьшения скорости подачи топлива) нельзя, так как ухудшится экономичность его цикла.

Однако выход из этого положения есть, причем выход, который позволяет даже улучшить топливную экономичность ДПС. Это — охлаждение наддувочного воздуха. Эксперименты, например, показывают, что применение воздушно-воздушного теплообменника наддувочного воздуха позволяет ограничить максимальное содержание окислов азота в отработавших газах ДПС тем же уровнем, что и в дизеле с традиционной частотой вращения коленчатого вала. Об этом свидетельствует экспериментальная многопараметровая токсическая характеристика ДПС и обычного дизеля с размерами цилиндров 140×140 мм, приведенная на рис. 7.

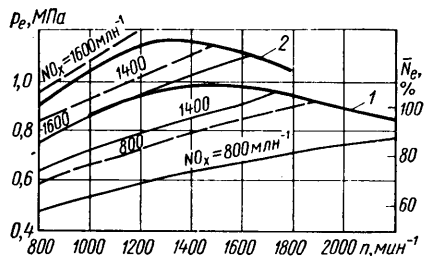


Рис. 7. Многопараметровая токсическая характеристика дизеля ЧН14/14 (сплошные линии — в обычном варианте и в варианте ДПС без охлаждения наддувочного воздуха; штриховые линии — в варианте ДПС с охлаждением наддувочного воздуха):

1 — внешняя скоростная характеристика дизеля в обычном варианте; 2 — внешняя скоростная характеристика дизеля в варианте ДПС

Есть и другие резервы: снижение степени сжатия, уменьшение угла опережения впрыска, рециркуляция отработавших газов и т. д. Однако действовать тут нужно осторожно, чтобы не ухудшился процесс сгорания и не произошло, в связи с этим, снижения индикаторного КПД и увеличения эмиссии окиси углерода, углеводородов, дымности отработавших газов. В частности, снижая температуру сгорания, нужно уменьшать и период τ_i ; задержки воспламенения. Линии неизменных значений τ_i для двух значений степени сжатия — 15 и 14,2 — приведены на рис. 8. Из него следует, что при снижении частоты вращения коленчатого вала и сохранении исходной номинальной мощности предотвратит рост эмиссии окиси азота без увеличения выброса окиси углерода и углеводородов и уменьшения индикаторного КПД можно за счет уменьшения угла опережения впрыска и охлаждения наддувочного возду-

ха. При этом температура T_n наддувочного воздуха должна быть снижена на 5 К при уменьшении $\theta_{л.к.в}$ на каждый градус. Если предотвращение роста эмиссии окислов азота осуществляется за счет снижения степени сжатия без охлаждения наддувочного воздуха, то уменьшение степени сжатия на 0,8—1,0 должно сопровождаться уменьшением $\theta_{л.к.в}$ на два градуса.

Во избежание чрезмерного увеличения крутящего момента в ДПС, по сравнению с обычным дизелем, допускается уменьшенный рабочий скоростной диапазон и увеличивается диапазон цикловой подачи топлива. При этом, вследствие ослабления влияния изменения n на η_e , а потому и на p_c , ДПС имеют меньший запас крутящего момента, что осложняет задачу оптимизации трансмиссии автомобиля. Тем не менее рост числа моделей автомобилей с ДПС, выпускаемых в последние годы за рубежом, свидетельствует о реальности решения данной задачи.

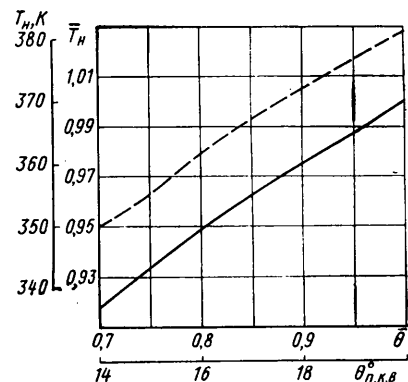


Рис. 8. Постоянные значения периода задержки воспламенения при степени сжатия, равной 15,0 (сплошная линия) и 14,2 (штриховая линия)

Масса и себестоимость ДПС в принципе больше, чем у обычного дизеля. Это обусловлено необходимостью сохранения достаточно высокого запаса прочности, а также жесткости деталей двигателя с увеличенными нагрузками на детали. Увеличивается также окружная скорость рабочих колес турбокомпрессоров, их напряженность.

Приведенные рассуждения относились в основном к двигателям с турбонаддувом. В определенных пределах понижение частоты вращения коленчатого вала оправдано и для дефорсированных модификаций двигателей без наддува: оно позволяет получить существенное улучшение их топливной экономичности и экологических качеств за счет снижения энергетических, а также удельных массогабаритных показателей.

Из всего сказанного вытекает целесообразность поэтапного развития ДПС — от относительно невысокого (до 10%) снижения частоты вращения коленчатого вала до большого (30% и более). Последняя цифра относится к двигателям, механизмы которых рассчитаны на высокий наддув в сочетании с трансмиссией, позволяющей передавать большие крутящие моменты.

Наибольшее увеличение топливной экономичности реализация ДПС должна обеспечить двигателям с высоким наддувом и совершенным выполнением системы наддува, используемым на автомобилях, режим эксплуатации которых характерен сочетанием длительной работы как при малых, так и при больших нагрузках. ДПС имеет меньшую шумность; позволяет повысить ресурс двигателей. Во то же время уменьшение токсичности здесь сложнее, чем у обычных ДВС.

В целом же надо отметить: реализация ДПС требует преодоления значительных технических сложностей. Однако конечный экономический эффект при рациональном конструировании ДПС, безусловно, положителен. ДПС является естественным шагом развития применения наддува в автомобилестроении и должен рассматриваться как крупный резерв повышения технического уровня, в первую очередь, топливной экономичности автомобилей, ресурса двигателей, их шумности, уже в настоящее время. Однако использование данного резерва требует проведения сложного комплекса исследований, направленных на выбор оптимальных для каждого двигателя сочетаний форсирования по среднему эффективному давлению, степени сжатия и степени понижения скоростного режима.

Методы изготовления керамических деталей двигателей¹

А. В. МОРАВСКИЙ, А. А. ШЕЙПАК

Завод-вуз при Московском автозаводе им. И. А. Лихачева

В ОТЕЧЕСТВЕННОМ и зарубежном двигателестроении продолжается интенсивная разработка керамических деталей для автомобильных дизелей и газотурбинных двигателей. Однако широкое применение керамических деталей в автомобилестроении сдерживается не только недостаточной их надежностью, но и недостаточно отработанной технологией изготовления.

Рассмотрим некоторые из ее вариантов. Реакционное спекание — один из самых распространенных методов изготовления керамических деталей. Он предусматривает выполнение заготовки прессованием из порошка металлического кремния, литьем из кремния под давлением или шликерным литьем. Затем при температуре около 1670 К выполняют азотирование кремния (с одновременным спеканием). Недостаток метода — трудность обеспечения реакционного подогрева по всей массе заготовки, а следовательно, сложность изготовления детали значительной толщины. Кроме того, в связи со значительной пористостью прочность изготовленных деталей относительно невелика (предел прочности на изгиб 200—300 МПа).

Один из вариантов этого метода заключается в следующем. В форму, изготовленную из графита и предварительно обработанную нитридом бора, вводится масса из волокон углерода (ткань или войлок) плотностью 1,38—1,4 г/см³. (В форме выполнены отверстия для эвакуации газа и отверстия, в которые введены фитили из углеродистых волокон). Затем форма укрепляется в графитовом корпусе, полость которого, расположенная над ней, заполняется порошком металлического кремния. Корпус с формой устанавливают в герметичную камеру печи. Камеру вакуумируют и температуру в ней доводят до 1670—2070 К. Кремний плавится и заполняет форму, пропитывая массу из волокон углерода. Процесс длится в течение 5—20 мин, после че-

го форму извлекают из печи и охлаждают.

Полученные таким образом керамические детали состоят из ориентированных по волокнам углерода кристаллов карбида кремния, погруженных в кремниевую массу. Материал обладает высокой для керамики пластичностью (пластическая деформация при температурах свыше 1540 К достигает 6%, что обеспечивает релаксацию местных напряжений). Модуль упругости материала (20—40)·10⁴ МПа.

Второй метод — горячее прессование. По нему изготавливаются детали из нитрида и карбида кремния с добавлением MgO, MgO—Al₂O₃, Y₂O₃, Y₂O₃—Al₂O₃, Y₂O₃—SiO₂. Максимальная прочность на изгиб таких материалов, особенно систем с Y₂O₃, достигает 1270 МПа. Правда, с увеличением температуры прочность горячепрессованных материалов уменьшается; однако при 1670 К она, тем не менее, превосходит прочность реакционноспеченного нитрида кремния (см. рисунок). После спекания эти материалы требуют механической обработки (шлифовки), что является их существенным недостатком. Главный же недостаток метода — сложность обеспечения равномерной плотности материала детали, что приводит к анизотропии физических и механических свойств детали, снижает ее надежность. Его устраняют за счет изостатического горячего прессования. В соответствии с ним лопатки турбины, изготовленные методом реакционного спекания, устанавливаются внутри кольцевой обоймы. (Для крепления хвостовики лопаток имеют выступы или отверстия). Между лопатками размещаются проставки, имеющие форму межлопаточных каналов. Обойма с лопатками размещается в контейнере, имеющем форму диска турбины. Контейнер заполняется порошком нитрида или карбида кремния, вакуумируется, запаивается и устанавливается в герметичной термобарокамере, где создается необходимая температура. Под действием высокого давления, создаваемого нагнетаемой в камеру жидкостью или газом, контейнер равномерно деформируется, спрессовывая керамический порошок. В процессе прессования материал диска надежно соединяется с хвостовиками лопаток и в результате получается деталь «двойной плотности».

Разновидностью метода горячего прессования является применение промежуточной матрицы, что обеспечивает получение деталей довольно сложной формы, в том числе и лопаток турбин.

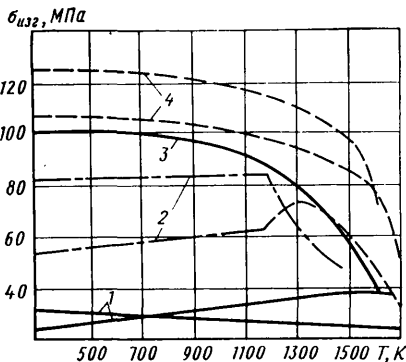
Суть его в следующем. Заготовка детали выполняется шликерным литьем или холодным прессованием с временным связующим. Затем ее устанавливают в разъемную матрицу, внутренние поверхности которой плотно прилегают к поверхностям детали. Матрица имеет примерно те же усадку и коэффициент объемного расширения, что и заготовка. Кроме того, ее материал не должен химически взаимодействовать с материалом детали при температурах и давлениях рабочего процесса. Например, если заготовки изготавливают из двуоксида кремния с примесью (5%) окиси магния, матрицу выполняют из смеси: 50% Si₃N₄ и 50% графита или 60% SiON₂ и 40% графита. Матрицу устанавливают в графитовую обойму и опрессовывают при высоких температурах и давлениях (для указанных материалов температура равна 2070 К, а давление — 2,1 МПа). Поскольку толщина матрицы вместе с заготовкой в направлении деформации везде одинакова, то обеспечивается равномерная деформация и равномерная плотность изделия.

При оценке прочности керамических деталей часто используется число Вейбулла, которое характеризует возможность разрушения в группе деталей. Зависимость этого числа от температуры для деталей, изготовленных методами реакционного спекания и горячего прессования, приведена в таблице.

Из таблицы видно, что число Вейбулла для деталей из горячепрессованного нитрида кремния может достигать 20. Это объясняется повышением чистоты исходных материалов, а также усовершенствованием технологии механической обработки (шлифовки) поверхности.

Третий метод изготовления деталей из керамических материалов — спекание твердых растворов. К таким растворам относятся системы типа Si₃N₄—Al₂O₃, AlN—Y₂O₃ и др. Они превосходят материалы, о которых шла речь выше, по стойкости к тепловым ударам и имеют преимущества в отношении высокотемпературной ползучести. Например, в одной из заявок (№ 54—12488, Япония) описан способ изготовления деталей (лопаток турбины) из твердых растворов AlN—Y₂O₃ и Si₃N₄—Y₂O₃. В соответствии с ним смесь из 95% порошка AlN (размер частиц 1,2 мкм) и 5% Y₂O₃ (размер частиц 2 мкм) вводится в графитовую форму и подвергается горячему прессованию в атмосфере аргона при температуре 2170 К. Получающийся таким

¹ Статья написана по материалам иностранных патентов.



Зависимость прочности материала на основе нитрида кремния от температуры при различных способах спекания:

1 — реакционное спекание; 2 — твердые растворы; 3 — горячее прессование с добавкой MgO; 4 — горячее прессование с добавкой Y₂O₃

Параметры	Лопатки (горячее спекание)				Диск (горячее прессование)				Связующее (горячее прессование)			
	950	1370	1480	1650	950	1350	1480	1650	950	1370	1480	1650
Температура, К	950	1370	1480	1650	950	1350	1480	1650	950	1370	1480	1650
Прочность на изгиб, МПа	226	216	216	216	688	580	490	295	—	500	413	246
Число Вейбулла	14,1	12,7	10,9	9,4	7,4	11,8	12,8	17,3	—	14,4	14,8	17,5

образом материал состоит из нитевидных кристаллов AlN , ориентированных в направлении прессования. Его прочность при температуре 1770 К составляет 390—590 МПа. Диск турбины, изготовленный из такого твердого раствора, прошел успешные испытания при циклических тепловых нагрузках (максимальная температура 1470 К, частота вращения 20 000 мин⁻¹).

Аналогичным образом выполняются детали из смеси $Si_3N_4—Y_2O_3$.

Кроме рассмотренных спеченных материалов для изготовления деталей очень перспективны материалы на основе твердых растворов с ориентированными кристаллами.

Существует также ряд комбинированных технологий, в которых используются несколько методов одновременно (например, при изготовлении турбинных роторов «двойной плотности»). Они весьма перспективны, так как позволяют использовать преимущества различных методов спекания.

УДК 621.43.068.001 5:629.118.6.001.4

Проботборное устройство для испытания мотоциклов на токсичность отработавших газов

Канд. техн. наук Ю. Г. ГОРНУШКИН, С. Н. ШТИННИКОВ, Ю. С. ГРИГОРЬЕВ

Владимирский политехнический институт

НЕОБХОДИМОСТЬ законодательного нормирования токсичности отработавших газов мотоциклов уже не вызывает сомнений, поэтому в ряде стран введены соответствующие нормативные материалы, в том числе и в нашей стране (отраслевая методика М 37. 052. 014-77 «Испытания мотоциклов на токсичность отработавших газов»).

Методикой предусмотрено испытание мотоциклов на роликовом стенде по ездовому циклу, имитирующему городское движение (испытание типа 1), и два различных способа взятия газовой пробы: непосредственный отбор и разбавление отработавших газов.

Первый из способов сравнительно прост, не требует сложного оборудования, легко реализуется в лабораторных и производственных условиях: при его применении все отработавшие газы, выходящие из двигателя за время испытания мотоцикла по циклу, собираются в общей емкости. Однако он недостаточно точен, так как часть углеводородов, содержащихся в отработавших газах, поглощается стенками газовых магистралей и сборной емкости. Кроме того, конденсирующаяся в трубопроводах и холодильнике влага растворяет — частично или полностью — некоторые определяемые компоненты.

Второй способ точнее. Здесь выходящие из двигателя газы разбавляются атмосферным воздухом так, чтобы объемный расход получаемой смеси оставался неизменным на всех режимах испытательного цикла. Благодаря этому концентрация токсичных веществ в газовой смеси всегда пропорциональна концентрации этих же компонентов в отработавших газах. Кроме того, она ниже, чем при непосредственном отборе, что сводит к минимуму ошибки измерений, связанные с поглощением определяе-

мых веществ стенками емкостей и конденсатом.

Особенности обоих способов учтены в упомянутой выше методике: она предусматривает применение первого из них только на первом этапе, т. е. на этапе ее отработки и освоения, а затем — переход на более совершенный и точный способ — разбавление отработавших газов.

Как следует из самой сущности второго способа, для его реализации требуются довольно сложные проботборные устройства. Одно из таких устройств (рис. 1) создано специалистами Владимирского политехнического института. Работает оно следующим образом.

Насос 2 (объемного типа) прокачивает смесь воздуха и отработавших газов, поступающих от мотоцикла по трубопроводу 1. Количество смеси, прошедшей через установку, определяется числом оборотов насоса за время испытания. Часть смеси через трубку 3 отбирается насосом 4 и подается через кран 5 в эластичную емкость 6. Из нее через тот же кран она может отбираться для анализа.

Полная схема устройства приведена на рис. 2. В нее входят две функциональные части — разбавляющая (на рисунке ограничена штриховой линией) и проботборная, конструктивно выполненные в виде отдельных блоков и связанные между собой трубопроводами и кабелями.

В качестве главного насоса 4 использован ротационный газовый счетчик типа РГ-250-1, приводимый во вращение от электродвигателя 2 через клиноременную передачу. Сменные шкивы позволяют изменять частоту вращения ротора, что бывает необходимо при испытаниях мотоциклов с двигателями различного рабочего объема, а также при изменении степени разбавления отработавших газов. Наибольшая производительность насоса составляет 5 м³/мин, что дает возможность испытывать транспортные средства с двухтактными двигателями рабочим объемом до 500 см³, а с четырехтактными — до 1000 см³. Для точного определения суммарного числа оборотов ротора насоса установлен контактный прерыватель, подающий импульсы на электрический счетчик СБ-1М, расположенный на пульте управления установкой.

Воздух, засасываемый насосом 4 из атмосферы, поступает в смесительную камеру 8, представляющую собой трубу диаметром 125 мм из стали 1Х18Н10Т. Туда же через влагонаслоотделитель 7 подаются отработавшие газы от испытываемого мотоцикла. Роль влагонаслоотделителя выполняет инерционно-масляный воздухоочиститель тракторного дизеля, из которого удалено масло, а фильтрующий элемент заменен несколькими слоями металлической сетки с ячейками размером 4×4 мм.

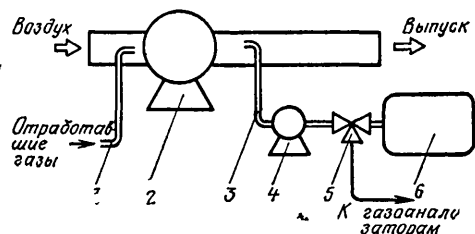


Рис. 1

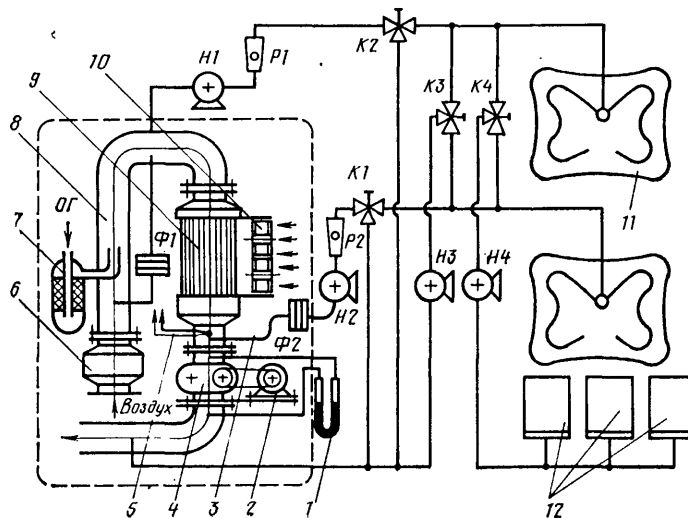


Рис. 2

Поскольку главный насос — объемно-го типа, то правильно измерить массу прошедшего через него газа практически можно лишь при условии постоянства температуры последнего. Поэтому перед насосом установлен термостатирующий теплообменник 9, обеспечивающий примерное постоянство (298—303 К) температуры газовой смеси на всех режимах работы двигателя испытываемого мотоцикла.

Основная теплопередающая поверхность теплообменника — 46 трубок (из стали 1X18H10T) с внутренним диаметром 20 мм и толщиной стенки 1 мм. Для обеспечения контроля за состоянием внутренней поверхности трубок корпус теплообменника сделан разъемным. Постоянная температура газовой смеси, проходящей через теплообменник, поддерживается благодаря тому, что его трубчатая сердцевина снаружи обдувается интенсивным потоком воздуха от четырех осевых электровентиляторов 10. Вентиляторы автоматически включаются и отключаются потенциометром КСП-4 с двухпозиционным регулирующим устройством. Датчиком температуры служит терморезистор 5, установленная перед главным насосом. Потенциометр, наряду с регулированием температуры, непрерывно записывает ее на диаграммную ленту.

Разбавленный газ отбирается перед входом в главный насос, что исключает возможность загрязнения пробы смазкой, продуктами износа деталей насоса и

т. п. Проба отбирается из нижней части теплообменника 9 через трубку 3, изготовленную из нержавеющей стали, и мембранным насосом Н2 подается в сборную емкость 11 для последующего анализа.

Схемой коммутации предусмотрена также возможность непрерывной регистрации результатов анализа, для чего проба может быть направлена (при помощи насосов Н3 и Н4 и коммутационных кранов К1—К4) в газоанализаторы 12 или дренажную систему, минуя сборную емкость.

Для определения естественного (фонового) содержания определяемых компонентов в разбавляющем воздухе схемой установки предусмотрена возможность анализа воздуха: насосом Н1 проба воздуха подается в емкость 11, откуда она может быть направлена к анализаторам.

Если в разбавляющем воздухе содержится значительное количество углеводородов, то для их поглощения на входе в смесительную камеру может быть установлен фильтр 6 с активированным углем. Для защиты анализирующей аппаратуры от твердых и капельных частиц в газовые магистрали включены фильтры Ф1 и Ф2 из тонкого стекловолокна. Ротаметры Р1 и Р2 типа РС-ЗА служат для приближенного измерения расхода газа, поступающего в сборные емкости.

К материалу стенок сборных емкостей 11 предъявляется жесткое требование: он должен быть возможно менее про-

ницаемым для определяемых компонентов. Этому требованию, как оказалось, больше всего удовлетворяет ламинированная пленка, представляющая собой полиэтиленовую основу с нанесенным на нее слоем лавана: опытами установлено, что в емкости, склеенной из этой пленки, концентрация углеводородов в результате диффузии через стенки за 30 мин снижается лишь на 1,5%. Более того, длительная (двое—трое суток) обработка пленки отработавшими газами приводит к существенному уменьшению даже этой сравнительно небольшой проницаемости: в емкостях, обработанных таким образом, концентрация углеводородов за 30 мин снижается не более чем на 0,5%. Газ в сборные емкости подводится через каркасы из трубки 6×1 мм, снабженные большим числом отверстий диаметром 2 мм.

На пульте, помимо основных органов управления, находится манометр 1 для измерения перепада давления на главном насосе.

Количество окиси углерода (углеводородов), выброшенной транспортным средством за время испытания, подсчитывается как произведение объема газа, прокаченного насосом за это время, на плотность $CO(CH)$ при нормальных физических условиях и на разность между объемной концентрацией $CO(CH)$ в разбавленной пробе и ее фоновой концентрацией в разбавляющем воздухе. При этом объем газа, прошедшего через насос, приводится к нормальным условиям,



УДК 658.511.2.011.2-629.113-03

Эффективность экспериментальных исследований и снижение металлоемкости автомобилей

Канд. техн. наук С. Ф. БЕЗВЕРХИЙ, канд. техн. наук В. Н. БЕЛОКУРОВ, Г. А. САМОЙЛОВ

Центральный научно-исследовательский автополигон НАМИ, Завод-вуз при Московском автозаводе им. И. А. Лихачева

Как известно, наименьшей металлоемкостью обладают равнопрочные конструкции. Однако достижение равнопрочности элементов автомобиля путем оптимизационного проектирования затруднено из-за недостаточного развития методов прочностных расчетов автомобильных конструкций, особенно их несущих систем. Случайный характер нагружения элементов автомобиля также существенно затрудняет проведение таких расчетов. Поэтому наиболее эффективным средством не только оценки надежности, но и анализа путей снижения металлоемкости автомобиля в настоящее время являются экспериментальные исследования. В частности, на Центральном научно-исследовательском автополигоне НАМИ проводятся испытания на надежность автомобилей, на основе которых наряду с повышением ресурса решаются задачи снижения металлоемкости.

Испытания включают стендовые и дорожные тензометрические исследования с целью выявления наиболее нагруженных зон, для которых записываются спектры напряжений на комплексе дорог, используемых при ресурсных испытаниях. По

этим спектрам при известных параметрах кривой усталости оценивают средний ресурс исследуемого элемента в километрах пробега автомобиля. Параметры кривой усталости, соответственно база N_0 и показатель степени линейной аппроксимации наклонной ветви m , а также эффективный коэффициент концентрации напряжений $K_{\sigma\phi}$ вначале принимаются ориентировочно, с учетом соответствующих литературных источников и имеющихся экспериментальных данных. Затем, варьируя значения N_0 , m и $K_{\sigma\phi}$, просчитывают различные варианты, которые сравнивают с фактическим ресурсом исследуемого элемента, на основании испытаний на надежность подбирают подходящие значения параметров кривой усталости и оценивают ресурс других элементов данной конструкции, в которых разрушения не были получены. Вычисленные таким образом расчетные величины ресурса отдельных элементов являются основой их оптимизации по массе.

Такой подход позволяет успешно оценивать эксплуатационный ресурс автомобиля по данным полигонных испытаний. Данные же эксплуатации, в свою очередь (так же, как и ре-

зультаты эксплуатационных испытаний), являются ценнейшим материалом при сопоставлении полигонных и эксплуатационных ресурсов. Автополигоном НАМИ выполнен анализ эксплуатационной повреждаемости рам пяти моделей грузовых автомобилей, в результате которого получены основные статистические характеристики эксплуатационной долговечности лонжеронов: средний и γ -процентный ресурсы и коэффициент вариации. Установлено, что для всех пяти моделей автомобилей эмпирические распределения ресурса лонжеронов наиболее полно аппроксимируются распределением Вейбулла, подтверждением чему служит довольно узкий интервал величины коэффициента вариации (от 0,244 до 0,364). Практическая полезность полученных на базе достаточно представительных выборок результатов заключается именно в возможности использования их при статической оценке полигонного ресурса рам, получаемого, как правило, на ограниченном числе образцов.

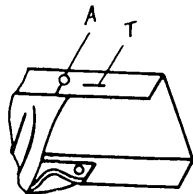


Рис. 1

В результате экспериментальных исследований по снижению металлоемкости отдельных узлов и агрегатов, разработаны и внедрены рекомендации по применению на автомобилях-самосвалах КраЗ-256Б надрамников из гнутого профиля взамен горячекатаного; по установке в задней подвеске автобуса ПАЗ-672 двух амортизаторов вместо четырех с одновременной заменой швеллерной балки их крепления на тонкостенную трубу квадратного сечения; по производству рамы для автомобиля-самосвала МАЗ-5549 с облегченными термоупрочненными лонжеронами. Суммарная годовая экономия черного проката от внедрения перечисленных выше мероприятий составляет 2500 т.

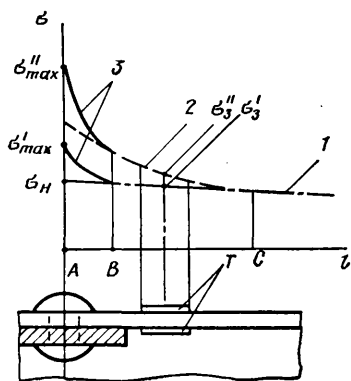


Рис. 2

Несмотря на высокую результативность полигонных испытаний, существуют возможности дальнейшего повышения их эффективности в направлении снижения металлоемкости. Чаще всего повышение достоверности оценки ресурса деталей при нерегулярном характере нагружения связывают с совершенствованием метода схематизации случайных процессов изменения нагрузок и корректировкой суммы относительных долговечностей, соответствующих предельному повреждению. Такой подход приемлем для простых деталей, для которых величины действующих номинальных напряжений и значения коэффициентов концентрации могут быть определены достаточно точно. Для сложных конструкций, таких, как элементы несущих систем автомобилей, высокая достоверность оценки ресурса

может быть достигнута лишь путем более точного определения номинальных напряжений и коэффициентов концентраций.

Рассмотрим на примере автомобильной рамы, как оценивается величина номинального напряжения по результатам испытаний. Одной из характерных зон эксплуатационной повреждаемости рамы грузового автомобиля является полка лонжерона в месте соединения ее с поперечной заклепкой А (рис. 1): здесь происходит разрушение полки (по отверстию под заклепку). Для упрощения анализа сделаем допущение, что напряженное состояние лонжерона связано в основном с его изгибом в плоскости стенки, нормальные напряжения от которого вдоль полки в направлении l изменяются линейно (прямая 1, рис. 2). Тогда номинальные напряжения у края отверстия соответственно равны σ_n . В случае, если изгиб лонжерона связан с общим изгибом рамы, то поперечины практически не нагружаются и не оказывают влияния на напряженное состояние в узле. В зоне заклепки напряжения будут складываться из номинальных (прямая 1) и связанных с концентрацией, вызванных заклепочным соединением (кривая 3), а максимальные напряжения будут равны σ_{max} . Если же изгиб лонжеронов вызывается как общим изгибом рамы, так и ее кручением, то передача усилий с поперечины на лонжерон будет вызывать дополнительные деформации контура последнего. В этом случае на напряженное состояние в зоне заклепки дополнительно будут влиять концентраторы напряжений, связанные с конструкцией узла (кривая 2), а максимальные напряжения будут равны σ_{max} .

Число тензорезисторов, которыми по существующей методике измеряются динамические напряжения, ограничено. Чаще всего используются один — два тензорезистора T , размещаемые вне зоны АВ, где не сказывается влияние концентрации напряжений от заклепочного соединения, но ощутимо влияние концентраций, связанных с конструкцией узла (зона АС). Поэтому замеренные тензорезисторами напряжения для рассмотренного второго случая нагружения σ'_3 могут заметно отличаться от номинальных. Кроме того, в общем случае нагружения несущей системы автомобиля коэффициент концентрации, как и величина напряжения, будет меняться во времени.

Более точные оценки σ_n и $K_{зф}$ можно получить, если тензометрические исследования проводить таким образом, чтобы по их результатам можно было определить не только напряжения в отдельных точках, но и выявить величины внутренних силовых факторов (ВСФ), действующих в сечениях стержневых элементов. Знание ВСФ облегчает анализ нагруженности отдельных элементов и всей несущей системы, позволяет определить величины номинальных напряжений в любой точке стержневого элемента, а также более правильно учитывать коэффициенты концентрации напряжений.

Определение ВСФ в исследуемых элементах конструкции не требует существенного увеличения количества тензорезисторов, применявшихся на первом этапе выявления более нагруженных зон, следовательно, и трудоемкость подготовительных работ по установке тензорезисторов не увеличивается. Возрастает только объем информации, которую необходимо обработать, что может быть осуществлено без особых затрат при помощи микро-ЭВМ.

В настоящее время на автополигоне НАМИ совместно с заводом-втузом при ЗИЛЕ внедрена и успешно функционирует методика исследования напряженного состояния автомобильных рам с определением величин ВСФ при стендовых статических испытаниях. Принципиально решен вопрос использования этой методики и при динамических дорожных испытаниях. Для определения коэффициентов концентрации в опасных зонах с учетом величин ВСФ необходимо предварительно изучить напряженное состояние отдельных узлов и элементов исследуемой или аналогичной конструкции при тестовых нагрузках. Здесь могут успешно использоваться как расчетные, так и экспериментальные методы: фотоупругие и хрупкие тензочувствительные покрытия, голографическая интерферометрия и др.

Уточнение замеренных значений номинальных напряжений и коэффициентов концентрации повышает достоверность оценки ресурса элементов автомобильных конструкций по результатам эксплуатационных (полигонных) испытаний и, следовательно, способствует более эффективному обнаружению резервов снижения металлоемкости автомобилей.

Снижение металлоемкости несущей системы автомобиля-самосвала КамАЗ

В. Н. БАРУН, В. Н. БЕЛОУРОВ, П. Д. ПАВЛЕНКО

Камское объединение по производству большегрузных автомобилей, Завод-вуз при Московском автозаводе им. И. А. Лихачева

ОДНИМ из резервов снижения металлоемкости автомобилей-самосвалов является исключение из их конструкции надрамника, с передачей его функций непосредственно раме. Естественно, различные модели автомобилей-самосвалов требуют своих конкретных конструктивных решений. Рассмотрим, как это делается на автомобиле-самосвале КамАЗ.

Шасси серийного автомобиля-самосвала КамАЗ-5511 создано на базе шасси седельного тягача КамАЗ-5410. На раме установлен надрамник, перекрывающий среднюю и заднюю части рамы от третьей до пятой поперечин (рис. 1,а). Надрамник представляет собой конструкцию с двумя продольными лонжеронами швеллерного сечения, соединенными между собой четырьмя поперечинами. Первая предназначена для установки гидроподъемника, вторая — для установки «ловителя» кузова; между третьей и задней расположен крестообразный усилитель. Кронштейны поворотной оси кузова приварены к лонжеронам в зоне последней поперечины. Кузов через упругие элементы опирается на полки лонжерона в зоне второй и третьей его поперечин (в зоне третьей и четвертой поперечин рамы). Масса надрамника 318 кг.

На первом этапе поиск конструктивных решений, обеспечивающих передачу раме функций надрамника, основывался на традиционном анализе напряжений в отдельных точках элементов рамы и надрамника, измеренных в ходе статических и динамических тензометрических исследований. На этом этапе было спроектировано и изготовлено три варианта (Э1, Э2 и Э3) несущей системы автомобиля-самосвала КамАЗ-5511 без надрамника. Все они по конструкции достаточно близки (рис. 1,б): кронштейны поворотной оси опрокидывания кузова крепятся непосредственно к раме в зоне последней поперечины; поперечная балка для установки гидроподъемника того же сечения, что и в надрамнике, устанавливается на раму перед ее третьей поперечиной; в транспортном положении кузов опирается непосредственно на лонжероны рамы в зоне третьей и четвертой поперечин; «ловители» кузова, фиксирующие его боковое смещение, установлены на лонжеронах в зоне среднего моста. Различие между вариантами состоит лишь в числе и длине усилителей рамы, форме внешних и внутренних уголков в сечениях лонжеронов и косынок на балансирной и задней поперечинах, так как именно усилением лонжеронов пытались снизить напряжения, величины которых возросли после исключения надрамника.

Вариант Э4 по конструкции установки кузова и характеру усиления лонжеронов был несколько иным (рис. 1,в). В нем, как и на серийном автомобиле, предусмотрен «ловитель» кузова. Он установлен на отдельной поперечной балке, которая крепится к лонжеронам за третьей поперечиной рамы. Более жестким выполнено крепление поперечной балки под гидроподъемник, увеличена и жесткость кронштейнов поворотной оси опрокидывания кузова.

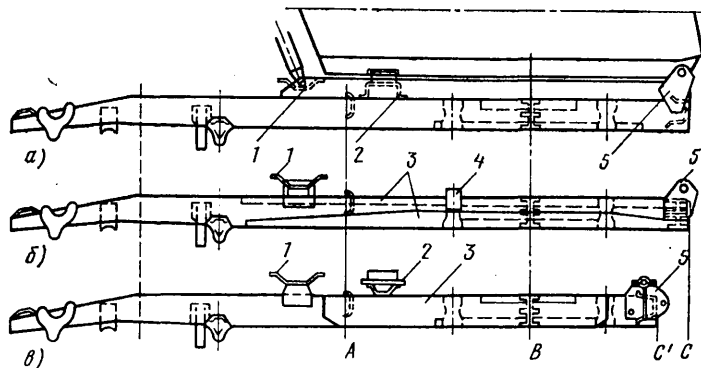


Рис. 1. Схема установки кузова и усиления рам серийного автомобиля КамАЗ-5511 (а), экспериментальных Э3 (б) и Э4 (в):

1 — поперечная балка под гидроцилиндр; 2 — поперечная балка «ловителя» кузова; 3 — усилители лонжерона; 4 — боковой упор; 5 — кронштейн оси поворота кузова

Тензометрические исследования вариантов Э3 и Э4 проводились уже по методике, позволяющей при помощи специальных программ (ТЕНЗО-ВСФ) определять величины внутренних силовых факторов в отдельных сечениях лонжеронов и поперечин. Это способствовало более детальному анализу характера нагружения элементов несущей системы автомобиля-самосвала без надрамника.

С использованием программ ТЕНЗО-ВСФ также были обработаны результаты проведенных ранее стендовых тензометрических исследований вариантов Э1, Э2 и серийного автомобиля. Хотя точность определения ВСФ при этом была невысокая (координаты датчиков принимались ориентировочно, по схемам наклеек, и в некоторых сечениях число датчиков было недостаточное), однако после сопоставления результатов обработки этих вариантов между собой и особенно с результатами испытаний для вариантов Э3 и Э4 появилась возможность более качественно проводить анализ напряженно-деформированного состояния и характера нагружения элементов несущих систем автомобилей-самосвалов без надрамника.

Анализ проводился при следующих видах нагружения несущей системы: изгибе рамы от полезной нагрузки в кузове; перекосе снаряженного автомобиля без груза и с грузом в кузове; перекосе автомобилей с приподнятым кузовом; перекосе шасси и шасси с надрамником серийного автомобиля. На втором этапе, кроме того, разработана расчетная схема рамы автомобиля КамАЗ-5511 и проведены расчеты последней с различными вариантами усиления лонжеронов, установки поперечных балок «ловителя» и поворота кузова. Расчеты проводились с использованием программ РАМА.

Результаты исследований показывают, что надрамник как усиливающий элемент в случае симметричной вертикальной нагрузки (масса полезного груза в кузове) существенного эффекта не дает. Больших результатов можно добиться, смещая передние опоры кузова вперед, например, располагая их на поперечной балке под гидроподъемником. Такое смещение мало сказывается на вертикальных реактивных усилиях на передней оси, т. е. на изгибающих моментах в сечениях лонжерона до опор (небольшое влияние положения передних опор на реактивные усилия на передних колесах связано с тем, что последние определяются в основном положением центра тяжести груза), но уменьшает изгибающие моменты в сечениях лонжерона за опорами. Так что с точки зрения вертикальных нагрузок без надрамника обойтись можно. Что касается угловой жесткости шасси, то надрамник влияет на нее достаточно заметно. Так, угловая жесткость, отнесенная к базе шасси без надрамника автомобиля КамАЗ-5511, составляет $21,7 \text{ кН}\cdot\text{м}^2/\text{град}$, для шасси с надрамником — $27,9 \text{ кН}\cdot\text{м}^2/\text{град}$, а для шасси с надрамником без крестообразных усилителей — $24,1 \text{ кН}\cdot\text{м}^2/\text{град}$, т. е. жесткость увеличивается, по сравнению с шасси без надрамника, соответственно в 1,29 и 1,11 раз и в основном за счет крестообразного усилителя. Но увеличение жесткости сечений лонжеронов за счет усилителей практически не приводит к увеличению угловой жесткости рамы. Расчеты показывают, что сделать это можно, установив сверху на раму дополнительные поперечные балки. Так, если на верхние полки лонжеронов в зоне третьей поперечины установить балку с сечением второй поперечины надрамника, а в зоне последней поперечины — балку, которая образована кронштейнами и осью поворота кузова, а также пластинами, замыкающими контур, то угловая жесткость рамы возрастет в 1,74 раза. Это подтверждают и экспериментальные данные: более жесткая установка поперечной балки под гидроподъемник и особенно поперечной балки под «ловитель» (вариант Э4) способствовали повышению угловой жесткости несущей системы и снижению нагруженности элементов рамы.

Расчеты показывают также, что боковая устойчивость автомобиля при разгрузке зависит от величины заднего свеса рамы (точнее от квадрата расстояния между сечениями оси поворота кузова и оси балансирной): укорочение задней части рамы автомобиля КамАЗ-5511 на 200 мм равносильно увеличению ее угловой жесткости в 1,2—1,3 раза. Это полностью подтверждено экспериментом: укорочение рамы в вариантах Э2 и Э4

значительно снизило ее нагруженность при перекосе с приподнятым кузовом.

Велико влияние надрамника и кузова на характер нагружения и величины напряжений и деформаций элементов рамы. Особенно оно сказывается на задней части рамы. Это наглядно видно из рис. 2, где приведены эпюры ВСФ по длине лонжерона между третьей и пятой (последней) поперечинами рамы (зона АС на рис. 1).

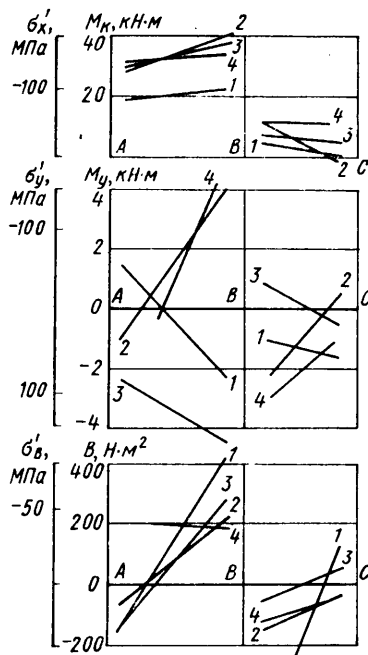


Рис. 2. Эпюры ВСФ (усредненные значения) вдоль лонжерона рамы (участок АС) при перекосе (влево и вправо) автомобиля с полезной нагрузкой в кузове:

1 — шасси автомобиля КамАЗ-5511; 2 — снаряженный автомобиль КамАЗ-5511 с полезной нагрузкой 10 т; 3 — снаряженный автомобиль Э3 с полезной нагрузкой 13 т; 4 — снаряженный автомобиль Э4 с полезной нагрузкой 13 т

Из графика видно, что установка надрамника и кузова, как и способ установки последнего, значительно изменяет характер нагружения рамы. Особенно заметно это сказывается на горизонтальных усилиях.

Анализ показывает, что усиливающие вставки и накладки на лонжероны практически не влияют на характер изменения и величины ВСФ. Однако их влияние на величины напряжений в отдельных зонах может быть существенным. На рис. 3 показаны два варианта усиления лонжерона накладками в виде

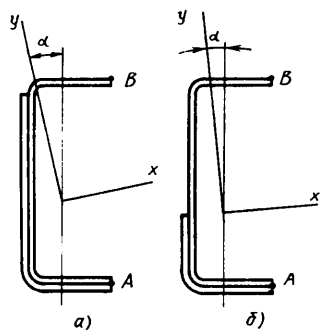


Рис. 3. Варианты усиления лонжерона:
а — первый вариант; б — второй вариант

уголка, первый из которых соответствует сечениям рамы автомобиля Э4, а во втором усилитель схватывает только нижнюю часть стенки лонжерона до высоты, равной ширине полки. Второй вариант, по сравнению с первым, имеет площадь сечения (и, следовательно, металлоемкость) в 1,24 раза меньшую (табл. 1). Кроме того, у него меньше угол поворота α главных осей от вертикали, а каждый 1° этого угла при большом отношении ω_x/ω_y исследуемого сечения лонжерона изменяет напряжения от вертикального момента на 16%. Так, например, в сечении над средним мостом рамы автомобиля Э4 при величинах ВСФ, соответствующих перекосу автомобиля на стенде, напряжения по кромке верхней и нижней полок с учетом изменения угла α будут соответственно равны: для первого варианта — 101 и 173 МПа; для второго — 139 и 162 МПа.

Нетрудно заметить, что усиление, выполненное по второму варианту, не только не повышает максимальные напряжения в условиях нагружения участка лонжерона при перекосе автомобиля, но даже снижает их.

Геометрические характеристики сечений	Первый вариант	Второй вариант
Поворот осей, град	2	1
Площадь сечения, см ²	52	42
Моменты инерции:		
J_x , см ⁴	4497	3945
J_y , см ⁴	248	242
J_ω , см ⁶	28327	25742
Моменты сопротивления по кромке полки (точка А/точка В):		
w_x , см ³	384/333	372/270
w_y , см ³	41,3/35,9	39,7/36,4
w_ω , см ⁴	525/332	564/313

Используя величины ВСФ, можно получить величины номинальных напряжений в любой точке лонжерона. Так, по дополнительной шкале σ_v графики на рис. 2 одновременно могут означать изменение напряжений от соответствующего ВСФ вдоль свободной кромки нижней полки лонжерона. Поскольку для различных рам моменты инерций в отдельных сечениях различаются, то напряжения по графикам рис. 2 получаются для основного сечения лонжерона без учета усилителей и козышек. Для отдельной рамы, используя нелинейную сетку напряжений, можно наглядно представить изменения напряжений с учетом истинных значений геометрических характери-

стик. Напряжения в лонжеронах и поперечинах рамы в различных конструкциях существенно отличаются как по характеру распределения по контуру поперечных сечений, так и по величине. Для сравнения в табл. 2 приведены величины максимальных напряжений в наиболее опасных зонах рамы при статических перекосах автомобилей. Так, в автомобилях Э1, Э2 и Э3 для наиболее напряженного сечения лонжеронов (район оси среднего моста) напряжения в нижних полках при перекосе снижаются, по сравнению с серийным автомобилем в 1,5—2 раза, а в верхних — увеличиваются в 4—5 раз, превышения допускаемые. Это объясняется изменением знака и увеличением абсолютной величины горизонтального изгибающего момента. Перегружена также поперечина № 3: напряжения в ее кронштейнах повышаются по сравнению с напряжениями в серийном автомобиле, в 3—4 раза. Причина: после исключения надрамника ось поворота сечений рамы в этой зоне под действием жесткого контура оси балансира опускается, и поперечина оказывается перегруженной изгибающими моментами в горизонтальной плоскости.

Таблица 2

Напряжения в сечении лонжерона или поперечины, МПа	КамАЗ-5511	Э2	Э3	Э4
За передним кронштейном передней рессоры:				
верхняя полка	90	108	100	62
нижняя полка	58	56	64	50
За задним кронштейном передней рессоры:				
верхняя полка	95	68	90	100
нижняя полка	120	130	130	145
Перед поперечиной № 3:				
верхняя полка	120	80	89	123
нижняя полка	106	94	90	98
В районе оси среднего моста автомобиля:				
верхняя полка	64	260	295	125
нижняя полка	166	76	30	140
Кронштейн поперечины № 3	66	270	102	32

В автомобиле Э4 в сечениях лонжеронов в зоне среднего моста в нижней (наиболее опасной с точки зрения долговечности) полке напряжения снизились, по сравнению с напряжениями в серийном автомобиле, на 20%, а в верхней — увеличились вдвое. Повышение напряжений в верхней полке не опасно, так как они были и остались значительно ниже допустимых. Это объясняется тем, что в результате установки жесткой в горизонтальной плоскости балки «ловителя» знак M_y здесь снова поменялся и стал таким же, как и в серийной конструкции. Кроме того, сказались и смещение вниз центра тяжести сечения из-за установки усилителя только по нижней полке лонжерона.

Аналогичная картина, но несколько сглаженная, наблюдается и при динамическом нагружении автомобилей, о чем свидетельствуют величины максимальных напряжений в отдельных точках рамы, зарегистрированные при движении автомо-

Сечение лонжерона или поперечины	Максимальные динамические напряжения (МПа) при движении автомобиля											
	КамАЗ-5511	Э3	Э2	Э4	КамАЗ-5511	Э3	Э2	Э4	КамАЗ-5511	Э3	Э2	Э4
	По треку, $v=7,5$ км/ч				По бельгийской мостовой, $v=30$ км/ч				По бельгийской мостовой, $v=20$ км/ч			
За передним кронштейном передней рессоры	126	120	107	110	91	62	55	85	121	85	83	91
За задним кронштейном передней рессоры	193	136	147	132	104	81	74	100	137	72	67	110
Перед поперечиной № 3	208	112	110	15	134	80	78	80	128	88	76	92
В районе оси среднего моста автомобиля	325	259	200	185	122	156	136	110	130	143	129	105
Кронштейн поперечины № 3	166	150	200	82	98	99	125	51	101	95	150	48

билей по различным испытательным сооружениям автополигона (табл. 3).

Результаты исследований показывают, что нагруженность несущей системы автомобиля-самосвала без надрамника варианта Э4 меньше, чем у серийного КамАЗ-5511 даже при условии того, что первый испытывался при полезной нагрузке в кузове 13 т, а второй — при 10 т. Работоспособность конструкции без надрамника подтверждают и ресурсные полигонные испытания.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что трехосные автомобили-самосвалы большой грузоподъемности могут не иметь надрамников. У них достаточно жесткий при перекосе контур, образованный рамой и осью балансирной подвески, а необходимой угловой жесткости несущей системы можно добиться установкой сверху на раму поперечных ба-

лок, разнесенных по ее длине. Для увеличения жесткости соединения балки должны устанавливаться по возможности ближе к поперечинам рамы или совмещаться с ними. Упоры, фиксирующие боковые смещения кузова, а также его опоры должны располагаться как можно ближе к переднему борту (для их размещения лучше всего использовать переднюю поперечную балку). Особое внимание следует уделять жесткости кронштейнов поворота кузова. Их необходимо совмещать с задней поперечиной. Усилить лонжероны рамы в зоне установки кузова нужно только по нижней полке. (В этом случае наблюдается не только снижение максимальных напряжений, но и более равномерное нагружение сечений).

Металлоемкость несущей системы автомобиля-самосвала за счет надрамника, даже при увеличении его грузоподъемности с 10 до 13 т, снижается примерно на 175 кг.

УДК 629.113.012.85

Уменьшение конструктивной высоты пружин подвесок автомобилей — резерв экономии металла

Н. П. ГАВРИЛЕНКО

Производственное объединение «Ижмаш»

ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ винтовых цилиндрических пружин в качестве упругих элементов подвесок легковых автомобилей возникают некоторые трудности, связанные с их размещением. Устанавливать пружину в подвеске желательнее с передаточным отношением, равным единице, так как любое другое расположение увеличивает нагруженность подвески, а следовательно, и ее массу. Такая установка пружин характерна для подвески типа «Макферсон», где границами по высоте для размещения пружин являются уровень капота и наружная поверхность колеса. Однако в связи с тенденцией к понижению уровня капота на современных автомобилях так размещать пружины становится все более затруднительным. Еще сложнее размещать цилиндрические пружины при передаточном отношении, равном единице, в задней зависимой подвеске с ведущими задними колесами: пружины, устанавливаемые в этом случае на кожухах полуосей заднего моста, компоновочно внедряются в салон (автомобиль с задней дверью), что уменьшает его полезный объем и усложняет конструкцию кузова.

Одним из способов уменьшения конструктивного пространства, необходимого для размещения пружины в подвеске, является снижение высоты пружины на величину, равную одному диаметру прутка. Это обеспечивается под-

гибкой одного опорного витка пружины таким образом, чтобы его внешний диаметр стал меньше внутреннего диаметра соседнего рабочего витка. Так выполняют, например, пружины подвесок автомобиля «Тойота Корона» (Япония). Иногда подгибают два опорных витка, что позволяет снизить высоту пружины на величину, равную двум диаметрам прутка. При этом диаметр рабочих витков сохраняется постоянным. Чтобы снизить высоту еще больше, требуется увеличивать диаметр пружины.

Но все сказанное выше относится к пружинам цилиндрическим. Если же пружины делать нецилиндрическими, выигрыш в их высоте может быть весьма значительным. В частности, наиболее компактными являются пружины, свитые по архимедовой спирали.

Рассмотрим несколько нецилиндрических пружин с линейной характеристикой (их форма, если они навиваются из прутка постоянного диаметра, представляет собой параболоид четвертого порядка) — однопараболоидную, двухпараболоидную и две комбинированные, состоящие из витков цилиндрической и параболоидной формы (рис. 1).

Общим недостатком нецилиндрических пружин является, как известно, неравномерное распределение касательных напряжений в поперечных сечениях по длине витков при их деформации, что приводит к увеличению массы и габаритов пружин.

Чтобы определить, как скажется снижение высоты на металлоемкости пружин и габаритах по диаметру, их сравнивали с цилиндрической пружиной, имеющей одинаковую с ними характеристику. При этом диаметр цилиндрической пружины был выбран

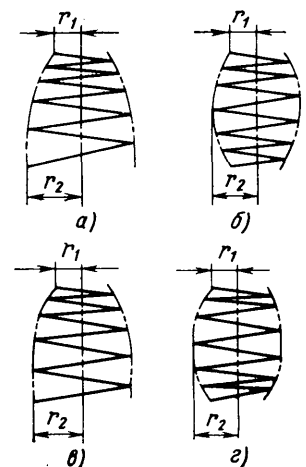


Рис. 1. Нецилиндрические пружины: а — однопараболоидная; б — двухпараболоидная; в — комбинированная с одним параболоидным участком; г — комбинированная с двумя параболоидными участками

исходя из условия минимально допустимой ее устойчивости, а наименьший радиус нецилиндрических пружин принят равным среднему радиусу цилиндрической пружины. Задаваясь различными значениями большего радиуса, подсчитывали массу и высоту пружин по оси витков в сжатом состоянии. Большой радиус параболоидных пружин (рис. 1, а, б) увеличивали до тех пор, пока расстояние между осями соседних витков в горизонтальной проекции становилось равным диаметру прутка и витки свободно укладывались друг в друга.

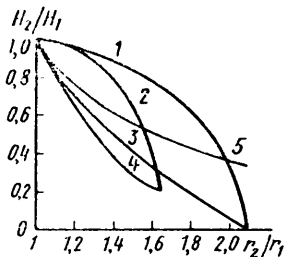


Рис. 2. Относительное изменение высоты в зависимости от изменения отношения радиусов пружины

Для каждого значения большего радиуса комбинированных пружин определялось число витков нецилиндрических частей (из условия $r_2 - r_1 = nd$). С увеличением радиуса r_2 число цилиндрических витков уменьшалось, и, когда становилось равным нулю, комбинированные пружины, которые при этом достигали минимальной высоты, превращались в параболоидные.

По результатам подсчета построены графики относительного снижения высоты и изменения массы рабочих витков пружин в зависимости от отношения наибольшего радиуса к наименьшему (рис. 2 и 3). Построены также графики снижения высоты и изменения массы рабочих витков цилиндрической пружины при увеличении ее диаметра (рис. 2 и 3).

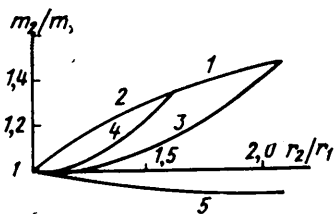


Рис. 3. Относительное изменение массы рабочих витков пружин в зависимости от изменения отношения их радиусов

Из сопоставления графиков, представленных на рис. 2, видно, что высота однопараболоидной пружины (кривая 1) при увеличении отношения r_2/r_1 снижается медленнее, чем других пружин, и лишь при отношениях $(r_2/r_1) > 2$ она

становится меньше высоты цилиндрической пружины (кривая 5) и может — по оси витков — стать равной нулю (габаритная ее высота при этом равна одному диаметру прутка).

Более быстро снижается высота двухпараболоидной пружины (кривая 2), но и она становится меньше цилиндрической только при отношениях $(r_2/r_1) > 1,55$. Минимальная высота по оси витков, которой достигает пружина, равна примерно одному диаметру прутка (габаритная высота равна примерно двум диаметрам прутка). Конструктивная высота комбинированных пружин — с одним (кривая 3) и двумя (кривая 4) параболоидными участками — снижается быстрее, чем цилиндрической, при всех отношениях r_2/r_1 .

Из графиков, приведенных на рис. 3, следует, что масса рабочих витков одной и двухпараболоидных пружин с увеличением отношения r_2/r_1 значительно возрастает (кривые 1 и 2), тогда как масса рабочих витков цилиндрической пружины, из-за уменьшения кривизны витков, убывает (кривая 5). Возрастание массы рабочих витков наблюдается также и у комбинированных пружин с одним (кривая 3) и двумя (кривая 4) параболоидными участками, но в меньшей степени, особенно при небольших отношениях r_2/r_1 , когда число нецилиндрических витков относительно невелико. Однако, если рассматривать пружины с учетом опорных витков, то соотношения их масс значительно изменяются (рис. 4).

витков (рис. 4) и, задаваясь снижением высоты, по рис. 2 определяли размеры пружин по диаметру, а по рис. 4 находили соответствующие значения их металлоемкости. Полученные таким образом данные (при снижении высоты пружин до 70%) приведены в таблице.

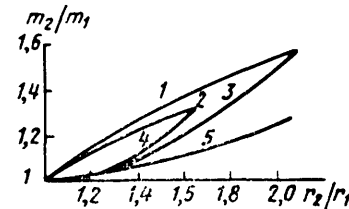


Рис. 4. Относительное изменение массы пружин с учетом опорных витков

Из таблицы следует, что одно- и двухпараболоидные пружины при всех вариантах снижения высоты имеют значительно большую, чем цилиндрическая пружина, массу, а комбинированные пружины обоих типов — меньшую; наименьшей металлоемкостью и минимальными габаритами обладает комбинированная пружина с двумя параболоидными участками по концам (рис. 1, з). Комбинированные пружины (при снижении высоты примерно до

Тип пружины	Параметры							
	r_2/r_1	m_2/m_1	r_2/r_1	m_2/m_1	r_2/r_1	m_2/m_1	r_2/r_1	m_2/m_1
Однопараболоидная	$(H/H_{II})=0,8$		$(H/H_{II})=0,6$		$(H/H_{II})=0,4$		$(H/H_{II})=0,3$	
Двухпараболоидная	1,58	1,37	1,81	1,47	1,96	1,53	2,02	1,55
Комбинированная (рис. 1, а)	1,40	1,22	1,54	1,28	1,61	1,30	1,63	1,31
Комбинированная (рис. 1, в)	1,14	1,02	1,3	1,06	1,51	1,15	1,65	1,23
Комбинированная (рис. 1, з)	1,12	1,00	1,22	1,025	1,37	1,10	1,46	1,16
Цилиндрическая	1,17	1,027	1,42	1,07	1,88	1,20	—	—

Здесь уже масса цилиндрической пружины с увеличением ее диаметра (вследствие соответствующего увеличения размеров опорных витков) существенно возрастает (кривая 5), а относительная масса однопараболоидной и комбинированной пружин с одним нецилиндрическим участком возрастает (по отношению к относительной массе рабочих витков) незначительно (кривые 1 и 3), так как увеличиваются размеры только одного опорного витка. У двухпараболоидной и комбинированной пружин с двумя нецилиндрическими участками опорные витки при всех отношениях r_2/r_1 остаются постоянными, поэтому относительная масса этих пружин даже несколько снижается (кривые 2 и 4). Чтобы сравнить пружины по металлоемкости, рассматривали совместно графики снижения высоты (рис. 2) и относительного снижения массы пружин с учетом опорных

40%) имеют небольшое различие между собой как по диаметру, так и по массе. Поэтому для снижения конструктивной высоты в этом диапазоне можно также применять комбинированную пружину с одним параболоидным участком — она проще в изготовлении. Снижение же конструктивной высоты более 80% могут обеспечить только однопараболоидная и комбинированная пружины с одним параболоидным участком, однако вторая проще, поэтому ее и целесообразно использовать в подвесках. При этом вторая, при одном и том же уменьшении высоты (кроме высоты, равной нулю), имеет несколько меньшие габариты и массу (см. рис. 2 и 4). Однако использовать такое снижение высоты пружин в подвесках обычных конструкций затруднительно — теперь уже из-за больших размеров наружного диаметра пружин.

Гнутые профили проката в конструкции автомобиля-самосвала

М. А. КОРНИЛОВ

Завод по производству автосамосвалов, г. Саранск

О ДНИМ из путей снижения металлоемкости автомобилей и, в частности, автомобилей-самосвалов, является использование в их конструкциях гнутых профилей проката, выпускаемых предприятиями Министерства черной металлургии. Большое внимание внедрению таких профилей в конструкции автомобилей-самосвалов уделяет коллектив Завода по производству автосамосвалов (г. Саранск).

Параметры	1970 г.		1975 г.		1980 г.		1982 г.	
	САЗ-3503	ГАЗ-САЗ-53Б	САЗ-3503	ГАЗ-САЗ-53Б	САЗ-3503	ГАЗ-САЗ-53Б	САЗ-3503	ГАЗ-САЗ-53Б
Расход горячекатаного проката черных металлов (по нормам расхода на изделие), кг	533	1020	314	777	197	571	172	453
Общий расход черных металлов (по нормам на изделие), кг	771	1414	733	1281	700	1166	696	1142
Доля гнутых профилей в общем расходе черных металлов, %	13,8	11,1	40,2	22,9	54,8	38,2	54,8	48,0

Первый опыт применения гнутых профилей на заводе относится еще к 1963 г., когда в конструкцию выпускавшегося тогда автомобиля-самосвала ГАЗ-93Б был введен профиль панельного типа размера $995 \times 12,5 \times 2,5$ для настила пола. Его применение позволило исключить использование стального листа толщиной 3 мм и сэкономить 550 т металла. При этом годовая экономия проката черных металлов составила свыше 2200 т.

В настоящее время прогрессивные профили проката применяются в конструкциях всех выпускаемых заводом автомобилей-самосвалов. Например, из гнутых профилей проката изготавливается большинство узлов и деталей автомобилей-самосвала САЗ-3503, ГАЗ-САЗ-53Б. Из таких профилей на автомобиле-самосвале САЗ-3503 (полезная нагрузка 2,4 т) выполняются лонжероны, поперечины и панели настила основания платформы, панели переднего, боковых и заднего бортов, верхние обвязки бортов, нижняя обвязка заднего борта, средние стойки боковых и заднего бортов, стойки переднего борта, растяжки и передняя поперечина надрамника; на автомобиле-самосвале ГАЗ-САЗ-53Б (полезная нагрузка 3,55 т) — передняя и задняя

балки надрамного устройства, лонжероны, их усилители, продольные усилители, крайние поперечины, средние раскосы и панели настила основания платформы, панели боковых и заднего бортов, обвязки всех бортов, стойки переднего и боковых бортов, средние стойки заднего борта. Расширилась и номенклатура гнутых профилей — их применяется сейчас 14, в том числе семь — швеллерного равнополочного и неравнополочного сечений, два — замкнутого квадратного и прямоугольного сечений, три — панельного сечения. В ближайшее время намечается перевод на гнутые профили передней и задней поперечин надрамника, панели переднего борта, задней опорной и средних поперечин основания платформы автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-53Б. При этом общее число гнутых профилей из низколегированных сталей составит не менее 40%.

Некоторые данные, характеризующие проведенную заводом работу по экономии металла, приведены в таблице.

Как видно из этих данных, внедрение гнутых профилей

позволило заводу существенно уменьшить как расход горячекатаного проката, так и общий расход черных металлов; довести почти до 50% общего объема потребляемого металла объем применения металлоизделий, коэффициент использования металла у которых очень высок (0,97—0,98). В результате этого коэффициент использования металла (с учетом всех видов металлоизделий) составляет сейчас 0,86, масса самосвальной установки автомобиля-самосвала уменьшилась на 80—150 кг. Повысилась прочность ряда ответственных деталей кузовов и надрамных устройств без увеличения их металлоемкости, т. е. конструкция автомобилей-самосвалов стала более совершенной. При этом наиболее нагруженные детали, например, лонжерон основания платформы автомобиля-самосвала САЗ-3503, лонжерон, центральная и крайние поперечины основания платформы, задняя балка надрамного устройства автомобиля-самосвала ГАЗ-САЗ-53Б переведены на изготовление из более прочной низколегированной стали 09Г2.

Прогрессивные профили проката найдут еще более широкое применение в перспективных изделиях завода, в частности, в новом автомобиле-самосвале ГАЗ-САЗ-4509.

УДК 629.114.4.012.11

Повышение несущей способности балки передней оси грузовых автомобилей

М. Ю. МАЛИНИН, В. И. ВОРОНОВ, В. А. КОЗЛОВ

Камское объединение по производству большегрузных автомобилей

ПРИ СОЗДАНИИ и доводке грузовых автомобилей особый интерес вызывает задача повышения грузоподъемности автомобиля без существенного роста его массы — повышения за счет оптимального проектирования несущих элементов. Например, такого металлоемкого как балка передней оси автомобиля.

Такая возможность есть. Дело в том, что обычно применяемая схематизация балки (брус с ломаной осью) и ее последующий расчет в соответствии с технической теорией изгиба и кручения дают весьма приближенные значения максимальных касательных напряжений и совершенно не дают представления о напряженном состоянии балки. Это зачастую приводит

к количественно и качественно неверным результатам при суммировании напряжений от изгиба и кручения. Отсюда — и перетяжение конструкции.

Результаты, значительно более близкие к фактическим, дает исследование методом конечных элементов. Это, в частности, подтвердило исследование балки передней оси автомобиля, расчетная схема которой показана на рис. 1.

Величина нагрузки выбиралась из условий экстремного торможения, т. е. максимума тормозной силы, которую позволяет реализовать тормозной механизм. Такой подход оправдан тем, что в балке недопустимо появление зон текучести, так как остаточные деформации повлекут за собой изменение углов

схождения и развала колес и, следовательно, повышенный износ шин и т. д.

Как видно из рисунка, на балку действуют изгибающий и крутящий моменты. Задача о кручении бруса с односвязным контуром поперечного сечения произвольной формы решалась на основе стандартной матричной формулировки метода конечных элементов, приведенной, например, в работах [1 и 2]. В качестве конечного элемента был принят трехузловой элемент с линейной интерполяцией функции напряжений.

Задача об изгибе балки решалась на основе известных формул теории изгиба, а суммарная оценка напряженного состояния — по эквивалентным напряжениям в соответствии с энергетической теорией прочности.

Использование этих данных в совокупности с результатами решения задачи методом конечных элементов позволяет определить эквивалентные напряжения в любой точке сечения и получить полную картину напряженного состояния, а следовательно, решить задачу о выборе рационального профиля сечений.

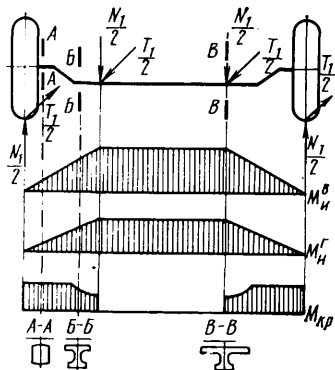


Рис. 1. Расчетная схема балки (T_1 — максимальная тормозная сила; N_1 — максимальная нагрузка на ось при экстренном торможении; M_1^B — изгибающий момент в вертикальной плоскости; M_1^H — изгибающий момент в горизонтальной плоскости; $M_{кр}$ — крутящий момент)

Точность решения проверялась путем сравнения результатов расчета с результатами эксперимента, в ходе которого восемь балок поочередно устанавливались на стенде, имитирующем работу автомобиля при торможении. На осциллограмме фиксировалась зависимость деформации балки от приложенной нагрузки и определялась сила, соответствующая началу текучести материала. Как оказалось, теоретическое решение согласуется с результатами эксперимента: погрешность составляет $\sim 7\%$, а разброс характеристик прочности для определения коэффициентов запаса при проекторочном расчете — 15% .

Напряжения в балке передней оси анализировались по трем наиболее опасным сечениям (рис. 1), характерным для соответствующих участков балки и отражающим общую закономерность распределения напряжений.

Поскольку сечение А—А балки представляет собой профиль, близкий к прямоугольному с вертикальной осью симметрии, то из-за симметричности в расчете использовали только половину сечения. Анализ сетки конечных элементов и картины напряжений в этом сечении показывает, что распределение напряжений соответствует классическому распределению в прямоугольном сечении бруса при кручении с изгибом. Расчет по приближенным формулам сопротивления материалов, приведенным в работе [3], дает погрешность, по сравнению с решением методом конечных элементов, равную 10% , что приемлемо для инженерных расчетов и позволяет не проводить решение этим методом для данного сечения.

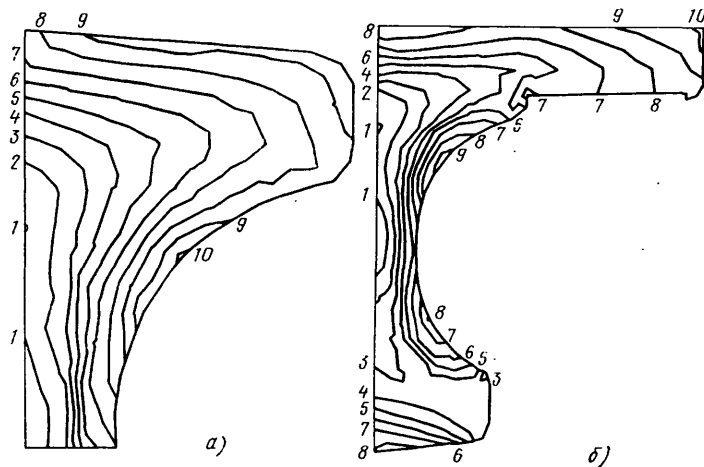


Рис. 2. Изолинии напряжений в оптимальных профилях: а — сечение Б—Б (максимальное напряжение 545,8 МПа, минимальное — 69,5 МПа, цена изолинии 47,0 МПа); б — сечение В—В (максимальное напряжение 5506 МПа, минимальное — 58,3 МПа, цена изолинии 49,0 МПа)

Сечения Б—Б и В—В представляют собой двутавровый профиль с вертикальной осью симметрии. Анализ картины изолиний показывает, что концентрация напряжений наблюдается в зоне переходных радиусов профиля. Эти концентрации, очевидно, вызваны скручиванием балки, так как изгибные напряжения вблизи центра тяжести невелики. Расчет на кручение двутавровых профилей дает совершенно иную величину касательных напряжений (разница, по сравнению с методом конечных элементов, составляет 80%), что также вполне объяснимо, так как сечение балки, согласно работе [3], рассматривается как составное, состоящее из тонких полок. Такой подход не позволяет рассчитывать напряжения в переходных радиусах, а именно они, как оказалось, играют решающую роль при определении прочности балки. Следует отметить большой градиент напряжений по периметру сечений, что говорит о неравнопрочности профиля, т. е. о неэкономном использовании металла.

Задача построения рационального профиля решалась путем направленного перебора характерных размеров сечений — высоты профиля, ширины и толщины полок и т. д. Это позволило снизить максимальные напряжения при неизменной площади и определить общую закономерность построения оптимального профиля балки передней оси: его высота должна в $1,5$ — 2 раза превышать ширину балки, толщина полок — быть равной толщине стенки, а переходный радиус от полок к стенке — представлять собой радиус цилиндрической поверхности, вписанной между полками и стенкой.

Пропорции в размерах полок и стенок продиктованы соотношениями изгибающих моментов; форма переходного радиуса резко влияет на составляющую напряжений от кручения. Именно такой профиль имеет на 18 — 20% меньшую массу при неизменном уровне напряжений или в $1,4$ раза меньшие напряжения при неизменной массе балки. Картина эквивалентных напряжений в оптимальных профилях сечений Б—Б и В—В представлена на рис. 2.

Таким образом, исследования показали, что внедрение новых профилей передних балок в производство позволяет получить значительную экономию металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М.: Мир, 1979. 392 с.
2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. 423 с.
3. Писаренко Г. С. и др. Сопротивление материалов. Киев.: Госиздат технической литературы УССР, 1963. 791 с.

Снижение уровня структурного шума в кабине автомобилей БелАЗ

Е. И. СЛОУЩЕР, А. С. ЕФАНОВ, С. А. ВОРОНЦОВ, канд. техн. наук В. Е. ТОЛЬСКИЙ

Белорусский автозавод, Центральный научно-исследовательский автополигон НАМИ, НАМИ

ПРИМЕНЕНИЕ автомобилей БелАЗ особо большой грузоподъемности имеет большое народнохозяйственное значение. Однако специфика эксплуатации этих автомобилей ставит перед конструкторами задачу улучшения условий работы водителя и, в частности, снижения уровня структурного шума в кабине, так как она представляет собой сварную цельнометаллическую конструкцию, которая, хотя и крепится к кронштейнам рамы в четырех сдвоенных точках на резинометаллических виброизоляторах, однако эффективность их является недостаточной.

соответствует нагрузке при движении (нагрузка создавалась водяным реостатом).

Анализ частотных спектров виброскорости в зонах крепления опор кабины (рис. 2) показал, что вибрация в поперечном направлении при частотах свыше 20 Гц, в вертикальном — свыше 30 Гц и продольном свыше 40 Гц вызывается в основном возбуждением от вибрации двигателя.

Для определения уровней структурного шума на рабочем месте водителя, вызываемого вибрацией двигателя, и шума, передающегося по воздуху, необходимо сопоставить спектр шума — при одних и тех же режимах работы двигателя — в кабине, установленной на автомобиле обычным образом; со спектром шума в кабине, полностью отсоединенной от шасси, т. е. не имеющей механических связей с шасси. Такая задача чрезвычайно трудоемка. Поэтому доминирующая составляющая шума в кабине автомобилей БелАЗ определялась косвенным методом.

Два одинаковых автомобиля устанавливали на ровной горизонтальной площадке таким образом, чтобы их кабины находились рядом друг с другом (рис. 3). На одном из них двигатель работал на режиме холостого хода (максимальная частота вращения коленчатого вала 1500 мин⁻¹), работал также вентилятор системы охлаждения. В кабине автомобиля возникал как аэродинамический, так и структурный шум.

Двигатель на втором автомобиле не работал, но вентилятор работал, т. е. в кабине возникал шум аэродинамического происхождения. Уровни и спектры звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5—8000 Гц регистрировались спереди, сбоку и сзади (точки 1—4 и 1'—4') под кабинами в проекции геометрического центра пола кабины (точки 5, 5') на расстоянии 0,25 м от панелей, а также на уровне уха водителя (точки 6, 6').

По результатам измерений уровней звукового давления в точках 1—5 и 1'—5' рассчитывались октавные спектры средних уровней звукового давления, которые принимались за характеристики

звукового поля вокруг кабин автомобилей соответственно с работающим и неработающим двигателем.

Октавный спектр уровней звукового давления в кабине автомобиля с неработающим двигателем увеличивался в соответствующих полосах частот на величину, равную разности этих уровней. Полученный таким образом спектр уровней звукового давления принимался за спектр аэродинамического шума в кабине автомобиля с работающим двигателем.

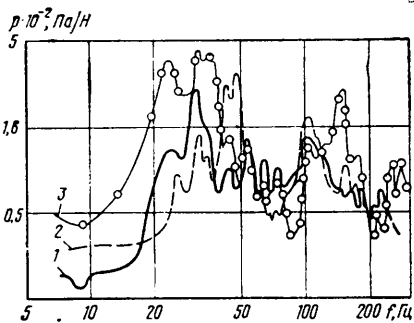


Рис. 1. Огибающие спектров виброакустической возбудимости кабины при нагружении гармонической силой в направлениях: 1 — продольном; 2 — поперечном; 3 — вертикальном

Анализ спектров виброакустической возбудимости, полученных при возбуждении кабины в трех взаимно перпендикулярных направлениях, показал, что диапазоны частот от 20 до 40 Гц и от 135 до 155 Гц в вертикальном направлении, около 30 Гц — в продольном и от 40 до 50 Гц в поперечном направлениях являются зонами ее повышенной акустической возбудимости (рис. 1).

Для определения доминирующего источника вибрации и структурного шума кабины в указанных диапазонах частот измерялись среднеквадратичные значения виброскорости в зонах крепления опор кабины на движущемся и на неподвижном автомобиле, но с работающим двигателем под нагрузкой, которая

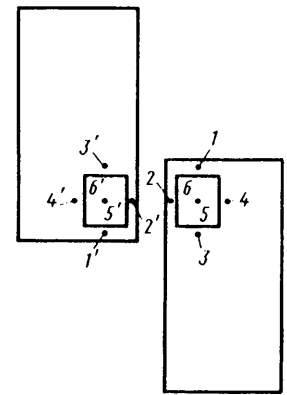


Рис. 3. Схема расположения автомобилей при испытаниях:

1—5 — точки измерения шума вокруг кабины автомобиля с работающим двигателем; 1'—5' — точки измерения шума вокруг кабины автомобиля с неработающим двигателем

Поскольку шум в кабине автомобиля с работающим двигателем является результатом сложения структурного и аэродинамического шумов, его можно рассматривать как шум, образованный двумя источниками. Тогда, зная спектры аэродинамического и общего шума, можем без учета когерентности по извест-

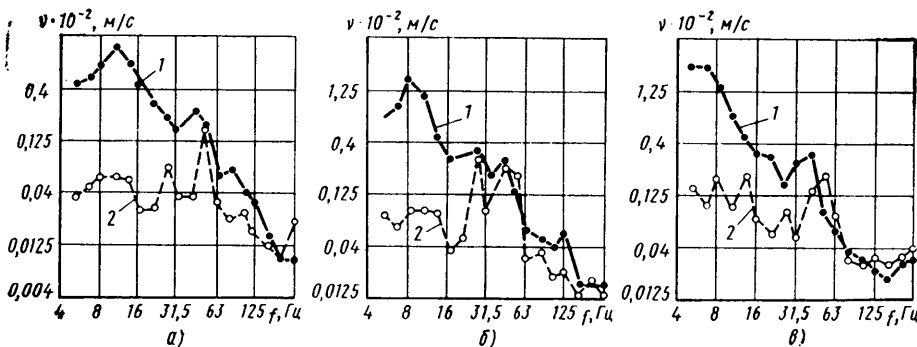


Рис. 2. Спектры вибрации кабины в точке крепления виброизолятора в продольном (а), поперечном (б) и вертикальном (в) направлениях: 1 — $v=32$ км/ч, $n=1500$ мин⁻¹; 2 — $v=0$, $n=1500$ мин⁻¹

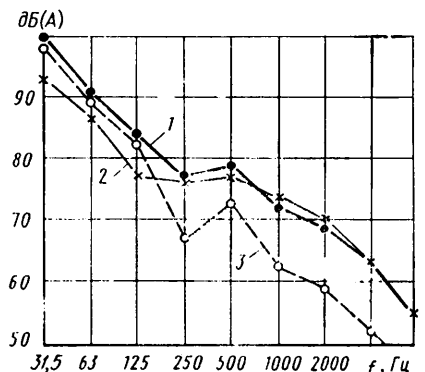


Рис. 4. Спектры шума в кабине автомобиля при работе двигателя на режиме холостого хода ($n=1500$ мин⁻¹): 1 — общий шум; 2 — расчетный аэродинамический шум; 3 — расчетный структурный шум

ным из работы [1] правилам рассчитать спектры структурного шума.

Результаты измерений и расчета спектров шума в кабине автомобиля приведены на рис. 4. Из сопоставления спектров видно, что в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63 и 125 Гц доминирующей составляющей шума в кабине автомобиля при работе двигателя при максимальной частоте вращения коленчатого вала на режиме холостого хода является структурный шум.

На автомобилях БелАЗ-549 и БелАЗ-549Б применяются четырехтактные дизели, выполненные по схеме V-6-90°. Основными возмущающими факторами для этих двигателей являются неуравновешенный момент от сил инерции второго порядка, действующий в горизонтальной плоскости, и основные гармонические составляющие опрокидывающего момента с частотами $1,5n/60$, $3n/60$ и $4,5n/60$. При частоте вращения коленчатого вала 1500 мин⁻¹ гармоника с частотой $1,5n/60$ является источником вибрации кабины в октавной полосе с частотой 31,5 Гц, гармоники с частотами $2n/60$ и $3n/60$ —

в полосе с частотой 63 Гц и гармоники с частотой $4,5n/60$ — в полосе со среднегеометрической частотой 125 Гц.

При увеличении нагрузки дизеля до максимальной произойдет, по сравнению с режимом холостого хода, увеличение в 2—3 раза амплитуд составляющих опрокидывающего момента, действующих с частотами $1,5n/60$ и $4,5n/60$. Соответственно возрастут уровень вибрации кабины и уровни структурного шума в кабине в октавных полосах с частотами 31,5 и 125 Гц. При этом уровень аэродинамического шума увеличится незначительно, поскольку обычно, увеличение нагрузки до максимальной не приводит к значительному увеличению уровня шума дизеля. Таким образом, и при движении автомобиля структурный шум, порождаемый вибрациями кабины под воздействием возмущающих факторов двигателя, является доминирующей составляющей шума в кабине автомобиля в указанных полосах частот.

Приведенная в настоящей работе методика оценки уровней и источников структурного шума позволяет получать данные, на основе которых могут быть

разработаны рекомендации по снижению уровней шума в кабине автомобиля. В частности, для автомобилей БелАЗ-549 с двигателями V-6-90° была рекомендована, как это известно из работы [2], специальная подвеска силовой установки, позволившая значительно уменьшить уровень динамических сил, передаваемых на шасси автомобиля от двигателя, и тем самым снизить уровень структурного шума в кабине водителя.

Дальнейшее снижение уровня структурного шума может быть достигнуто за счет улучшения вибродинамических характеристик узлов крепления кабины и снижения ее виброакустической возбудимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клюкин И. И. Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах. Л.: Судостроение, 1971. 416 с.

2. Зотов А. В., Слоущер Е. И. Выбор и расчет амортизирующего крепления силовых агрегатов автомобилей особо большой грузоподъемности. — Автомобильная промышленность, 1978, № 2, с. 9—13.

УДК 629.113.072.5

Аэродинамическое взаимодействие автомобилей при их движении на близких расстояниях

А. А. КАПУСТИН

Ленпромтранс

ПРИ РЕШЕНИИ задач о движении нескольких автомобилей, например, одного автомобиля за другим, при обгоне и т. д., обычно используются аэродинамические характеристики, полученные при испытаниях в аэродинамической трубе одиночных автомобилей или их моделей, т. е. не учитывается, что автомобили, двигаясь на близком расстоянии, нарушают состояние воздушной среды и этим влияют друг на друга. Между тем спортсмены — бегуны, велосипедисты, мотоциклисты — уже давно используют результаты аэродинамического взаимодействия (движение за лидером). Чтобы определить особенности такого взаимодействия между автомобилями, был проведен специальный эксперимент — одновременная продувка двух моделей автомобилей в аэродинамической трубе (рис. 1). При этом одна из моделей (2) устанавливалась на державке 4 трехкомпонентных аэродинамических весов 5, вторая (3) крепилась к

экрану 1 и позволяла создавать различные варианты взаимного расположения автомобилей при движении. Скорость воздушного потока при испытаниях была 20 м/с, что соответствует числу Рейнольдса $1 \cdot 10^6$.

Зависимость коэффициента лобового сопротивления одного из автомобилей от его положения относительно второго показана на рис. 2. Как видно из рисунка, коэффициент c_x у первого автомобиля, идущего за вторым на расстоянии 6,25 м (расстояние здесь и далее указывается в пересчете на автомобили в натуральную величину), составляет 0,288. Это на 24% меньше, чем у одиночного автомобиля. У автомобиля-лидера c_x также снижается: при тех же условиях он равен 0,340, что меньше, чем в случае продувки одиночной модели, на 11%. При этом влияние движущегося впереди автомобиля более сильно (когда расстояние между автомобилями равно 3,5 м, коэффициент лобового сопротивления

воздуха у лидера уменьшается на 52%, а у идущего сзади — на 55%) и распространяется оно на большее расстояние. Физическая сущность происходящего заключается в том, что у автомобиля-лидера уменьшается область спутной струи (это особенно проявляется при сближении автомобилей), и у автомобиля, движущегося за лидером, точка отрыва потока смещается назад, благодаря чему уменьшается разность давлений перед автомобилем

и за ним, следовательно, снижается сила лобового сопротивления.

При многополосном движении по автостраде два автомобиля могут двигаться так, что их передние части находятся на одной линии. Как видно из рис. 3, для каждого из них коэффициент лобового сопротивления воздуха в данном случае (сплошная линия) больше, чем для одиночного автомобиля (0,380) и зависит от расстояния между боковыми автомобилями b . Так, при уменьшении расстояния до нуля c_x возрастает до 0,495, т. е. на 30%. Наоборот, при увеличении расстояния b эффект взаимовлияния автомобилей уменьшается и при 3 м исчезает. Увеличение сопротивления воздуха объясняется образованием между автомобилями диффузора, увеличивающего интенсивность вихреобразования.

Одним из частых маневров при движении автомобилей является обгон. Зависимость коэффициентов c_x обгоняемого

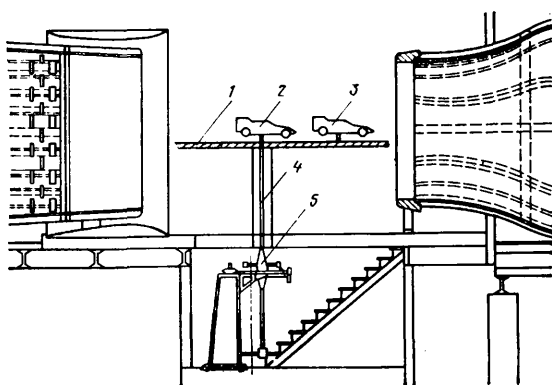


Рис. 1. Рабочая часть аэродинамической трубы

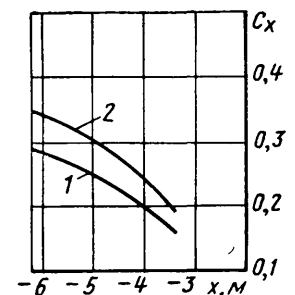


Рис. 2. Зависимости коэффициента c_x от расстояния x между автомобилями при движении автомобилей одного за другим: 1 — первый автомобиль позади второго; 2 — второй автомобиль позади первого

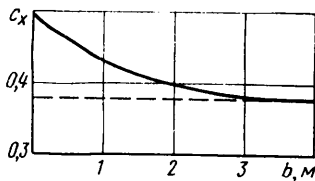


Рис. 3. Зависимость коэффициента c_x от расстояния b между боковинами автомобилей

(кривая 1) и обгоняющего (кривая 2) автомобилей от расстояния между ними при обгоне на параллельном курсе показана на рис. 4 (расстояние между боковинами автомобилей близко к нулю).

Как видно из рисунка, по мере того как обгоняющий автомобиль приближается к обгоняемому, его коэффициент c_x снижается, и при расстоянии, равном 2 м, достигает минимума (на 50% меньше, чем c_x одиночного автомобиля). у автомобиля обгоняемого, наоборот, c_x растет — его максимум составляет 40% c_x одиночного автомобиля. В дальнейшем, когда обгоняющий автомобиль выедет вперед, c_x обоих автомобилей, как и следовало ожидать, начнут изменяться в противоположном направлении: у первого снизится на 30%, а у второго возрастет на 40%. По мере удаления одного автомобиля от другого аэродинамическое их взаимодействие уменьшается, их коэффициенты c_x достигают значений, характерных для одиночных автомобилей.

Другой разновидностью обгона, особенно скоростных автомобилей, является обгон с выходом из-за лидера: в первой фазе обгона обгоняющий следует непосредственно за лидером на расстоянии, примерно, равном двум длинам своего автомобиля. Находясь в «аэродинамической тени» лидера, он получает возможность иметь запас мощности двигателя, который затем используется для разгона. Разогнавшись и приблизившись к лидеру, догоняющий переходит на параллельный курс. Полученной силы инерции может быть достаточно, чтобы преодолеть увеличение силы сопротивления воздуха и произвести обгон.

Таким образом, проведенные исследования показали, что аэродинамическое взаимодействие идущих близко автомобилей заметно сказывается на их лобовом сопротивлении, что может влиять на режимы движения и маневры. Это особенно хорошо видно из результатов анализа режимов движения двух спортивных автомобилей с двухместными закрытыми кузовами, которые развивают в гонках на специальных треках скорость до 300 км/ч. Исследование автомобилей проводилось для их движения одного за другим; обгона на параллельном курсе; обгона с выходом из-за лидера. В частности, для первого случая было определено (рис. 5), как может измениться максимальная скорость ав-

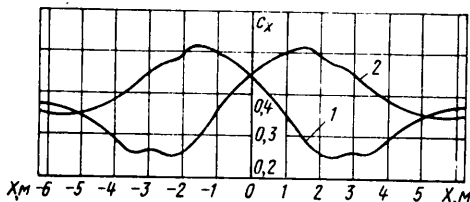


Рис. 4. Зависимость коэффициентов c_x от расстояния между автомобилями при обгоне на параллельных курсах:

1 — для обгоняющего автомобиля; 2 — для обгоняемого автомобиля

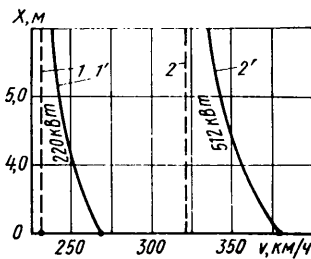


Рис. 5. Максимальная скорость автомобиля-лидера при движении двух автомобилей одного за другим

томобил-лидера при изменении расстояния между ним и автомобилем, идущим сзади.

Из рисунка видно, что при двигателе мощностью 220 кВт (линия 1) лидер в одиночку может развить максимальную скорость 231 км/ч. Когда за ним вплотную движется второй автомобиль, максимальная скорость возрастает на 14% и составляет 270 км/ч (кривая 1'). Увеличение мощности двигателя до 512 кВт позволяет увеличить скорость с 318 (в одиночку, линия 2) до 381 км/ч (тандем, кривая 2'), т. е. на 20%. Следовательно, для автомобилей-лидеров с двигателем более высокой мощности и развивающих большую скорость аэродинамическое взаимодействие при движении одного за другим эффективнее.

У догоняющего автомобиля коэффициент c_x снижается значительно, чем

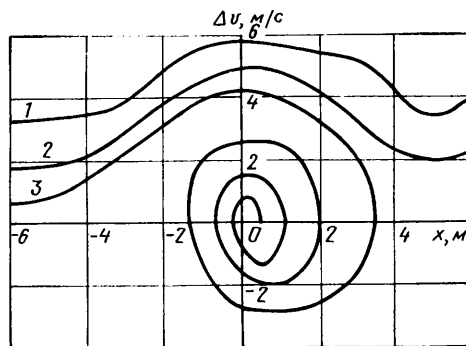


Рис. 6. Влияние разности начальных скоростей Δv автомобилей на возможность совершения обгона на параллельных курсах

у лидера, и это позволяет иметь запас мощности при движении со скоростью лидера.

Преимущества, появляющиеся у автомобилей при их движении одного за другим, подтверждаются опытом автомобильных гонок. Например, на соревнованиях за «Кубок социалистических стран», проводившихся в Минске (трасса «Боровая»), сборная команда ЧССР выступала на трех автомобилях группы 2 «Школа-Металекс» с двигателем мощностью 95 кВт. Как показал анализ результатов гонки, на одном из кругов, где автомобили двигались один за другим, время преодоления круга было на 2 с меньше, чем при движении в одиночку. Средняя скорость при этом возросла с 135,59 до 138,17 км/ч, т. е. на 2%.

Несколько слов о возможности обгона на параллельном курсе. Он, естественно, возможен, если мощность двигателя обгоняющего автомобиля больше мощности обгоняемого. Но в случае, когда оба автомобиля одной модели и оборудованы одинаковыми двигателями, а

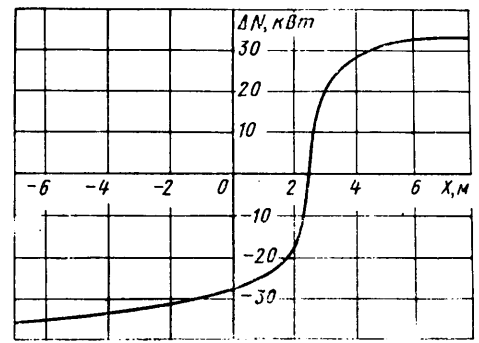


Рис. 7. Зависимость разницы мощностей двигателей автомобилей от расстояния между ними

разность скоростей между автомобилями меньше 1 м/с, такой обгон невозможен. Покажем это.

Обгоняющий автомобиль, начав обгон, за счет разности скоростей постепенно выходит вперед на половину корпуса, но закончить обгон не может, так как его c_x увеличивается, в результате чего скорость падает. Кроме того, обгоняемый автомобиль оказывается в лучших условиях: его c_x уменьшается, и он, увеличивая скорость, снова занимает положение лидера. Однако мощности не хватает для совершения полного обгона и он вынужден отстать. Так, поочередно меняясь в лидерстве, автомобили будут двигаться до выравнивания скоростей (кривая 3 на рис. 6). При увеличении разности скоростей в начале обгона обгон может состояться (кривые 1 и 2). Но даже в этих случаях аэродинамическое взаимодействие автомобилей в процессе обгона значительно увеличивает путь и время маневра. Так, при разности начальных скоростей 2,2 м/с и расстоянии между автомобилями 6,25 м путь (при постоянном c_x) равен 160 м, а при c_x , зависящем от взаимного положения автомобилей, уже 328 м; время обгона при этом соответственно равно 1,9 и 4,1 с.

Если принять, что два одинаковых автомобиля движутся в одинаковых условиях с равной максимально возможной скоростью, то полный обгон с выходом из-за лидера также невозможен. Но расчет показал, например, что в случае движения двух автомобилей, имеющих двигатели мощностью 368 кВт, автомобиль, идущий сзади, может выйти на параллельный курс и выдвинуться по отношению к лидеру на 2,5 м, т. е. в условиях соревнований пересечь линию финиша первым. Причем это возможно даже при условии, что мощность двигателя обгоняющего автомобиля равна 346 кВт, т. е. на 22 кВт меньше мощности обгоняемого. Возможность совершения обгона с выходом из-за лидера в зависимости от разности мощностей двигателей автомобилей, показана на рис. 7.

Выше приведены результаты расчетов для мощных спортивных автомобилей. Однако они справедливы не только для них, но и для массовых легковых автомобилей, двигающихся с высокими скоростями. Поэтому разработанная математическая модель и экспериментальные зависимости позволяют учитывать аэродинамическое взаимодействие, с большей точностью рассчитывать скорость движения, путь и время обгона как спортивных, так и обычных легковых автомобилей.

УДК 621.43.043.016.3

Перспективы развития холодной объемной штамповки в автомобилестроении

Канд. техн. наук И. А. БЫКОВ

НИИТавтопром

О ДНИМ из наиболее перспективных методов изготовления деталей различных узлов и агрегатов автомобиля является, благодаря своим высоким технико-экономическим показателям, холодная объемная штамповка. Так, по сравнению с обработкой резанием, она позволяет экономить в среднем 50—70% металла. Кроме того, при изготовлении каждой 1000 т деталей методом холодной объемной штамповки высвобождается десять токарных автоматов, 250 м² производственных площадей и восемь рабочих.

Именно поэтому метод находит все более широкое применение в автомобилестроении. Достаточно сказать, что сейчас объем выпуска деталей этим методом почти в 20 раз больше, чем в 1970 г., а номенклатура таких деталей возросла более чем в 10 раз.

Такой быстрый и значительный рост объема внедрения является результатом проводившейся в течение ряда лет и продолжающейся в настоящее время исследовательской работы. Были выполнены и продолжают выполняться анализ номенклатуры деталей действующих и проектируемых заводов, отбор деталей для перевода на холодную объемную штамповку; исследование силовых параметров основных операций процессов (прямого и обратного выдавливания, высадки, поперечного выдавливания и др.), а также деформируемости наиболее распространенных конструкционных сталей и разработка методов ее повышения; изучение напряжений на штамповом инструменте и оптимизация его конструкции; проверка стойкостных свойств новых марок штамповых сталей; постоянное изучение и анализ передового отечественного и зарубежного опыта в области холодной объемной штамповки.

Внедрение технологических процессов холодной объемной штамповки осуществлялось по двум направлениям — путем организации изготовления наиболее массовых деталей на специализированных предприятиях и создания специализированных участков на автозаводах отрасли. Так, для обеспечения нормальными и метизами Волжского автозавода им. 50-летия СССР и Камского объединения по производству большегрузных автомобилей был создан специализированный Белебеевский завод «Автонормаль». Изготовление фасонных деталей для производственного объединения «ЗИЛ» осуществляется на специализированном Рославльском автоагрегатном заводе. На 25 заводах отрасли действуют участки холодной объемной штамповки, выпускающие от 300 до 2,5 тыс. деталей в год.

Технологические процессы на специализированных заводах осуществляются, в основном, на многопозиционных, преимущественно холодновысадочных автоматах, например, на КамАЗе создан цех, полностью оснащенный отечественным оборудованием для изготовления деталей 26 наименований.

Технологический процесс, включающий получение заготовки для штамповки (главным образом, резкой в штампах на прессах или точением на токарных автоматах) и последующую поперечную штамповку на однопозиционных прессах, для большинства участков типовой. Его основной недостаток — значительные объемы ручного труда, низкая для данного метода производительность и невысокий коэффициент использования металла при точении заготовок. Последнее обстоятельство заметно снижает средний коэффициент использования металла, составляющий в настоящее время немногим более 0,7 при теоретически возможных значениях 0,85—0,9. Большой интерес с этой точки зрения представляет изготовление на Заволжском моторном заводе им. 50-летия СССР тарелки пружины клапана, имеющей сложную форму (много-

ступенчатая шайба с конусным отверстием). Если на ряде автозаводов заготовку для холодного выдавливания этой детали изготовляют точением на металлорежущих станках, на ЗМЗ ее получают холодной высадкой на автомате мод. АБ1821. Внедрение такого комплексного технологического процесса — получение заготовки и детали методом холодной объемной штамповки — позволило сэкономить на каждой детали 0,1 кг металла и повысить коэффициент его использования до 0,95.

В НИИТавтопроме также разработан практически безотходный процесс холодной объемной штамповки разжимных втулок для автомобиля КамАЗ — деталей, которые являются одними из самых массовых (например, на одном автомобиле втулок кронштейна верхних реактивных штанг задней подвески используется 16, а разжимных втулок шпильки полуоси заднего моста вдвое больше — 32). При изготовлении втулок точением из прутка на шестиступенчатых токарных автоматах мод. 1А225-6 и 1А240-6 с последующими операциями при-тупления острых кромок на вертикально-сверлильных станках мод. 24118 и фрезерования пазов на горизонтально-фрезерных станках мод. 6Р82Г коэффициент использования металла втулки кронштейна составлял 0,304, а втулки шпильки — 0,25.

Новый технологический процесс предусматривает три операции: свертывание кольца из плющеной ленты на механизированном комплексе на базе прессы мод. КД2330; выдавливание конуса на прессе мод. К0032 с использованием вибробункера и механической руки для подачи заготовки в зону штамповки; раздачу заготовок на прессе мод. КД2326 с использованием вибробункера.

Внедрение процесса повысило коэффициент использования металла до 0,95, результатом чего стала экономия около 187 т проката в год.

Очень интересен новый способ изготовления Т-образных и низких (с отношением высоты к диаметру менее 0,5) заготовок деталей, основанный на процессе поперечного выдавливания, который позволяет при низком качестве торцев, особенно при отрезке открытым ножом на холодновысадочных автоматах, получать хорошее качество заготовок, отвечающее всем требованиям холодной объемной штамповки.

Схема процесса поперечного выдавливания на прессах в штампах со средней плитой показана на рис. 1.

Заготовка подается в штамп таким образом, что перед началом штамповки ее нижний торец упирается в выталкиватель 6, а верхняя часть находится в матрице 5, расположенной в средней плите 4.

При начале движения ползуна вниз выталкиватель 6 вместе с заготовкой опускается в полость матрицы 7. В этот же момент под действием пружин 1 средняя плита 4 перемещается вниз, обеспечивая устойчивость заготовки. При дальней-

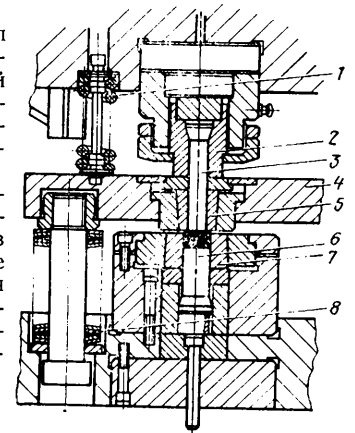


Рис. 1. Штамп со средней плитой для поперечного выдавливания заготовок

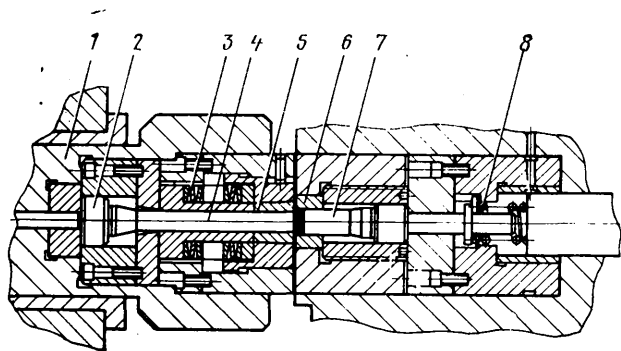


Рис. 2. Наладка инструмента к холодновысадочному автомату для поперечного выдавливания заготовок

шем ходе ползуна вниз средняя плита останавливается, удерживаемая в рабочем положении пакетами тарельчатых пружин 8, и начинается процесс поперечного выдавливания; т. е. истечение части заготовки, находящейся в контейнере матрицы 5, в полость матрицы 7.

Процесс поперечного выдавливания осуществляется пуансоном 3 до тех пор, пока торец этого пуансона не совпадет с торцом матрицы 5, а пуансонодержатель 2 подойдет к средней плите 4. Далее, при сжатии тарельчатых пружин 8 происходит одновременное опускание средней плиты 4, пуансона 3, матрицы 5, и процесс превращается в обычную осадку плоскими плитами. При обратном ходе ползуна пресса выталкиватель 6 удаляет заготовку из матрицы 7, и процесс повторяется.

Схема процесса поперечного выдавливания на холодновысадочных одноударных автоматах показана на рис. 2.

При начале движения ползуна вперед выталкиватель 7 под действием пружины 8 находится в крайнем переднем положении (заподлицо с матрицей 6), а пуансон 4 удерживается (за счет пружин 3) механизмом выталкивания автомата также в крайнем переднем положении, выступая из матрицы 5. Отрезанная заготовка удерживается ножом (на рисунке не показано) до тех пор, пока она не окажется между выталкивателем 7 и пуансоном 4. При дальнейшем ходе ползуна вперед пуансон 4 неподвижен, а матрица 5 вместе с корпусом 1 продолжает двигаться вперед, и таким образом часть заготовки оказывается в полости матрицы 5. Затем пуансон 4 через подкладку 2 упирается в корпус 1 и начинается процесс поперечного выдавливания, пока торец пуансона 4 не сравняется с торцом матрицы 5. При ходе ползуна назад заготовка выталкивателем 7 удаляется из полости матрицы 6 и процесс повторяется.

Поперечное выдавливание низких и Т-образных заготовок в штампе целесообразно осуществлять, когда для штамповки применяются заготовки диаметром более 25 мм, а штамповку из проката диаметром менее 25 мм целесообразно выполнять на холодновысадочных автоматах, в которых есть возможность сделать матрицу «плавающей».

Опыт внедрения процесса поперечного выдавливания показал, что качество получаемых низких и Т-образных заготовок соответствует всем требованиям, предъявляемым к холодной объемной штамповке: шероховатость поверхности торцов составляет $Ra=2,5 \div 1,25$ мкм, практически отсутствует непараллельность торцов и колебание диаметра фланца и стержня. Стойкость рабочего инструмента определяется его износом и составляет не менее 50 тыс. деталей с одного комплекта инструмента из быстрорежущей стали.

Метод холодной объемной штамповки применяется не только при изготовлении мелких деталей. Все более широкое применение он находит и для деталей массой свыше 1 кг. Так, на ВАЗе освоен процесс изготовления корпуса шарнира рулевого управления, на КамАЗе — поршневого пальца, на КрАЗе — шарового пальца со сферой диаметром 60 мм и т. д. Однако анализ показывает, что с применением указанного метода можно дополнительно изготавливать детали более 400 наименований, в том числе показанные на рис. 3. Для этого нужно применять вместо обработки резанием холодную объемную штамповку при изготовлении всех мелких фасонных деталей (резьбовых пробок, накидных и специальных гаек, опорных и направляющих втулок, вкладышей, заглушек, наконечников, пальцев и т. д.); расширить применение метода для получения таких деталей, как шаровые и поршневые пальцы дизелей, корпус шарнира, храповик и шестерня стартера, гайки крепления колес, корпуса свечей зажигания, заготовки колес карданных подшипников и конических ролико-

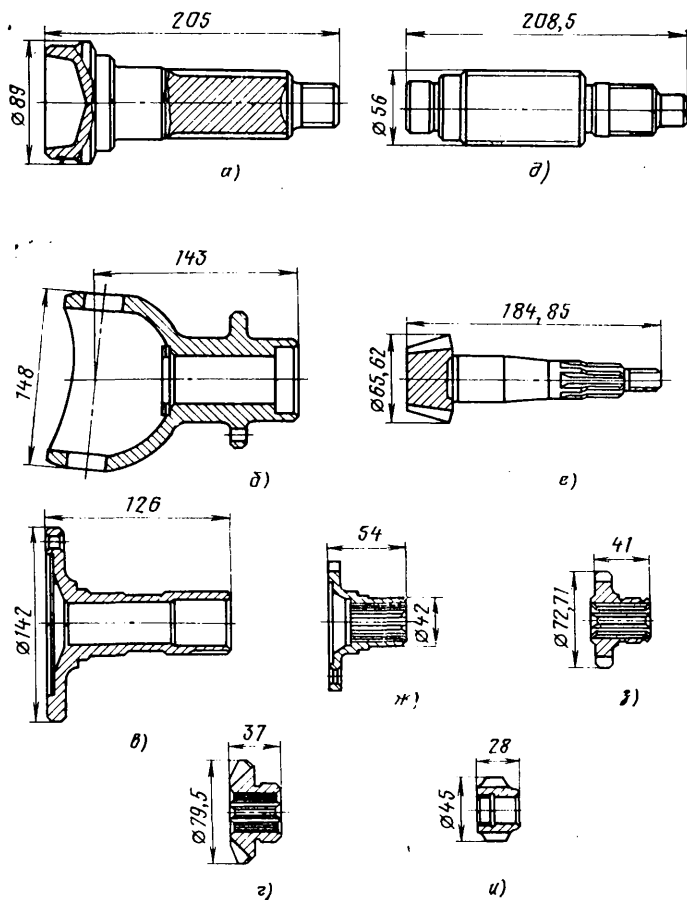


Рис. 3. Перспективная номенклатура деталей для изготовления холодной объемной штамповкой:

а — шлицевой конец; б — шаровая опора; в — цапфа редуктора заднего моста; г — полуосевая шестерня; д — ведомый вал; е — ведущая шестерня; ж — фланец крепления промежуточного вала; з — шестерня первой передачи; и — промежуточная ведомая шестерня

подшипников и т. д., которые уже освоены на отдельных заводах отрасли; заменять горячую штамповку холодной объемной (с последующим редуцированием, горячей высадкой, сваркой и т. д.) для таких деталей, как вторичные валы диаметром 50—100 мм и длиной 200—500 мм, первичный вал с фланцем диаметром 70—150 мм и длиной стержня 200 м—300 мм, ведущая шестерня, шаровая опора, цапфа редуктора и поворотный кулак с фланцем диаметром 50—250 мм и длиной стержня до 300 мм, фланец крепления промежуточного вала и шестерен коробки передач с фланцем диаметром до 180 мм.

Реализация всех трех направлений, потребует большого количества различного кузнечно-прессового оборудования, в частности, многопозиционных прессов и автоматов, которые отличаются высокой производительностью, более экономным использованием производственных площадей и электроэнергии, меньшими потребностями в обслуживающем персонале. Дополнительное повышение производительности может быть обеспечено за счет получения штучных заготовок для холодной объемной штамповки при помощи однопозиционных автоматов для рубки и осадки из бунтовой проволоки диаметром до 38 мм. При этом достигается максимально возможный коэффициент использования металла. Хорошие результаты дает и высокопроизводительное оборудование для отжига и фосфатирования заготовок перед штамповкой, в том числе заготовок не только из углеродистых, но и легированных конструкционных сталей.

Накопленный к настоящему времени отечественный и зарубежный опыт свидетельствует, что в ближайшие годы преимущественное развитие получит многопозиционное оборудование — вертикальные механические прессы усилием 4—16 МН для штамповки из штучных заготовок деталей массой до 2 кг; вертикальные гидравлические прессы усилием 16—40 МН для штамповки деталей массой свыше 2 кг (до 10 кг); горизонтальные автоматы усилием до 15 МН для штамповки деталей как из бунтов или прутков, так и из штучных заготовок массой до 1 кг. Кроме того, будет организовано производство

сортных ножиц для точной резки заготовок диаметром до 75 мм.

Такая работа уже ведется. Например, в 1980 г. Барнаульский завод механических прессов изготовил первую серию вертикальных многопозиционных прессов усилием 6,30 МН; Рязанский завод тяжелого кузнечно-прессового оборудования планирует выпуск горизонтального многопозиционного автомата, рассчитанного на применение исходного материала диаметром до 38 мм. Одесское производственное объединение «Прессмаш» им. 60-летия Октября работает над созданием вертикального трехпозиционного гидравлического пресса усилием 25 МН.

Для внедрения процессов холодной объемной штамповки необходим металл повышенного качества. Структура стали, предназначенной для холодного выдавливания и высадки, должна состоять из 80—100% сфероидизированного перлита,

что обеспечит ей необходимые высокие пластические свойства с пределом текучести менее 5,0—6,0 МПа (для сталей разных марок) и относительное сужение не менее 55—60%. Это способствует высокой технологичности сталей с критической степенью осадки более 1/3 при качестве поверхности, удовлетворяющем требованиям ГОСТ 10702—78. Если металл поступает не с такими свойствами, на автозаводах приходится проводить его дополнительный сфероидизирующий отжиг, затраты на который резко снижают эффективность внедрения процессов холодной объемной штамповки.

В заключение отметим, что внедрение методов холодной объемной штамповки в массовое производство — дело выгодное. Расчеты показывают: если выпуск деталей, изготавливаемых этим методом, увеличить в отрасли в 3 раза (по сравнению с 1980 г.), то это позволит экономить более 80 тыс. т проката в год и высвободить почти 900 человек.

УДК 669.131.7:629.113-034

Производство чугуна с шаровидным графитом для деталей ходовой части автомобиля

Канд. техн. наук А. И. ХРАМЧЕНКОВ, В. И. ШМИДТ, Н. И. БЕХ, Э. Н. КОРНИЕНКО,
канд. техн. наук В. А. МАЛЬБЕВ, В. Я. ПЕТРУНЬКО

НИИЛИТавтопром, Камское объединение по производству большегрузных автомобилей

ВЫСОКОПРОЧНЫЙ чугун с шаровидным графитом (ЧШГ), благодаря удачному сочетанию ряда важных физико-механических свойств и высокой технологичности, находит все более широкое применение в машиностроении, вытесняя ковкий чугун (КЧ), литую, а в некоторых случаях и кованую сталь. И это понятно: применение ЧШГ позволяет на 10—20% снизить массу заготовок (по сравнению с изготовленными из ковкого чугуна и литой стали) за счет своих более высоких технологичности, прочности и жесткости; повысить долговечность деталей; сократить цикл производства и уменьшить трудоемкость окончательной обработки отливок (уменьшить, а в некоторых случаях, полностью исключить их термическую обработку). Экономия энергии, по сравнению с ковким чугуном и сталью, в последнем случае достигает 250—1000 кВт·ч на 1 т отливок.

Однако увеличение производства ЧШГ требует реконструкции действующих и создания новых производств на базе современной технологии, расширения номенклатуры деталей из ЧШГ на вновь проектируемых автомобилях и прицепах, ускорения процессов замены деталей из стали и ковкого чугуна на серийных машинах.

Именно такой комплексный подход характеризует выполненную КамАЗом и НИИЛИТавтопромом работу по переводу изготовления деталей ходовой части автомобилей КамАЗ, в частности, ступиц передних и задних колес, башмака рессоры, картера редуктора заднего моста, картера механизма рулевого управления, ряда кронштейнов с ковкого чугуна на чугун с шаровидным графитом.

Основной задачей исследования были отработка и выбор такого технологического режима литья ЧШГ, который обеспечивает преимущественно ферритную, характеризующуюся высокой пластичностью, структуру чугуна в литом состоянии, без включений свободного цементита. Выбранный режим должен был уменьшить, а еще лучше — полностью исключить термическую обработку отливок. При этом для достижения высокой прочности и пластичности чугуна необходимо было обеспечить степень сфероидизации графита, превышающую 90%.

В ходе экспериментов металл выплавлялся в электродуговых печах вместимостью 50 т с основной футеровкой и использованием шихты, состав которой приведен в табл. 1.

После доводки расплав, содержащий 3,75—3,85% С; 2,0—2,15% Si; не более 0,4% Mn; 0,1% Cr; 0,06% P; 0,015% S, при температуре 1770±10 К передавался в электродуговую печь выдержки вместимостью 75 т с основной футеровкой, где также — при необходимости — проводилась доводка расплава по его химическому составу.

Специфические условия КамАЗа (высокая производительность формовочного оборудования, большая металлоемкость форм, условия раздачи жидкого металла и заливки и др.) предопределили ковшевой способ сфероидизирующей обработки чугуна, которую проводили в заливочном ковше при выпуске металла из печи выдержки (при 1750—1770 К) введением под струю 0,5—0,6% лигатуры никель — магний — це-

зий (ТУ 48—21—5013—76) совместно с 0,8% ферросилиция ФС75В (ТУ 14—5—36—76). Металл в заливочном ковше транспортировали по монорельсу и разливали на автоматических линиях.

Таблица 1

Материал	Марка	ГОСТ или ТУ	Количество материала в шихте, %
Чугун: передельный ковкий после возврата	П.Л2-П.А-П КЧ 35—10	ГОСТ 905 80	40
		Стандарт предприятия	30
Стальные пакеты Ферросилиций ¹	08 кп ФС 45	ГОСТ 5973—78 ГОСТ 1415—78	30 4,4
Графит гранулированный ¹	—	ТУ 48—4805—2—79	3,2
Известняк металлургический ¹	—	ТУ 14—15—79—79	4,0

¹ Сверх 100%

Характеристика литниковых систем опытных отливок приведена в табл. 2.

Таблица 2

Отливка	Число отливок в форме	Толщина стенок отливки, мм		Металлоемкость формы, кг	Масса, кг	
		минимальная	максимальная		литников на одну отливку	отливки
Задняя ступица	4	6	35	317,6	32,6	46,8
Передняя ступица	4	10	30	208,4	22,1	30
Башмак рессоры	6	20	45	348	29,2	28,8
Картер механизма рулевого управления	8	15	20	254	15,05	16,7
Картер редуктора заднего моста	2	15	40	190,4	41,2	54,8

В условиях массового высокомеханизированного производства стабильность технологии обеспечивается правильным и строгим соблюдением термовременных параметров сфероидизирующей обработки и разливки металла, а также выбором величины добавки модификатора. Результаты определения длительности эффекта сфероидизирующего модифицирования чугуна в ковшах двух типоразмеров, применяемых в корпусе серого и ковкого чугуна КамАЗа, приведены на рис. 1. Из графика видно, что максимально допустимая продолжительность ($t_{к1}$, $t_{к2}$) выдержки чугуна для получения требуемой степени сфероидизации графита для мелкого и крупного литья не превышает 15—16 мин. Статистический анализ опытных и производственных плавов ЧШГ на КамАЗе позволил определить (рис. 2) пределы содержания кремния,

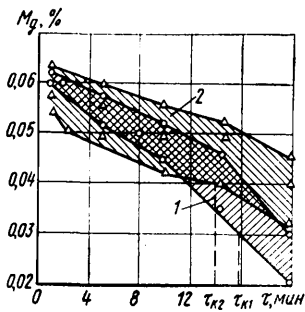
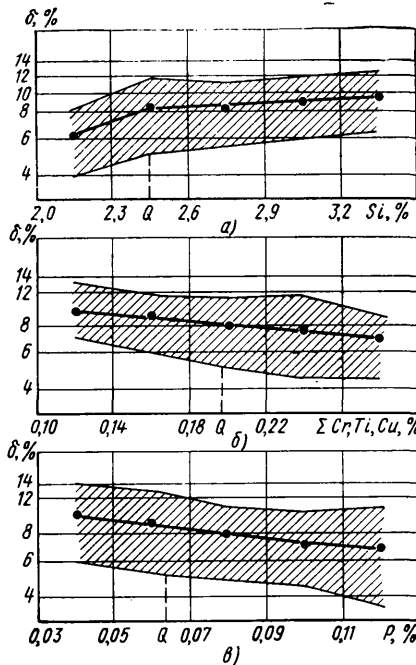


Рис. 1. Влияние выдержки в ковше на содержание остаточного магния в чугуна: 1 и 2 — ковши вместимостью соответственно 1,5 и 3 т

Рис. 2. Влияние содержания кремния (а), суммы карбидообразующих и перлитизирующих элементов (б) и фосфора (в) на пластичность чугуна (Q — критическое содержание элементов)



карбидообразующих и перлитизирующих элементов и фосфора из условия получения относительного удлинения δ чугуна, большего 5%. (Заштрихованные зоны на рис. 2 представляют собой изменение исследуемой величины с учетом дисперсии результатов). В ходе работы был уточнен химический состав чугуна по основным его элементам: 3,4—3,7% С; 2,45—2,65% Si; 0,4% Mn; 0,20% (в сумме) Cr, Ti, Cu; P ≤ 0,06%; S ≤ 0,015%; 1,0% Ni; 0,03—0,06% Mg_{ост}. Указанный химический состав обеспечивает получение отливок с ферритно-перлитной металлической основой и со следующими механическими свойствами чугуна в литом состоянии: $\sigma_n \geq 560$ МПа; $\delta = 7-15\%$; HB 175—205.

Чугун с шаровидным графитом, получаемый на КамАЗе, в литом состоянии обладает ударной вязкостью a_{II} при испытаниях на изгиб (рис. 3), уступающей аналогичному показателю ковкого чугуна во всем диапазоне температур. Однако термическая обработка по специально подобранному режиму двухстадийного отжига позволила значительно повысить ударную вязкость на изгиб ЧШГ, а при температуре испытаний выше 273 К достичь более высоких значений этого показателя, чем у ковкого чугуна. Однако при более низких температурах ковкий чугун сохранил свое преимущество. По-видимому, это связано не только с более высоким содержанием кремния и углерода в ЧШГ, но и с принципиально различными механизмами выделения графитовых включений — в ЧШГ в результате первичной кристаллизации, а в КЧ путем диффузионных процессов при отжиге. Явления искусственного старения, выделения дисперсных частиц фосфидов, карбидов, силицидов при охлаждении чугуна до температур 233—213 К по границам эвтектических зерен в ЧШГ выражены значительно сильнее, чем в КЧ, кристаллизующемся по метастабильной системе с меньшей ликвиацией элементов. Поэтому разница в ударной вязкости этих чугунов при испытаниях с низкими температурами в принципе является неизбежной (для производственных условий). Следует, однако, учитывать, что реальные нагрузки, действующие на детали ходовой части в процессе эксплуатации автомобиля, весьма далеки от идеального удар-

Таблица 3

Деталь	Материал отливки	Усилие разрушения, кН, при температуре испытаний, К	
		293	233
Передняя ступица	ЧШГ	720 688 690 740	590 700 —
	КЧ	450	520*
Башмак рессоры	ЧШГ	390 450 450 485 430 445	340 390 390 400 —
	КЧ	388	330*

* Приведены средние значения.

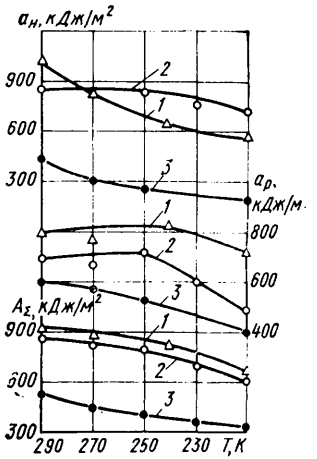


Рис. 3. Результаты сравнительных испытаний на ударную вязкость ЧШГ в отожженном (кривые 1) и литом (кривые 3) состояниях и ковкого чугуна (кривые 2) при различных температурах

Таблица 4

Материал отливки передних ступиц	Число циклов до разрушения, $\times 10^6$
КЧ	672
	997
	630
ЧШГ	1580
	1720

ного изгиба, имеющего место при испытаниях на ударную вязкость по ГОСТ 9454—78: сложные динамические нагрузки включают также растяжение — сжатие, кручение, при которых для обеспечения эксплуатационных свойств от материала требуется высокая прочность.

Проведенные сравнительные натурные испытания отливок ступиц и башмаков рессоры на статическую (табл. 3) и ударную (табл. 4) прочность при температурах 293 и 233 К показали, что статическая прочность деталей из ЧШГ на 10—40%, а усталостная прочность (при частоте испытаний 7 Гц) в 1,5—2 раза выше, чем деталей из КЧ.

Как видно из табл. 3 и 4, данные натурных испытаний отливок не соответствуют результатам стандартных испытаний образцов на ударную вязкость, что указывает на несовершенство сравнительной оценки работоспособности деталей из КЧ и ЧШГ по ударной вязкости на изгиб. Поэтому дополнительно исследовалась (по методике ASTM E—23—47Т) прочность ковкого и высокопрочного чугунов при испытаниях на ударный разрыв a_p . Оказалось, что сопротивление разрушению ЧШГ в литом состоянии незначительно уступает КЧ, а после отжига энергия разрушения ЧШГ существенно выше, при этом с понижением температуры испытаний до 213 К вязкость ЧШГ снижается незначительно.

В соответствии с результатами испытаний представляется целесообразным для объективной оценки работоспособности высокопрочного и ковкого чугунов при отрицательных температурах в условиях сложного нагружения (растяжение — сжатие — изгиб) ввести обобщенный показатель вязкости (работоспособности) A_{Σ} , определяемый как полусумма результатов испытаний образцов по двум методикам. Как видно из рис. 3, значения вязкости разрушения КЧ и ЧШГ, определяемые обобщенным показателем вязкости A_{Σ} , более близки друг другу, чем при испытаниях по ГОСТ 9454—78, в том числе и при отрицательных температурах.

Правомомерность введения сравнительных испытаний КЧ и ЧШГ на ударный разрыв и обобщенного показателя вязкости A_{Σ} подтверждается проведенными натурными испытаниями, результаты которых приведены выше.

Проведенный комплекс экспериментальных работ позволил КамАЗу организовать массовое производство ряда отливок из высокопрочного чугуна ВЧ 56—5 с шаровидным графитом вместо ковкого чугуна. При этом повышены в 1,5—2 раза надежность и долговечность ступиц переднего и заднего колес, башмаков рессор, кронштейнов силовых агрегатов и др.; вдвое сокращен цикл окончательных операций изготовления отливок; достигнута экономия более 200 тыс. м^3 природного газа и около 7 т жаропрочных материалов при изготовлении каждой 1000 т отливок за счет исключения термической обработки; в 2 раза уменьшены потери от брака; созданы реальные предпосылки для осуществления мероприятий по снижению массы литых деталей автомобиля.

Локализация нагрузки при испытаниях косозубых зубчатых колес

Канд. техн. наук М. С. ТЕЛЕНЧЕНКО, Н. И. ЮРУЦ, В. В. ТЕЛЕНЧЕНКО

Минский тракторный завод им. В. И. Ленина, Белорусский политехнический институт

Э КСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ оценка прочности зубьев зубчатых колес трансмиссий автотракторных средств при изгибе в ряде случаев сдерживается с одной стороны величиной нагрузок, развиваемых испытательными стендами, а с другой — прочностью деталей самих испытательных стендов. Одним из методов расширения области и объема экспериментальных исследований зубьев, причем самым экономичным, является изменение схемы нагружения объекта испытаний. Метод практически не требует дополнительных затрат, позволяет более рационально использовать существующие испытательные стенды, косвенно расширить их технические характеристики без дополнительной модернизации. Однако применение этого метода ограничено.

Дело в том, что главным критерием при выборе схемы нагружения детали, испытываемой на стенде, всегда была и остается идентичность вида и характера ее разрушения при испытаниях с разрушением в условиях эксплуатации. Но такой идентичности при данном методе в ряде случаев нет. Между тем результаты исследований, полученные в последнее время методом разрушения, позволяют уточнить и конкретизировать вышеуказанный главный критерий, используемый при выборе схемы нагружения, а значит — и воспользоваться названным методом.

Очевидно, что прочность детали в конечном итоге определяет не общий вид и характер разрушения, а фиксируемая (или наблюдаемая) стадия образования макротрещины. К тому же изучение того локального объема объекта, в котором зародилась трещина, позволяет выяснить и проанализировать факторы, влияющие на долговечность детали.

Исходя из этого, главным условием, которое должно выполняться при изменении схемы нагружения объекта испытаний, следует считать не идентичность разрушения, а идентичность расположения очага зарождения трещины при испытаниях с расположением очага зарождения трещины в условиях эксплуатации. Выполнить же поставленное условие можно локализацией нагрузки в районе образования трещины.

Измененная схема нагружения была применена при испытаниях косозубых зубчатых колес, исходя из следующих соображений.

В эксплуатации наблюдаются в основном два вида поломок косых зубьев. Зубья «узких» колес разрушаются по основанию, а зубья с большой относительной шириной венца — только на части ширины венца. При этом независимо от ширины венца трещина появляется всегда на его торце, в районе впадины (со стороны угла вершины зуба, по которому проходит контактная линия). Исходя из такого характера поломок, естественно предположить, что при испытаниях нагрузку нужно прикладывать только на части активной поверхности зуба со стороны торца, на котором

образуется трещина. Это позволяет увеличить удельную нагрузку на испытываемые зубья без изменений абсолютного значения нагрузки, развиваемой испытательным стендом.

Данный способ был проведен при испытаниях косозубых колес на гидропультаторе в специальном приспособлении, позволяющем нагружать только один зуб по любой заранее заданной контактной линии. Расположение и начало образования макротрещины обнаруживалось при помощи тензодатчиков (по изменению их электропроводности).

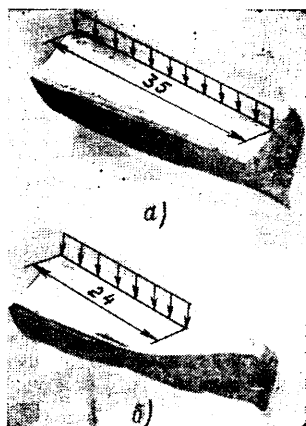


Рис. 1. Общий вид поломок зубьев при испытаниях:

а — при нагружении по полной линии зуба; б — при нагружении по укороченной линии зуба

Косозубые колеса, изготовленные из хромоникельмолибденовой цементной стали, имели следующие параметры: $b=33$ мм, $m_n=5$ мм, $\beta=22^\circ$, $z=38$. Разрушения их зубьев, происходившие в эксплуатации, наблюдались по основанию — аналогично случаю, показанному на рис. 1,а.

Учитывая, что в зацеплении одновре-

менно находятся два и более зубьев, а при испытаниях на гидропультаторе нагружается только один зуб, решили прикладывать нагрузку по контактной линии, проходящей через угол вершины зуба. В этом случае у основания зуба возникают максимальные напряжения изгиба.

Испытуемые зубья нагружались по полной (рис. 1,а) и укороченной (рис. 1,б) линиям. Длина полной линии составляла 35 мм, а укороченной — 24 мм. Уменьшение до 24 мм производилось постепенно, методом проб, пока общий вид и характер разрушения зубьев при испытаниях по укороченной линии не стали явно отличаться от общего вида и характера разрушения в условиях эксплуатации.

При испытаниях зубьев по укороченной контактной линии применялись два нагрузочных режима. Один из них полностью соответствовал нагрузочному режиму, при котором испытывались зубья при нагружении их по полной контактной линии. В этом случае при сохранении абсолютных значений параметров нагрузочного режима увеличивалась удельная нагрузка (пропорционально уменьшению длины контактной линии). Абсолютные значения параметров второго нагрузочного режима соответствовали удельной нагрузке нагрузочного режима для зубьев с полной контактной линией.

Для всех вариантов было испытано по десять зубьев, которые доводились до полного разрушения.

С целью создания одинаковых условий испытаний зубья нагружались через один, потому что при поломке зуба нарушается не только целостность впадины около зубьев, соседних с испытанным зубом, но и целостность переходных участков соседних зубьев.

На рис. 1,б видно, что характер поломок при нагружении по укороченной линии отличается от поломок зубьев в эксплуатации, но схож с характером поломок в эксплуатации колес с большой

Параметры распределения циклической долговечности	Нагружение по полной контактной линии при $\omega=2296$ Н/мм		Нагружение по короткой контактной линии при $\omega=2296$ Н/мм	
	$\omega=2296$ Н/мм	$\omega=3348,3$ Н/мм	$\omega=2296$ Н/мм	$\omega=3348,3$ Н/мм
Размах варьирования, $\times 10^3$	81,7	58,6	58,6	2,5
Числовые характеристики центра группирования:				
среднее арифметическое, $\times 10^3$	127,03	135,03	135,03	24,17
медиана эмпирического распределения, $\times 10^3$	117,45	138,2	138,2	24,1
Эмпирические характеристики рассеяния:				
эмпирическая дисперсия, $\times 10^6$	739,542	440,044	440,044	0,840
среднеквадратичное отклонение	27195	20977	20977	917
коэффициент вариации, %	21,41	15,54	15,54	3,79
95%-ный доверительный интервал для оценки: генерального среднего значения N	$106543 < N_v < 147517$	$119227 < N_v < 150833$	$119227 < N_v < 150833$	$23479 < N_v < 24861$
дисперсии G^2 распределения	$337,862 \cdot 10^6 < G^2 < 2630,782 \cdot 10^6$ (18375 < G < 51311)	$201,035 \cdot 10^6 < G^2 < 1565,374 \cdot 10^6$ (14174 < G < 39579)	$201,035 \cdot 10^6 < G^2 < 1565,374 \cdot 10^6$ (14174 < G < 39579)	$0,384 \cdot 10^6 < G^2 < 2,988 \cdot 10^6$ (1858 < G < 5190)

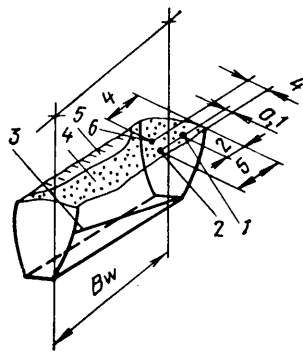


Рис. 2. Расположение зон на поверхности разрушения, подвергавшихся электронно-фрактографическому исследованию:

1, 2 — зоны тонкого поверхностного цементованного слоя в области стабильного разрастания трещины; 3 — линия нагружения; 4 — зона усталостного разрушения; 5 — зона поломки; 6 — зона в сердцевине зуба в области ускоренного развития трещины

относительной шириной венца. У всех испытанных зубьев, независимо от схемы их нагружения и нагруженного режима, усталостная трещина образовывалась, как и в условиях эксплуатации, в одном и том же месте — во впадине у торца со стороны угла вершины зуба, по которому проходит контактная линия.

В таблице приведены результаты статистической оценки параметров распределения циклической долговечности, выполненной по малым выборкам. Из нее следует, что с уменьшением контактной линии при сохранении абсолютных значений параметров нагрузочного режима циклическая долговечность перешла из многоциклового в малоцикловую область усталости.

Испытания зубьев по укороченной линии при сохранении одной и той же удельной нагрузки с одновременным снижением ее абсолютного значения показали, что время испытаний одного зуба возросло в среднем на 6,2%, однако разность между крайними значениями результатов испытаний и их рассеяние ниже, чем при испытаниях зубьев по полной линии.

С целью изучения и сравнения поверхности очагов разрушения, полученных при различных уровнях нагрузки и условиях ее приложения, свежие изломы зубьев были исследованы при помощи электронного растрового микроскопа.

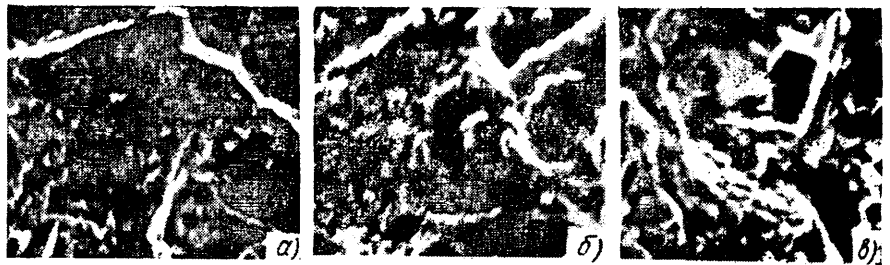


Рис. 3. Электронная микрофрактограмма зоны 1 (см. рис. 2) при нагружении зуба: а — по полной линии при $\omega = 2296$ Н/мм; б — по укороченной контактной линии при $\omega = 2296$ Н/мм; в — по укороченной контактной линии при $\omega = 3348,3$ Н/мм

Исследованию подвергались зоны тонкого поверхностного цементованного слоя в области стабильного разрастания трещины и зоны ускоренного развития трещины в сердцевине зуба. Расположение исследованных зон на поверхности разрушения схематично показано на рис. 2.

При анализе поверхностей излома в зонах тонкого поверхностного слоя и сердцевинки обнаружено вязкое «ямочное» разрушение. Вследствие значительной пластической деформации ямки имеют вытянутую форму.

Структура тонкого поверхностного цементованного слоя представляет собой мелкоигльчатый мартенсит, а структура сердцевинки — малоуглеродистый.

На электронных микрофрактограммах пластического разрушения (рис. 3) наблюдается рисунок, который возникает в результате разрушения, проходящего по механизму слияния микропор. Разрушение по механизму «ямочного» разрыва начинается на частицах, расположенных по границам зерен или субзерен, т. е. на участках, представляющих собой препятствие для непрерывности деформации. Дальнейшее циклическое нагружение приводит к росту микропустот, вытягиванию перемычек между ними и излому. На рис. 3, а и б видно, что изломы состоят из ряда крупных ямок, окруженных мелкими ямками, размер которых примерно одинаков. Границы зерен выявлены слабо. Поверхность излома на рис. 3, в несколько грубее, так как возросла амплитуда пластической деформации. На поверхности излома четко выявились границы зерен, а площадь мелкоячеистой структуры уменьшилась.

Процесс повреждаемости сердцевинки зубьев во всех случаях примерно одинаков.

Излом наряду с участками «ямочной» структуры имеет усталостный грубоскладчатый рисунок.

Таким образом, метод локализации нагрузки при испытаниях зубьев косозубых колес на их активной поверхности со стороны торца, где образуется трещина, не нарушая идентичности расположения очага зарождения трещины при испытаниях с расположением очага зарождения в условиях эксплуатации и не приводя к качественному изменению строения излома в очаге зарождения трещины, может применяться при испытаниях зубьев на прочность при изгибе. Цель таких испытаний — получение достоверной и объективной сравнительной оценки изгибной прочности зубьев колес высоконагруженных передач транспортных машин, изготовленных, например, из разных материалов и подвергавшихся различной химико-термической и другой обработке. Метод применим и для испытаний зубчатых колес, которые с целью исключения концентрации нагрузки на краях зубьев для устранения преждевременной их поломки изготавливают с локализованным пятном контакта. В данном случае зубья следует нагружать по реальной контактной линии, совпадающей с линией, проходящей через угол вершины зуба.

Метод дает возможность более рационально использовать существующие испытательные стенды, что, в свою очередь, значительно расширяет область и объем экспериментальных исследований на имеющихся производственных площадях без дополнительных затрат. Использование натуральных объектов вместо моделей позволяет повысить достоверность и объективность получаемых экспериментальных результатов.

Пористо-монокристаллические ПВХ-пленки для отделки интерьера автомобилей

Б. Б. БОБОВИЧ, Н. К. БОЛТАЧЕВА
НИИАТМ

СОЗДАНИЕ новых моделей автомобилей, повышение требований к их комфортабельности, удобству сборки и обслуживания вызывает необходимость разработки и применения новых видов облицовочных материалов для отделки интерьера. Поэтому для облицовки формованных панелей дверей, потолков, панелей приборов и некоторых других

деталей в зарубежном автомобилестроении широко применяются пористо-монокристаллические ПВХ-пленки, обладающие высокими декоративными свойствами, низкой, по сравнению с другими декоративными материалами (АВС-ПВХ пленкой, синтетическими тканями, искусственными кожами), стоимостью, хорошей способностью к формованию.

С целью выработки рекомендаций по дальнейшему расширению применения этих материалов в автомобилях был проведен анализ пористо-монокристаллических отечественных ПВХ-пленок и пленок, рекомендованных фирмами «Штёльк» (ФРГ), «Старс» (Италия), «Сава» (Япония) и «Грабoplast» (ВНР) (рис. 1). Структура и физико-механические

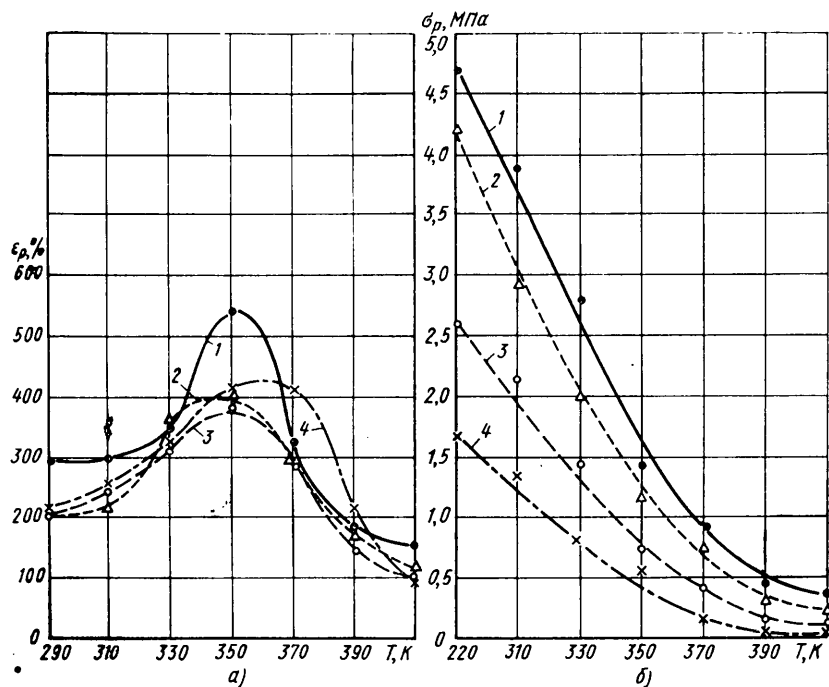


Рис. 1. Зависимость относительного удлинения при разрыве ϵ_p (а) и разрушающего напряжения при растяжении σ_p (б) от температуры T для пористо-монолитных поливинилхлоридных пленок фирм «Штёлк» (кривая 1), «Грабопласт» (кривая 2), «Сава» (кривая 3), «Старс» (кривая 4)

кие свойства пленок значительно различаются: большинство имеют двухслойную структуру, в которой монолитный слой является лицевым, а некоторые — трехслойную, с пористым слоем, заключенным между монолитными слоями (пленка фирмы «Штёлк»). Пленки различных марок отличаются толщиной монолитного (0,21—0,35 мм) и пористого (1,75—1,95 мм) слоев, плотностью и размерами ячеек пористого слоя: средний размер последних для пленки «Гработекс Е-27» составляет 0,09 мм и для пленок «Сава», «Старс», «Гработекс Е-37» — 0,2 мм.

От структуры ПВХ-пленок зависят и их физико-механические свойства. Как видно из таблицы, например, пленка фирмы «Штёлк», имеющая два монолитных слоя и довольно большую плотность пористого слоя, обладает, по сравнению с другими пленками, на порядок большими значениями кажущейся общей плотности и прочности, т. е. напряжение, необходимое для ее разрушения при растяжении, на 35—45% выше, чем для пленок фирм «Старс» и «Сава», не-

смотря на то, что жесткость этой пленки превышает жесткость указанных пленок на 53 и 90%.

Данные таблицы показывают также, что почти для всех исследованных пленок характеристики, определяющие их эксплуатационные свойства, т. е. теплоустойчивость по Вика в пределах 310—319 К и морозостойкость в пределах 243—248 К, примерно одинаковы.

Специальные исследования показали, что все пленки согласно РТМ 37.001.028—76 устойчивы к светотепловому старению и неогнеопасны. При интенсивном облучении под лампой ПРК-4 в течение 7 ч происходит лишь незначительное изменение их цвета и потеря блеска.

В основе технологии переработки пористо-монолитных ПВХ-пленок лежит их способность к значительным необратимым деформациям при растяжении. Поэтому для сравнения технологических свойств пленок исследовались зависимости относительного удлинения при разрыве ϵ_p и разрушающего напряжения

при растяжении σ_p в интервале температур 293—410 К.

Как видно из рис. 1, а, б, характер зависимостей σ_p и ϵ_p от температуры для всех пленок одинаков. Однако максимальная способность пленок к растяжению и необходимые для растяжения нагрузки неодинаковы. Кроме того, температуры, при которых достигается максимальное удлинение, также различны и изменяются от 340 до 360 К (см. рис. 1, а), что надо учитывать при формировании деталей автомобилей.

Наибольших усилий при растяжении (см. рис. 1, б) во всем исследованном интервале температур требует пленка фирмы «Штёлк», что объясняется ее структурой и высокой плотностью пористого слоя. Формовать детали из этой пленки необходимо при более высоких усилиях формирования или при более высоких температурах.

Облицовка деталей интерьера автомобиля пористо-монолитной ПВХ-пленкой может осуществляться методом термовакуумформования, при получении деталей штамповкой или заливкой пенополиуретана в форму. (Кстати, этим способом производится панели дверей автомобилей ВАЗ-2105 и ВАЗ-2107.) При этом предварительно подогретая до 323—333 К пленка при помощи прижимной рамы закрепляется над полостью формы, на нее заливается нужная доза композиции пенополиуретана, и форма закрывается. Формование пленки осуществляется за счет сил расширения полиуретановой пены.

В некоторых случаях при использовании указанного метода заложения в форму пленка дополнительно растягивается при помощи вакуума, который создается между формой и пленкой. С целью увеличения прочности связи пористо-монолитной ПВХ-пленки с пенополиуретаном применяются специальные полиуретановые лаки, которые наносятся на пленку в процессе ее изготовле-

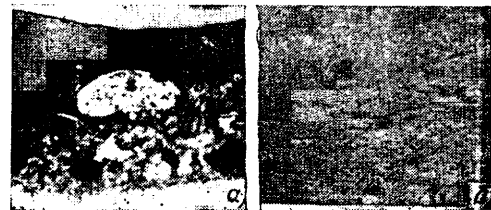


Рис. 2. Поперечный срез (а) и внешний вид (б) поверхности детали, облицованной пленкой, имеющей открытые поры на внутренней стороне

Показатели	Пленка						Метод испытания по
	фирмы «Старс»	фирмы «Штёлк»	фирмы «Сава»	«Гработекс-27»	«Гработекс Е-27»	«Гработекс Е-37»	
Масса 1 м ² , г	896	1010	1080	871	1170	1230	ГОСТ 17073—71 ГОСТ 11358—74 ГОСТ 14236—81
Толщина, мм	2,0	1,7	2,2	2,3	1,8	1,82	
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	2,4	3,5	2,6	2,0	4,2	4,7	
Удлинение, %:							То же ТУ 17—21—137—76
относительное при разрыве	210	364	176	220	266	165	
остаточное при разрыве	26	50	23	24	35	23	
относительное под нагрузкой	54	42	65	85	36	28	
1,96×10 ⁸ Н/м							То же
остаточное после действия нагрузки 1,96×10 ⁸ Н/м	5,0	2	1,0	2,0	1,2	1,7	
Жесткость, Н	0,28	0,45	0,28	0,29	0,26	—	
Морозостойкость, К	248	243	253	248	248	233	ГОСТ 8977—74 ГОСТ 15162—69 РТМ 37.001,028—76 ГОСТ 9780—78
Огнеопасность	—	—	Неогнеопасна	Огнеопасна	Неогнеопасна	Незначительная потеря блеска	
Устойчивость к ускоренному тепловому старению	Потеря блеска, незначительное изменение цвета	Потеря блеска	Незначительная потеря блеска	Незначительное изменение цвета	Незначительная потеря блеска		
Теплоустойчивость, по Вика, К	311	317	310	308	319	318	ГОСТ 15065—69

ния. Например, фирма «Байер» (ФРГ) рекомендует наносить на пленку слой лака на основе полнуретана «Десмокол-530».

Требования, предъявляемые к структуре ПВХ-пленки, зависят от технологии изготовления. Так, наличие открытых ячеек на внутренней стороне пленки, как показали технологические испытания, приводит к тому, что полнуретановая пена при расширении в форме попадает в ячейки и отвердевает в них (рис. 2, а). В этих местах пленка теряет упругость, и на ее лицевой поверхности образуются «оспины» (рис. 2, б). С целью предотвращения проникновения пены в пористый слой пленки фирма «Штёлк» изготавливает пленку трехслой-

ной структуры, в которой с пенополиуретановой пеной граничит монолитный слой.

В случае применения каркасов из листовых материалов (полипропилена, ударопрочного полистирола, АБС) облицовка деталей пористо-монолитной пленкой может осуществляться на термовакуумформовочных машинах. Для обеспечения соединения облицовочной пленки с материалом каркаса используются синтетические клеи, которые наносятся на соприкасающиеся поверхности каркаса и пленки непосредственно перед формованием.

Термовакuumформование предусматривает разогрев пленки до температуры 350—370 К, так как усилия формования

на вакуумформовочных машинах не могут быть выше 0,095 МПа, а развиваемая сила должна быть достаточной для преодоления модуля упругости пленок, который снижается при повышении температуры.

При использовании метода штамповки формование каркаса детали и облицовки из пористо-монолитной пленки происходит одновременно. Этот метод применяется для изготовления деталей относительно несложной геометрии (с малой степенью вытяжки), например, для изготовления панелей крыши автомобиля с каркасом из жесткого пенополиуретана типа «байнат». Прочность соединения материала каркаса с облицовочной пленкой обеспечивается применением клея.

УДК 629.113-03:629.113.068.16

Новая обивочная ткань для грузовых автомобилей и автобусов

В. А. САУТЕНКОВА, И. П. ХАЙНЕВСКИЙ, С. Л. ДОКРОВСКАЯ, Н. В. КЛЮКИНА

НИИАТМ

ДЛЯ ОБИВКИ сидений грузовых автомобилей в свое время широкое применение нашли искусственные кожи на хлопчатобумажной основе, а для сидений водителей автобусов городского типа и салона автобусов «Турист» — хлопчатобумажный гобелен. Первый из этих материалов, как известно, обладает низкими гигиеническими свойствами, второй — низкой износостойкостью. Поэтому понятен интерес, который сейчас проявляется к обивочным материалам из химических волокон и нитей. Несколько вариантов таких тканей были разработаны и изучены в НИИАТМ.

Как показали исследования, по декоративно-художественным свойствам, степени удовлетворения техническим требованиям наилучшим оказался вариант ткани арт. 65046, имеющий

мелкоузорчатую структуру и состоящий из 55% капроновых и 45% вискозных волокон. В частности, наличие в структуре ткани вискозных волокон, обладающих высокой гигроскопичностью, позволило повысить ее гигиенические свойства, максимально приблизив их к свойствам тканей из натурального сырья, а полиамидные комплексные нити обеспечили необходимую для автомобильных обивочных тканей износостойкость. Ткань арт. 65046 — двухцветная, имеет полутораслойное переплетение, что практически исключило осыпание нитей при раскрое и пошиве деталей обивки сидений. В основе ткани использована комплексная капроновая нить 29 текс, в утке вискозно-капроновые нити 29 текс $\times 3+29$ текс.

Обивочная ткань прошла с положительными результатами полный цикл технологических и эксплуатационных испытаний в качестве обивки сидений грузовых автомобилей и автобусов. На ряде автозаводов она внедрена в производство. По устойчивости к истиранию, гигроскопичности, воздухопроницаемости, прочности и удлинению, огнестойкости, грибоустойчивости и другим показателям она вполне отвечает предъявляемым требованиям. Пока несколько хуже светостойкость ее окраски (пять баллов вместо шести), однако сейчас ведутся работы по подбору красителей, улучшающих этот показатель.

На ткань составлены и утверждены технические условия — ТУ 17 РСФСР 62—9783—80.



НА ВДНХ СССР

УДК 061.4(47+57):331.876.6.:629.113.002

ОНИ НАГРАЖДЕНЫ МЕДАЛЯМИ ВДНХ

НА ЦЕНТРАЛЬНОЙ выставке научно-технического творчества молодежи (НТТМ-82) демонстрировались разработки молодых новаторов производственного объединения «БелавтоМАЗ». Многие из них удостоены высоких наград выставки. Так, за создание и внедрение механизма выдачи и отбраковки цилиндрических заготовок (ПЗ62) серебряной медалью ВДНХ награжден начальник бюро ОГК Л. П. Васильков, бронзовыми — инженеры-конструкторы И. Г. Андарало и В. Н. Ефименко. Механизм предназначен для поштучной выдачи годных цилиндрических заготовок и отбраковки коротких при

загрузке оборудования. Он включает снабженный приводом барабан с гнездом для заготовок, в котором установлены подвижный упор и отсекающий; один подводный лоток и два отводящих (для годных и бракованных заготовок). Механизм обеспечивает переориентацию цилиндрических заготовок при подаче их от бункеров к оборудованию и отделение бракованных от годных, отличается от аналогичных способностью отбраковывать заготовки, длина которых меньше номинальной. Привод вращения барабана — пневматический, точность обработки — 1 — 1,5 мм.

Бронзовых медалей удостоены ин-

женер-конструктор В. Ф. Волчек и наладчик Л. А. Иванков, разработавшие многовитковую индуктор (рис. 1) для одновременной закалки профиля и шеек разжимных кулаков. Индуктирующий провод выполнен в виде семи витков разного сечения, активные витки соединены последовательно. Производительность — 120 дет/ч, потребляемая мощность 80—90 кВт, габаритные размеры 365 \times 320 \times 205 мм, масса — 8,5 кг.

Бронзовыми медалями награждены также слесари Г. И. Гармаза и В. М. Курильчик. Они разработали измерительный комплекс, используемый при ремонте электронных приборов. При помощи



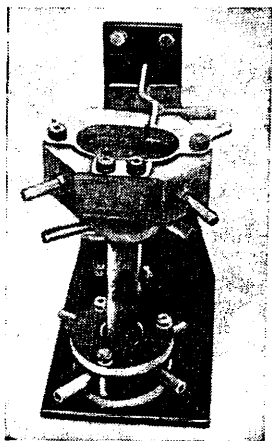


Рис. 1

комплекса проводятся испытания трансисторов большой и малой мощности, микросхем серии 140; измеряются емкость электролитических конденсаторов (до 2000 мкФ), напряжение постоянного и переменного тока (до 500 В), сопротивление (до 10 МОм) резисторов.

Наград выставки удостоены также многие рационализаторы производственного объединения «АвтоКрАЗ». В их числе слесарь А. И. Смоляр и токарь В. И. Бажан, награжденные бронзовыми медалями за создание загрузочно-ориентировочного устройства к протяжно-фрезерному станку (рис. 2), предназначенного для поштучной выдачи и подачи в зону обработки ориентированных деталей типа втулок с буртиками. Устройство состоит из четырех узлов: бункера с шиббером (последний приводится в движение гидро- или пневмоцилиндром), отсекающего узла подъема деталей и ориентировочного устройства, выполненного в виде отверстия по контуру втулки, под которым находятся два разделительных канала и общий канал с отсекающим. Оно может использоваться как совместно с протяжно-фрезерным станком, так и независимо (при необходимости накопления деталей). Производительность — одна деталь на двойной ход.

Инженер-технолог Г. В. Гез и наладчик В. И. Бирюков также награждены бронзовыми медалями. Они создали специальную разжимную оправку с регулируемой обкаткой головки, обеспечивающую процесс поверхностного пластического деформирования втулки по бесцентровой схеме обкатывания, что позволяет исключить операцию шлифования, улучшить качество обработки.

Награждены и новаторы производственного объединения АвтоЗАЗ — начальник центральной лаборатории охраны окружающей среды А. С. Ситник (золотая медаль), начальник лаборатории перспективных разработок Н. Ф. Колесник (серебряная), старший инженер О. В. Прилуцкий и электрослесарь Ю. В. Сиротенко (бронзовые медали) — за создание технологии переработки отходов акрилобутадиенстирольного пластика (АБС-пластика), включающей дробление отходов, сортировку их по физико-химическим свойствам, растворение (в органическом растворителе), введение наполнителей и специальных добавок, усреднение композиции и тонкую фильтрацию. Отличительная особенность композиции — комплексное использование отходов для получения полезного продукта. Полимерная композиция на основе АБС-пластика может применяться при нанесении коррозионно-стойких покрытий на металлы и сплавы, в перспективе — для гидроизоляции мелиоративных сооружений.

Бронзовыми медалями награждены начальник конструкторского бюро Ярославского моторного завода Н. П. Скачков и инженер-технолог М. В. Удальцов. Они разработали устройство, предназначенное для установки и закрепления поршней на шпинделе алмазно-расточного станка при обработке их наружной поверхности. В отличие от существующих, данное устройство имеет съемный зажимной палец, устанавливаемый в отверстие поршня, а также откидной захват, при помощи которого палец зажимается вместе с поршнем; позволяет сократить время на установку, повысить точность угловой ориентации поршня при зажиме. Диаметр поршня, обрабатываемого на приспособлении, — 130 мм, усилие для закрепления поршня — 3 кН, габаритные размеры:

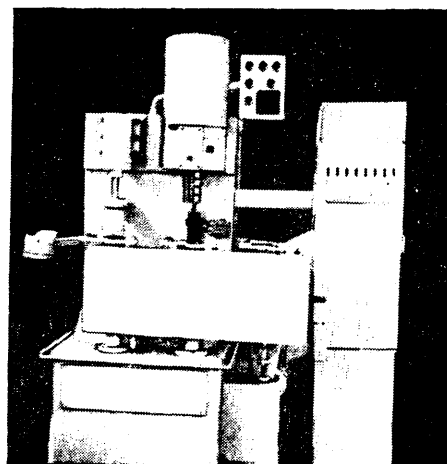


Рис. 2

диаметр фланца — 170 мм, длина — 190 мм, масса — 15 кг.

Большой интерес посетителей вызвал трехфазный синхронный генератор переменного тока электромагнитного возбуждения с встроенным выпрямительным блоком БП38-100-02, предназначенный для работы в системе электрооборудования автомобилей ГАЗ-14, ГАЗ-24 и различных их модификаций параллельно с аккумуляторной батареей в комплекте с реле-регулятором. Направление вращения вала генератора — правое, привод — клиноременный с двумя ремнями, охлаждение — самовентиляцией. Для снижения помех радиоприему в генераторе предусмотрен конденсатор емкостью 4 мкФ. Номинальное напряжение генератора — 14 В, максимальный ток 90 А, максимальный коэффициент использования 94,7 Вт/кг, ресурс 300 тыс. км. Габаритные размеры 265×263 мм, масса 15 кг. Авторы разработки — инженер-конструктор Куйбышевского завода автотракторного электрооборудования им. А. М. Тарасова В. И. Катихин, награжденный серебряной медалью, и слесарь В. М. Спиркин — бронзовою.

В. Б. ПАУТОВА

НОВЫЕ НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 331.45:629.113.002

ОТРАСЛЕВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

НА XXVI СЪЕЗДЕ КПСС отмечалось, что обеспечить рост благосостояния советских людей невозможно без должного развития производства. В свою очередь, развитие производства будет идти тем успешнее, чем лучше условия труда и быта работающих. Это — аксиома социалистического образа жизни.

За годы X пятилетки на выполнение только номенклатурных мероприятий, связанных с улучшением условий охраны труда, в отрасли израсходовано более 150 млн. руб. На предприятиях внедрено свыше 1400 автоматических и поточно-механизированных линий, смонтировано 15 тыс. грузоподъемных механизмов, построено свыше 500 механизированных складов, модернизировано более 20 тыс. единиц технологического оборудования, реконструировано свыше 20 тыс. вентиляционных систем и установок. В XI пятилетке идет ре-

ализация научно-технической программы, связанной с разработкой и внедрением методов и средств, обеспечивающих дальнейшее повышение безопасности и оздоровления условий труда в народном хозяйстве.

Одной из важнейших задач программы является создание и внедрение системы управления охраной труда (СУОТ) на всех уровнях управления — от предприятия до Министерства. Цель системы — сохранение здоровья работающих, обеспечение безопасности труда и оптимальных условий для повышения его эффективности и качества. Система — звено в общей системе управления отраслью.

Работа по созданию отраслевой системы управления охраной труда (ОСУОТ) и систем управления охраной труда на предприятиях (СУОТП) развернута на всех предприятиях отрасли. Опорными являются флагами автомобильной про-

мышленности: ЗИЛ, ВАЗ, КамАЗ, АЗЛК. Общее руководство по разработке ОСУОТ и СУОТП осуществляет координационный совет Минавтопрома, в состав которого входят представители отраслевого ЦК профсоюза, крупных предприятий автомобильной промышленности. Головной организацией по разработке и внедрению ОСУОТ определен НИИТавтопром, совместно с которым в разработке участвуют ВНИИС Госстандарта, завод-вуз при ЗИЛе, НИИТруда, Казанский филиал ВЦНИИОТ ВЦСПС и ведущие производственные объединения отрасли.

ОСУОТ устанавливает единые для всех предприятий и организаций задачи управления, к которым относятся: организация разработки и внедрения научно-технической документации; профотбор работающих, их обучение; обеспечение безопасности производственных процессов, оборудования, зданий и сооружений; метрологическое обеспечение; нормализация санитарно-гигиенических и психофизиологических условий труда; обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты; создание оптимальных режимов труда и отдыха, организация лечебно-профилактического и санитарно-бытового обеспечения работающих; создание условий для безопасной эксплуатации транспортных средств; организация работы общественных организаций и социалистического соревнования. Функциями управления являются: прогнозирование, организация, контроль, учет, анализ, оценка, стимулирование и оперативное управление процессами охраны труда.

Нормативной базой ОСУОТ служат законодательство о труде, система стандартов безопасности труда (ССБТ), нормы и правила органов государственного надзора, строительные нормы и правила, постановления ВЦСПС, ЦК отраслевого профсоюза, Госкомтруда СССР, приказы Министерства, стандарты и другие документы.

Уже разработаны и утверждены основополагающие стандарты отраслевой системы: «ОСУОТ. Основные положения» (ОСТ 37.002.0930—82), «ОСУОТ. Организация работ. Общие положения» (ОСТ 37.002.0931—82), «ОСУОТ. Планирование работ по охране труда. Общие положения» (ОСТ 37.002.0932—82), «ОСУОТ. Учет и отчетность. Основные положения» (ОСТ 37.002.0933—82), «ОСУОТ. Профессиональная подготовка по охране труда. Общие положения» (ОСТ 37.002.0934—82), «ОСУОТ. Метрологическое обеспечение охраны труда. Основные положения» (ОСТ 37.002.0935—82), «ОСУОТ. Обеспечение безопасной эксплуатации транспортных средств» (ОСТ 37.002.0936—82), «ОСУОТ. Контроль. Общие положения» (ОСТ 37.002.0919—82), «ОСУОТ. Оценка уровня условий труда рабочих мест» (ОСТ 37.002.0920—81), «ОСУОТ. Оценка уровня работы по охране труда на предприятии» (ОСТ 37.002.0921—82), «ОСУОТ. Кабинет охраны труда» (ОСТ 37.002.0922—82). В стадии разработки находятся стандарты: «Оценка эффективности мероприятий охраны труда», «Контроль выполнения требований безопасности труда по уровням управления», «Организация обучения работающих и проведение инструктажа по безопасности труда», «Аттестация оборудования на соответствие требованиям охраны труда».

Отраслевая система управления охраной труда обеспечивает единый для всех производственных объединений, предприятий и организаций системный подход к формированию и совершенствованию процессов охраны труда. Она функционирует на основе применения современных методов организации и управления (системно-структурный анализ, моделирование процессов, экономико-математические расчеты, ЭВМ). Система ориентирована на оптимальный уровень механизации сбора, обработки и передачи информации.

Управление охраной труда в рамках отрасли осуществляет отдел охраны труда Министерства, всесоюзные промышленные объединения и НИИТавтопром во взаимодействии с ЦК профсоюза. На предприятиях управление охраной труда осуществляют отдел охраны труда, отдел стандартизации и другие подразделения в тесном контакте с профсоюзным комитетом.

Планируемые мероприятия по охране труда направлены на решение основных задач ОСУОТ — обучение рабочих и инженерно-технических работников правилам безопасного ведения работ; пропаганду целей и средств охраны труда; обеспечение безопасности технологических процессов и средств технологического оснащения, безопасной эксплуатации транспортных средств; улучшение условий труда, доведение состояния зданий, сооружений, санитарно-бытовых и других помещений в соответствии с установленными нормами и правилами; уменьшение численности работающих (в первую очередь женщин), занятых тяжелым физическим трудом, в ночных сменах, на вредных производствах и т. д.

В системе мероприятий по рациональному использованию трудовых ресурсов, повышению качества и эффективности

труда, снижению производственного травматизма и профессиональной заболеваемости важная роль принадлежит профессиональному отбору рабочих, изучению их психофизиологических качеств, особенно при сложных, эмоционально-напряженных и потенциально опасных видах работ. Отраслевой стандарт (37.002.0934—82) определяет основные положения профессиональной подготовки по охране труда, профотбору, обучению и пропаганде охраны труда.

Целью обеспечения безопасной эксплуатации транспортных средств (ОСТ 37.002.0936—82) является снижение дорожно-транспортного травматизма и нарушений правил дорожного движения. Его основу составляют обучение, разъяснительная и воспитательная работа среди водителей и других работников транспорта, анализ причин дорожно-транспортных происшествий, меры по их предупреждению и повышению уровня технического состояния транспорта.

В производственных объединениях и на предприятиях создаются службы безопасности движения, проводятся ежеквартальные обследования транспортных средств, технологических маршрутов движения, дорожных условий, а также предрейсовые медицинские осмотры водителей.

Под метрологическим обеспечением охраны труда (ОСТ 37.002.0935—82) понимается система организационно-методических и технических мероприятий, направленных на создание единства и требуемой точности измерений параметров опасных и вредных производственных факторов. На предприятии его осуществляют службы: метрологическая, главного энергетика, главного механика, центральная заводская лаборатория промышленной санитарии. Измерение нормируемых параметров вредных и опасных факторов производится специалистами соответствующих лабораторий. Для контроля полноты охвата опасных и вредных производственных факторов и правильности выбора средств и методов измерения метрологическая служба совместно со службой охраны труда проводит ежегодный анализ состояния метрологического обеспечения охраны труда.

Учет и отчетность по охране труда определяет ОСТ 37.002.0933—82, включающий комплекс технико-экономических показателей, предназначенных для отражения состояния реализации задач ОСУОТ и СУОТП. Стандарт содержит перечень документов первичного учета по охране труда на виды учета (оперативный, статистический, бухгалтерский), порядок ведения учета и отчетности, ответственность руководителей подразделений за состояние учета и отчетности.

Основные положения и требования к проведению контроля за состоянием охраны труда и функционированием ОСУОТ и СУОТП устанавливает ОСТ 37.002.0919—82. Целью контроля является выявление состояния охраны труда на предприятии (в производственном объединении), причин несоблюдения требований трудового законодательства, стандартов, правил и норм охраны труда, выполнения планируемых мероприятий по охране труда.

Оценка состояния охраны труда осуществляется по двум основным направлениям: уровню условий труда на рабочих местах (ОСТ 37.002.0920—81) и уровню работы по охране труда (ОСТ 37.002.0931—82).

Первый стандарт устанавливает содержание, форму, методику и порядок оценки условий труда на рабочих местах, а также единые критерии и методы оценки уровня этих условий. Он вводит единую «Карту условий труда на рабочем месте», которая содержит сведения о 16 факторах, формирующих условия труда на рабочих местах, и является основным документом для их оценки, анализа, разработки и реализации плановых мероприятий по улучшению условий труда. На предприятии, участке, в цехе уровень условий труда оценивается на основании анализа комплекта карт и представляет собой среднюю величину, выведенную из оценок карт на рабочих местах.

ОСТ «Оценка уровня работ по охране труда» устанавливает номенклатуру и методы расчета показателей оценки уровня этой работы, порядок ее стимулирования. Оценка производится по четырем основным показателям: числу групповых, тяжелых и летальных несчастных случаев; уровню производственного травматизма; уровню заболеваемости; состоянию профилактической работы по охране труда. Показатель уровня профилактической работы является комплексным и учитывает: выполнение мероприятий по охране труда; качество профессионального отбора работающих, их обучения и пропаганды охраны труда; состояние условий труда, уровень безопасной эксплуатации транспортных средств, а также административного и общественного контроля; выполнение требований техники безопасности, безопасности технологических процессов и оборудования.

Результаты оценки условий труда и уровня работ по его охране учитываются при подведении итогов социалистического соревнования и хозяйственной деятельности подразделений, служб и предприятий. (Стандарт предусматривает специальное стимулирование работы по охране труда).

Разработке ОСУОТ предшествовали изучение организации работы и состояния охраны труда на ведущих предприятиях Министерства — ВАЗе, ЗИЛе, КамАЗе, МАЗе, АЗЛК, анализ и обобщение опыта этих предприятий.

Так, на Волжском автозаводе имени 50-летия СССР хорошо поставлена работа по лечебно-профилактическому обеспечению работающих. Медицинское обслуживание, кроме традиционных методов лечения, включает водолечебные процедуры, непосредственно в производствах; создан кабинет эмоциональной разгрузки работающих; при заводе имеется санаторий-профилакторий. Лучше, чем на других предприятиях, обеспечивается здесь безопасная работа транспортных средств. Хорошо поставлена работа по оценке уровня условий труда на рабочих местах. Все это учтено при разработке ОСУОТ.

Нашел в ней свое отражение и передовой опыт КамАЗа по планированию охраны труда на уровнях от руководства объединения до руководства заводов и цехов (при разработке стандартов по планированию, учету и отчетности о выполнении планируемых мероприятий по охране труда). Из опыта Московского автозавода им. И. А. Лихачева использованы особенности организации контроля работы по охране труда на всех уровнях управления, порядка проведения инструктажа по охране труда; Минского автозавода — специфика работы общественных инспекторов по охране труда и т. д.

Порядок разработки и внедрения систем управления охраной труда предприятий установлен отраслевыми методическими указаниями МУ 37.002.008—81. Они предусматривают создание рабочих координационных групп по разработке

СУОТП, порядок разработки технического задания и рабочего проекта системы. Приемку разработанных СУОТП осуществляют специальные комиссии Министерства, которые формируются из специалистов родственных предприятий, НИИ, Министерства и профсоюзных органов.

Порядок приемки СУОТП установлен отраслевой инструкцией И 37.002.040—82 «Учет и регистрация СУОТП в объединениях (на предприятиях) Минавтопрома». Одним из обязательных требований сдачи системы является представление расчета экономической эффективности внедренных мероприятий по охране труда.

В настоящее время комиссиями Министерства приняты СУОТП ЗИЛа, АЗЛК, КамАЗа и ВАЗа. В 1983 г., согласно графику Министерства и ЦК отраслевого профсоюза, СУОТП должны быть внедрены на ГАЗе, МАЗе, КрАЗе, УралАЗе, ЗаЗе, УАЗе, КАЗе, «Автодизел» и на заводе «Красная Этна». Министерством проведены отраслевые семинары по разработке и внедрению СУОТП, организовано обучение специалистов ВПО, ПО и предприятий в институте повышения квалификации и на предприятиях по 72-часовой программе. Для обобщения и распространения опыта предприятий по внедрению СУОТП и оказанию им методической помощи в НИИТавтопроме организован Центральный кабинет охраны труда Минавтопрома.

Внедрение основных положений и требований ОСУОТ позволит повысить уровень организационной работы по охране труда, провести углубленный анализ состояния охраны труда на рабочих местах и обеспечить оптимальные условия труда, а следовательно, высокий уровень его эффективности и качества. (По предварительным расчетам, внедрение систем повысит эффективность работ по охране труда на 25—30% и обеспечит достижение основных целей системы — безопасность труда, высокую работоспособность, сохранение здоровья работающих).

Л. Т. САРКИСЬЯНЦ, Ю. С. ТЕМИРОВ

СТАНКИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НУЖД ОТРАСЛИ

УДК 621.7/.9.06:629.113.002

СПЕЦИАЛЬНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, РАЗРАБОТАННОЕ ДРУГИМИ ОТРАСЛЯМИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Автоматический стан поперечно-клиновой прокатки мод. АСК (рис. 1) предназначен для изготовления точных заготовок ступенчатых валов под механическую обработку и профилей переменного круглого сечения под горячую штамповку. На нем выполняются все необходимые операции обработки заготовок: загрузка в нагреватель, нагрев и разбраковка по температуре, прокатка с отрезкой отходов, удаление изделий и отходов из зоны прокатки и стана. Исходными для обработки на стане являются штучные заготовки, полученные способом обрубки или отрезки от металлопроката круглого сечения.

Стан состоит из прокатной машины, индукционного нагревателя, загрузочно-

го комплекса, автоматической системы управления, регулирования и блокировки.

Прокатная машина имеет рабочую клеть, привод валков и механизм подачи заготовок, кинематически связанный с валками и обеспечивающий питание клетки заготовками за каждый оборот валков без их остановки. Индукционный нагреватель — специальный, встроенный, содержит статические элементы конструкции и транспортные средства для перемещения заготовок в индукторах и передачи на обработку только с определенной температурой. Загрузочный комплекс представляет собой кантователь тары с заготовками, вибрационный предбункер и ориентирующе-подающее устройство.

Заготовка, нагретая до температуры 1370—1470 К, помещается между двумя валками, вращающимися в одном направлении, и захватывается в центральной части закрепленными на валках инструментами-калибрами клиновидной формы. При обработке заготовка удерживается в пространстве между двумя валками направляющими линейками, расположенными параллельно оси прокатки, и преобразуется в изделие, конфигурация которого соответствует профилю калибра. Избыток металла отрезается ножом.

Электроискровое упрочнение рабочих поверхностей универсальной прокаточной

струмента и многократное его восстановление (5 раз и более) путем переточки от неизменных базовых поверхностей позволяет упростить его изготовление и обеспечивает общую стойкость более 600 тыс. изделий.

Применяемый процесс, инструмент и оборудование обеспечивают требуемое качество изделий по структуре металла и точность геометрической формы изделия. Высокую стойкость инструмента и стабильность процесса разнообразных по форме и размерам деталей. Стан оборудован устройствами для точной и удобной регулировки диаметральных размеров обрабатываемых деталей без остановки процесса и не требует высокой точности исходных заготовок по кривизне.

Применение поперечно-клиновой прокатки позволяет: повысить в 3—6 раз производительность, снизить в 1,5—2 раза припуски, уменьшить на 15—30% расход металла, снизить эксплуатационные расходы и улучшить условия труда работающих.

Техническая характеристика станов приведена в табл. 1.

Разработчик — Волгоградский научно-исследовательский институт машиностроения (ВНИИТмаш).

Агрегаты с вращающимся муфелем для нитроцементации и закалки мелких деталей предназначены для различных видов

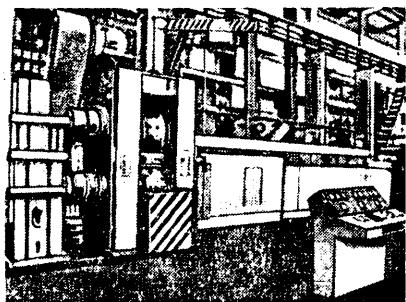


Рис. 1

Таблица 1

Техническая характеристика	АСК 45/400	АСК 90/550
Наибольшие размеры обрабатываемых изделий, мм:		
диаметр	45	90
длина	400	550
Межосевое расстояние валков (регулируемое), мм	645—30	945—30
Цикловая производительность, шт/ч	900	750
Мощность индукционного нагревателя, кВт	300	1500
Мощность главного привода, кВт	55	132
Габаритные размеры, мм	5780×2700×2400	13200×4550×4030
Масса, т	17,5	46,5

Шлиценакатной полуавтомат (рис. 3) предназначен для получения шлицев на валах методом пластического деформирования в холодном состоянии. Формообразование шлицев производится накатными роликами, смонтированными в накатной головке, которая перемещается вдоль оси заготовки. Полный профиль шлицев формируется за несколько проходов. Точность размеров накатываемого профиля шлицев — по 7—8-му качеству ИСО, наибольшая шероховатость поверхности — $Ra=0,16$ мкм.

Таблица 2

Техническая характеристика	Вид обработки				
	Нитроцементация с закалкой с газовым обогревом	Безокислительная закалка с газовым обогревом	Безокислительный отжиг с электрообогревом	Безокислительный средне- и высокотемпературный отпуск с газовым обогревом	Низкотемпературный отпуск с электрообогревом
Максимальная производительность, кг/ч	180	200	150	300	250—300
Максимальная рабочая температура, К	1120	1120	1120	920—1120	570
Число температурных зон	3	2	2 (нагрев и охлаждение)	2	2
Максимальный расход газа на обогрев, м ³ /ч	35	32	—	40	—
Установленная мощность, кВт	3,5	3,5	140	2,2	78
Размеры рабочего пространства:					
внутренний диаметр муфеля, мм	440	440	430	440	460
активная длина муфеля, мм	3760	2800	3640	3640	3640
рабочий объем одного витка, л	3,4	3,4	3,2	3,4	3,4
Число витков шнека, шт	27	20	24	24	25
Габаритные размеры, мм	6650×3000×2800	5500×3000×2800	6500×2000×2300	6100×3000×2800	5700×1800×2800

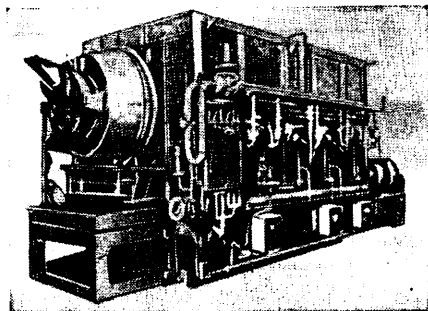


Рис. 2

гревом; низкотемпературного отпуска с электрообогревом (табл. 2). Все они работают в автоматическом режиме.

Агрегат (рис. 2) состоит из загрузочного устройства, футерованной камеры нагрева, муфеля со шнеком, разгрузочного устройства, закалочного бака, виброзлевателя выгрузки, системы уплотне-

Конструкция полуавтомата позволяет изменять усилие деформирования, получать шлицы средних и крупных размеров на валах пониженной продольной жесткости, накатывать шлицы на валах с прерывистой поверхностью (бурты, канавки) и глухие шлицы с выходом на большой диаметр. Для этого на нем

Таблица 3

Техническая характеристика	Тип I	Тип II	Тип III
Номинальное осевое усилие, кН	200	300	550
Скорость хода, м/мин:			
рабочего	0—4,6	0—5,92	0—4,17
холостого	0—8,0	0—10,08	0—4,17
Наибольшие размеры обрабатываемых деталей, мм:			
длина вала	500	750	1000
длина накатываемых шлицев	250	500	750
наружный диаметр шлицев	45	65	100
высота шлицев	6	6	6
модуль эвольвентных шлицев	3	4	6
Число шлицев	6—8	6—12	6—16
Давление масла, МПа:			
в магистрали зажима (среднее)	8,5	8,5	8,5
в магистрали силового привода	8,5	8,5	8,5
в системе смазки	2,5	2,5	2,5
Среднее время (с) формирования профиля длиной 100 мм	20	25	30
Мощность электродвигателя гидростанции, кВт	40	55	55
Габаритные размеры, мм (с гидростанцией)	3550×1950×2600	4200×1950×2900	4200×1950×3200
Масса, кг	5200	6280	8220

термической обработки мелких деталей в контролируемых атмосферах. Они имеют ряд разновидностей: для нитроцементации (цементации) с непосредственной закалкой (обогрев — газовый); безокислительной закалки с газовым обогревом; безокислительного отжига с электрообогревом; средне- и высокотемпературного отпуска с газовым обо-

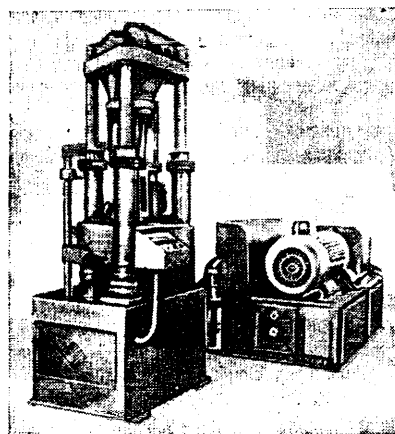


Рис. 3

н, привода вращения муфеля, электрооборудования и контрольно-измерительных приборов.

Автоматические агрегаты встраиваются в автоматические линии механической обработки деталей, имеют взаимозаменяемые узлы (загрузочные устройства, муфели, баки, шнеки, виброзлеватели), облегчающие их эксплуатацию и ремонт.

Внедрение агрегатов с вращающимся муфелем позволило повысить в 2,5 раза производительность труда, повысить износостойкость и снизить себестоимость изготовления деталей, улучшить условия труда работающих.

Разработчик — НИИТракторсельхоз-

предусмотрена сменная накатная головка и переналаживаемый механизм радиальной автоматической подачи накатных роликов.

Применение полуавтоматов различных типов (табл. 3) значительно повышает производительность труда, улучшает качество шлицевых валов, приводит к экономии металла, высвобождению металлорежущего оборудования, основных производственных рабочих и площадей.

Разработчик — научно-производственное объединение «Анитим» (г. Барнаул).

В. Ф. РЖЕВСКИЙ, А. З. БРОДСКИЙ

НИИТавтопром

ТИПАЖ ОСНОВНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И ПРИБОРОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ И АВТОБУСОВ НА 1981—1990 ГГ.

ШИРОКАЯ модернизация автомобильной техники, а также создание новых моделей автомобилей в XI пятилетке накладывают определенный отпечаток на дальнейшее развитие отечественного автомобильного электрооборудования и приборов. Это находит свое отражение и в разработанном в настоящее время типаже основных изделий электрооборудования и приборов для автомобилей и автобусов на период 1981—1990 гг., обеспечивающем решение вопросов внедрения новых изделий, унификации, снятия с производства устаревших изделий, эффективности производства и качества, повышения безопасности движения и конкурентоспособности отечественных автотранспортных средств.

Основу нового типажа составили результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ НИИавтоприборов и заводов подотрасли по созданию отечественного электрооборудования, результаты изучения и анализа тенденций дальнейшего развития зарубежного электрооборудования, соответствующие ГОСТы, ОСТы, правила ЕЭК ООН, рекомендации СЭВ и ИСО и другие нормативные и руководящие технические материалы. В типаже учтены потенциальная возможность совершенствования технических показателей изделий электрооборудования и приборов в соответствии с прогрессом техники за время действия типажа, масштабы предполагаемого выпуска отдельных типоразмеров изделий и перспективы развития смежных отраслей промышленности, обеспечивающих производство автомобильного электрооборудования и приборов.

В типаж вошли основные перспективные изделия — как серийно выпускаемые, так и новые, освоить которые намечается в период до 1990 г. Но в отличие от аналогичного типажа на 1971—1980 гг. новый является более полным: он содержит такие изделия, как свечи зажигания искровые и накаливания, прерыватели указателей поворота, спидометры и тахометры, указатели напряжения, датчики и указатели давления, температуры, уровня топлива, средства подавления радио-помех и др.

Единая форма построения типажа включает в себя шифр изделия, основные параметры, завод-изготовитель и основную применяемость и позволяет в достаточной мере оценить то или иное изделие.

Типаж включает в себя 45 отдельных типажей на основные изделия электрооборудования и приборы. Например, в типаж генераторов включены семь базовых моделей — от генератора 18.3701 мощностью 0,4 кВт для легковых автомобилей особо малого класса до генератора Г290 мощностью 4,2 кВт для многоцелевых автомобилей. Впервые в типаж вошел генератор на два уровня напряжения (14 и 28 В) модели 38.3701, который будет выпускаться Московским заводом автотракторного электрооборудования (АТЭ-1) для грузовых автомобилей ЗИЛ с дизелем и работать совместно с трансформаторно-выпрямительным блоком. Внедрение генератора позволяет по-новому подойти к вопросам унификации электрооборудования на базе напряжения 12 В. Также впервые включен в типаж и бесконтактный индукторный генератор 21.3701 Алтайского завода тракторного электрооборудования для многоцелевых автомобилей. Предполагается, что одна из производных базовой модели генератора Г250 завода АТЭ-1 для автомобилей Ульяновского автозавода им. В. И. Ленина тоже будет выполнена в бесщеточном исполнении.

Типаж регуляторов напряжения представлен семью базовыми моделями, из которых четыре являются бесконтактными интегральными, остальные — бесконтактными, но выполненными на кремниевых транзисторах. В частности, кроме интегральных регуляторов напряжения Я112-А и Я120 в типаж входит интегральный регулятор напряжения с сезонной регулировкой для генераторов многоцелевых автомобилей, а также бесконтактный интегральный регулятор напряжения Калужского завода автомобильного электрооборудования им. 60-летия Октября для автомобиля ВА3-2108. Из новых бесконтактных регуляторов на кремниевых транзисторах в типаже представлен регулятор 13.3702 для автомобиля ГАЗ-3102. В целом же в типаже генераторов и регуляторов напряжения заложена перспектива дальнейшего внедрения встроенных в генераторы интегральных регуляторов напряжения. Все генераторы имеют увеличенные мощности и повышенные показатели использования материалов.

В типаж бесконтактных систем зажигания на основе электромагнитных датчиков-распределителей наряду с выпускающимся датчиком-распределителем Р351 для автомобилей ЗИЛ и УралАЗ вошли еще восемь базовых моделей. Среди них датчик-распределитель Р352 для экранированной системы зажигания и 24.3706 — для неэкранированной системы грузовых автомобилей ГАЗ, а также датчики-распределители для легковых автомобилей, в том числе для автомобилей ГАЗ и УАЗ.

Кроме перечисленных выше, в типаже остаются еще датчики-распределители классической системы зажигания (семь базовых моделей), выпускаемые в настоящее время.

Для транзисторных и классических систем зажигания типажом катушек зажигания предусматриваются соответствующие три и четыре базовые модели, в том числе одна новая разработка двухвыводной катушки зажигания для легковых автомобилей и автомобилей с цифровой системой зажигания.

Типаж транзисторных коммутаторов для систем зажигания автомобилей и автобусов представлен семью базовыми моделями, среди которых коммутатор 13.3734 для автомобиля ГАЗ-3102, новые разработки транзисторных коммутаторов — взамен ТК200 и для легковых автомобилей, в том числе с цифровой системой зажигания.

Искровые свечи зажигания представлены также семью базовыми моделями — с калильными числами от 11 до 26, резьбой на корпусе М14×1,25 (кроме свечи СН423 с резьбой М22×1,5), длиной резьбовой части 12 и 19 мм. В типаже представлены также базовая модель экранированной свечи СН307-В для двигателей многоцелевых автомобилей, свеча АК17ДВ с коническим посадочным местом для двигателей легковых автомобилей и свеча поверхностного разряда СН423 для пусковых жидкостных подогревателей. В типаж свечей накаливания вошли базовые модели для отопителей и подогревателей, в том числе новая модель 14.3740, и две базовые модели свечи для электрофакельного подогревателя (на напряжение 12 и 24В) с различной пропускной способностью жиклеров по топливу.

Двенадцатью базовыми моделями представлен типаж стартеров, причем пять из них — мощностью от 7,0 до 15,5 кВт — для дизелей. В число семи базовых моделей стартеров мощностью от 0,8 до 2,3 кВт для карбюраторных двигателей входят новые стартеры для автомобилей ЗА3-1102, «Москвич», «Жигули» (соответственно моделей 26.3708, 23.3708 и 22.3708). Новая разработка унифицированного стартера мощностью 2,3 кВт должна заменить две базовые модели стартеров типа СТ230-А и СТ130-А3.

Все новые разработки стартеров для карбюраторных двигателей будут иметь увеличенную мощность, торцевой коллектор и высокие показатели использования активных материалов.

Электродвигатели и моторредукторы продолжают получать самое широкое распространение на автомобилях всех типов, что и отражено в соответствующем типаже. Восемь базовых моделей электродвигателей двигательного режима работы предназначены для привода вентиляторов обдува и отопителей. Их номинальная мощность от 5 до 110 Вт, все они имеют возбуждение от постоянных магнитов. Пять базовых моделей моторредукторов — мощностью от 5 до 12 Вт — предусмотрены для привода механизмов стеклоочистителей и фарочистителей, в том числе одна — для стеклоочистителя заднего стекла. Четыре из них имеют электродвигатели с возбуждением от постоянных магнитов. Полный переход на такие электродвигатели в этой подгруппе будет осуществлен после разработки решения по обеспечению второй скорости работы моторредукторов.

Для привода вентиляторов предпусковых подогревателей типаж предусматривает три базовые модели электродвигателей мощностью от 10 до 180 Вт, две из которых — электродвигатели с электромагнитным возбуждением. Подгруппа электродвигателей для стеклоомывателей представлена одной базовой моделью электродвигателя мощностью 10 Вт с постоянными магнитами.

Кроме того, отдельно представлен типаж электродвигателей с насосами (мотонасосов) для автомобилей и автобусов (четыре базовые модели): мотонасос струйной фарочистки, мо-

Тонасoс омывателя ветрового стекла и фар и две базовые модели мотонасосов в системе жидкостных подогревателей грузовых автомобилей и автобусов. Причем три из них имеют электродвигатели с возбуждением от постоянных магнитов.

Таким образом, типаж электродвигателей на период 1981—1990 гг. предусматривает широкое внедрение более экономичных и высоконадежных электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов.

Автомобильные приборы представлены 11-ю типажими, наиболее важными из которых являются типажи на спидометры, тахометры, указатели тока и напряжения, датчики и указатели температуры воды, давления масла, уровня топлива и манометры.

Типаж спидометров состоит из трех базовых моделей, одна из которых — для грузовых автомобилей и автобусов — имеет электрический привод от датчика МЭ307. Типаж тахометров содержит две базовые модели — тахометр с приводом от датчика МЭ307 и тахометр 11.3843 магнитоэлектрического типа.

Указатели тока и активно внедряемые на автомобилях указатели напряжения представлены каждый соответственно двумя базовыми моделями — на ток 30 и 100А и на номинальное напряжение 12 и 24В.

Базовая модель датчика давления ММ355 реостатного типа для работы с магнитоэлектрическим указателем позволяет иметь производные модели (модификации) на различные давления. Широкие пределы срабатывания обеспечивают модификации базовой модели сигнализатора давления ММ111-А.

Новыми изделиями в типаже датчиков давления являются базовая модель совмещенного датчика давления и аварийного давления масла и сигнализаторов засоренности воздушного фильтра. Новыми датчиками в типаже датчиков и сигнализаторов температуры, состоящем из четырех базовых моделей, являются полупроводниковый датчик 11.3842 температуры электролита аккумуляторной батареи и термобиметаллический сигнализатор перегрева (на базе РС403-Е) для дизелей грузовых автомобилей и автобусов.

И, наконец, типаж механических манометров представлен двумя базовыми моделями (одна из них — 11.3830 — двухстрелочная), обеспечивающими вместе с производными моделями контроль за давлением в системе смазки двигателя и в пневмосистемах централизованной и автоматической подкачки шин.

Осветительная и светосигнальная аппаратура для автомобилей и автобусов вошла в пять типажей основных изделий, в том числе на фары, светосигнальные фонари и световозвращатели, плафоны, подкапотные лампы и оптические сигнализаторы приборного щитка. В частности, типаж фар содержит шесть базовых моделей головных двухрежимных (дальний и ближний свет) фар, в числе которых две базовые модели круглых фар (ФГ122 и ФГ140) с оптическим элементом диаметром 170 мм, две базовые модели круглых фар четырехфарной системы (ФГ145 и ФГ146) с оптическим элементом диаметром 136 мм, базовая модель прямоугольной фары 34.3711 размерами 252×154 мм и базовая модель блок-фары 39.3711 размерами 340×154 мм.

Фары противотуманные, вспомогательные и прожекторы имеют четыре базовые модели — круглые и прямоугольные.

Особенностью типажа фар является то, что в него заложены фары с более эффективными галогенными лампами и фары с корректировкой угла наклона в зависимости от нагрузки.

Типаж светосигнальных фонарей и световозвращателей для автомобилей и автобусов является одним из наиболее представительных и включает в себя 23 базовые модели фонарей, в том числе унифицированные комплекты фонарей для грузовых автомобилей, автобусов, унифицированный комплект герметичных фонарей для многоцелевых автомобилей.

Наряду с фонарями освещения номерного знака, указателя света стоянки, бокового повторителя указателя поворота и фонаря такси в типаже впервые представлены базовые модели заднего противотуманного фонаря 28.3716 и сигнального фонаря 13.3738 с моторредуктором для многоцелевых автомобилей.

Световозвращатели представлены двумя базовыми моделями: круглой формы с обеспечением трех цветов (красного, оранжевого, бесцветного) и треугольной формы красного цвета для обозначения прицепов и полуприцепов.

Коммутационная аппаратура имеет типажии реле и контакторов, выключателей и переключателей, плавких и термобиметаллических предохранителей, блоков предохранителей, соединительных панелей, разъемных соединений. Например, в типаж реле и контакторов включены семь базовых моделей реле и две — контакторов. Базовыми моделями реле являются малогабаритное реле 11.3747, реле 39.3747 переключения света фар, группа базовых реле различного назначения длительного и кратковременного режима работы и базовая модель звукового сигнализатора РС508. Контактор КТ127 имеет номинальный ток 50А, а КТ130—600 А.

Типаж выключателей и переключателей содержит двадцать пять базовых моделей изделий самого различного назначения, рассчитанных на силу тока от 1 до 60А, с числом клемм от 1 до 16, в том числе новую разработку (40.3709) унифицированного комбинированного подрулевого переключателя указателей поворота, света фар, стеклоочистителя и омывателя для грузовых автомобилей.

Кроме перечисленных изделий, в типаж электрооборудования и приборов для автомобилей и автобусов вошли также изделия, как резисторы добавочные для систем зажигания, прерыватели указателей поворота, манометры шинные, сигналы звуковые, средства подавления радиопомех, антенны, оптические сигнализаторы приборного щитка, предохранители и др.

Разработанный и утвержденный типаж основных изделий электрооборудования и приборов для автомобилей и автобусов на период 1981—1990 гг. является частью научно-технического прогноза развития подотрасли автотракторного электрооборудования и приборов на ближайшие десять лет, руководящим техническим материалом как для выбора изделий при проектировании новых и модернизации существующих автомобилей и автобусов, так и для разработки новых изделий электрооборудования и приборов.

И. Г. БАРАННИК, А. А. ЗДАНОВСКИЙ, Л. П. НАУМОВА

УДК 629.113.002(09):796

ВСЕСОЮЗНЫЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ПРОБЕГ 1933 Г.

(Продолжение¹)

К АРАКУМСКИЙ автопробег стартовал в Москве 6 июля 1933 г. в Центральном парке культуры и отдыха им. М. Горького. На старте к участникам автопробега обратились с приветственными речами председатель комитета автопробега командующий войсками Сибирского военного округа комкор Н. В. Куйбышев и старейший партийный деятель, член редколлегии газеты «Правда», член ЦКК ВКП(б) Е. М. Ярославский.

От Москвы до Горького автомобили одной колонной двигались по шоссе; от Горького до границ Чувашии (270 км) путь шел по проселкам и грунтовым дорогам. Этот отрезок маршрута автомобили шли двумя группами: одна — по территории Горьковского края, вторая — по территории Марийской автономной области.

Далее путь шел на Оренбург — через Казань, Самару. Многие его участки изобиловали канавами, ямами, ухабами, рытвинами, следами незавершенных земляных работ. Несмотря на это, техника работала безотказно (произошла лишь одна авария, не имевшая никаких последствий, — на крутом и скользком повороте после сильного дождя перевернулся автомобиль «НАТИ-ГАЗ»), и колонна автомобилей без единой поломки 17 июля, через 10 дней после старта, прибыла в Оренбург.

Все эти дни водители и другие участники пробега выполняли взятые на себя обязательства по бережному уходу за техникой, безаварийности, тренировкам к переходу через пески, общественно-политической работе в колхозах по маршруту следования.

Цель после Оренбурга — Ташкент. Этот отрезок участники пробега рассматривали как генеральную репетицию перехода через пески Каракумов — самого тяжелого участка всего мар-

¹ Начало см. «Автомобильная промышленность», 1983, № 8, с. 33—34.

шрута. И вот 2 августа — Ташкент. Позади осталось 3950 км дорог и бездорожья. Из них только 432 км — шоссе, все остальное — суглинистый тракт с крутыми подъемами, черноземные и песчаные проселки, солончаки, овраги, заболоченные места, высохшие арыки, верблюжьи тропы, заброшенные в прошлом веке почтовые тракты, целина, сыпучие барханы с крутыми откосами. Тем не менее, участок Москва — Ташкент колонна прошла с довольно высокой средней технической скоростью — 27 км/ч.

Далее маршрут шел вверх по реке Сырдарья. По этим местам автомобили шли впервые в истории. Почва постепенно перешла в сыпучие пески Приаральских Каракумов (их называли тогда Малыми Кара-Кумами). Особенно трудным был участок от г. Иргиз до железнодорожной станции Аральское море (ныне г. Аральск), расположенной у северо-восточной оконечности этого моря: полуметровые кочки и ухабы образовывали овражки, ямы; автомобили вязли в песках и солончаках.

Стояла невыносимая для большинства участников пробега жара (температура в тени доходила до 40°C, у поверхности земли — до 55—60°C). Вода кипела в радиаторах автомобилей, и ее приходилось непрерывно доливать. Например, каждый автомобиль АМО-3 потреблял до 5—6 ведер воды в день. Бездорожье, провалы автомобилей на мостах в арыки — все это усложняло движение.

Несмотря на трудности, уже предварительные итоги первого этапа пробега оказались весьма обнадеживающими. Так, до Ташкента все серийные автомобили Горьковского и Московского автозаводов прошли без единой аварии, с одной поломкой (сломалась рессора). Хуже вели себя автомобили «Форд-Тимкен» — они из-за своих конструктивных недостатков часто попадали в аварии. Высокую проходимость показали экспериментальные сверхбаллоны, установленные на четырех легковых автомобилях. Шины из естественного отечественного каучука работали превосходно, на них даже сохранился рисунок протектора. И качество отечественного синтетического каучука было, по оценке участников пробега, безупречным.

Серьезные недостатки обнаружили на первом этапе маршрута пробега некоторые виды электрооборудования и арматуры, тем не менее ни один из крупных электроагрегатов не выбыл из строя. Выяснилось также, что для автомобилей АМО-3 при работе в южных районах страны требуются более емкие водяные радиаторы.

Успешно выдержали испытания воздухоочистители и самовытаскиватель системы А. Савинова.

Встреча колонны автопробега в Ташкенте стала праздником: в демонстрации приняло участие 300 тыс. человек; город был украшен лозунгами, цветами, на домах вывешены красные флаги. И это понятно: трудящиеся Узбекистана и всей Советской Средней Азии знали, какое огромное значение имеет автомобиль, какие важнейшие задачи народного хозяйства национальных республик он должен решать в годы построения социализма.

Средазбюро ЦК ВКП(б), правительства Узбекской ССР и Туркменской ССР проявили исключительное внимание к подготовке 2400-километрового участка пробега по территории Средней Азии. Среднеазиатский комитет содействия и филиал главного комитета Всесоюзного автомобильного испытательного пробега совместно со спортивным обществом «Динамо» проделали большую работу по приведению дорог и мостов в хорошее состояние. Например, вблизи Самарканда при строительстве дороги были проведены взрывные работы, на маршруте следования созданы 16 баз горюче-смазочных материалов, 18 продовольственных баз, пункты снабжения питьевой и технической водой, организованы верблюжьи караваны для доставки воды. Автоколонну сопровождали две радиостанции и самолет. Были организованы бригады содействия, контрольные посты, ремонтные мастерские и т. д.

Среднеазиатский участок пути автопробега можно условно разделить на три отрезка: узбекско-таджикский (Ташкент — Чарджуй (ныне г. Чарджоу); амударьинско-хорезмский (Чарджуй — Куля-Ургенч); каракумский (Куля-Ургенч — Красноводск). Каждый из них имел свои почвенно-климатические и технико-эксплуатационные особенности.

8 августа колонна вышла из Ташкента. Часть пути проходила через Таджикистан, и таджикские дорожники прислали в распоряжение автопробега автодорожную ремонтную бригаду. Далее путь шел через Джизак, Самарканд, Бухару, через гостеприимные узбекские города и села по хорошо подготовленным, покрытым гравием ровным шоссе и прочным мостам. Правда, встречались и канавы арыков, и переправы вброд. Движение затрудняла тончайшая лессовая пыль, покрывавшая дорогу слоем толщиной до 20 см. Она часами висела в раскаленном воздухе, попадала в цилиндры двига-

телей, не снабженных воздухоочистителями, из-за чего цилиндры быстро изнашивались, двигатели теряли мощность. (Потом было подсчитано, что это сокращало темп движения примерно в 4 раза). Из-за жары и действия прямых солнечных лучей остекление кабин (триплекс) принимало коричневатый оттенок, в результате чего резко снижалась видимость и приходилось ехать с опущенными ветровыми стеклами. Выявились неполадки и в карбюраторах.

После Бухары, между железнодорожными станциями Каракуль и Фараб, на границе между Узбекистаном и Туркменией, участников пробега ждало первое серьезное испытание — переход через сыпучие барханы оказавшегося на пути 15-километрового «языка» пустыни Кызылжум. Автомобили, не оборудованные сверхбаллонами, зарывались колесами в песок. Были пущены в ход самовытаскиватель и все подручные средства — резиновые ленты, веревочные лестницы, саксаул и т. п., и колонна преодолела полосу песков. На это ушло примерно 14 ч.

14 августа колонна пришла в Чарджуй без поломок и аварий. Здесь участники пробега в течение двух дней готовились к переходу через Хорезмский оазис, к Куля-Ургенчу. В частности, были вскрыты головки цилиндров двигателей автомобилей, у которых не было воздухоочистителей. Осмотр цилиндров и поршней показал: они покрылись густой грязной массой. Поршни пришлось сменить, а на двигатели поставить воздухоочистители.

17 августа автоколонна вышла из Чарджуя. Маршрут пролегал по восточному краю пустыни Каракумы, вдоль левого берега реки Амударья, через города Хорезмского оазиса — Новоургенч (ныне г. Ургенч), Ташауз, Ходжейли, к населенному пункту Куля-Ургенч. За первые двое суток по твердому грунту колонна прошла 500 км со средней скоростью 30 км/ч. Затем участники пробега встретились с сильным прохладным ветром, резкими колебаниями температуры воздуха (от 40—45 до 20—18°C). Стали попадаться пыльные ухабы и ямы глубиной 0,5—1 м. Дорога была трудной, хотя дорожники Туркменской ССР многое сделали, чтобы ее улучшить: в полупустынной местности, где на перегонах в 100 км не было людей и жилищ, стояли дорожные знаки, в городах и других населенных пунктах имелись хорошо оборудованные стоянки, были заготовлены ГСМ. В конце этого отрезка пути, в Ташаузе, колонну ожидали врачи, медсестры, механики, были подготовлены обед, баня, душ.

За Ташаузом начался самый тяжелый участок всего автопробега — почти 1000-километровый переход через пустыню Каракумы, от колодца к колодцу, многие из которых высохли или были завалены тушами павших животных, по плохо изведанной трассе, малознученным грунтам и почвам.

Вначале колонна двигалась верблюжьими тропами, по сильно размытым следам колейной дороги, лессовой почве, супесчаному грунту. Затем дорога пошла по древнему высохшему руслу Амударьи, где лесс перемежался такырами — высохшими озерами разных размеров и очертаний, дно которых было покрыто подчас липкой и вязкой грязью, — и крутыми песчаными подъемами и спусками. Снова под колеса автомобилей подкладывались доски, саксаул, использовались самовытаскиватель и другие подручные средства. Потом путь преградили высокие отвесные скалы старого речного русла. Пришлось повернуть обратно, искать место для подъема на плато Устюрт. Автомобили шли по лощине, усеянной зияющими провалами, глубоко уходящими в землю. Наконец, вышли на гладкое, как асфальт, высохшее засоленное дно Сарыкамышской впадины. Но радость была недолгой: на полной скорости колонна вошла в район трясин мокрого солончака, спрятавшегося под верхним слоем почвы, и автомобилю стало «затягивать». И снова — поиск пути к Устюрту. Он увенчался успехом. Однако подъем оказался сложным — пролегал через камни, лесс, солончаки, глинистые и песчаные почвы. Сложным был и спуск с плато, но особенно — движение по грядам барханных песков: в глубоком, мелком, сухом, сыпучем песке вязли тяжело груженные автомобили. Даже легковые, оборудованные сверхбаллонами, преодолевали барханы только после разгона до скорости 50 км/ч. Почти 20 ч потребовалось колонне, чтобы пройти один из участков барханных песков протяженностью 3 км.

Переход проходил в условиях очень высоких температур. Например, дневная температура грунта доходила до 70°C, что было серьезным испытанием для шин из синтетического каучука; температура кожаного сиденья в кабине — почти до 78°C. Несмотря на все принятые меры, не хватало воды и бензина: посылаемые из Красноводска караваны верблюдов с водой, а также автомобиль с топливом не всегда могли добраться к колонне.

Участники автопробега в этих экстремальных условиях вели себя героически, работали с предельным напряжением

физических сил, инициативно и находчиво. Так, например, водитель трехосного грузового автомобиля «Форд-Тимкен». А. Швасберг сумел провести его через Каракумы на двух осях (передняя полуось сломалась в переходе через Хорезмский оазис). Советские автомобили прошли этот тяжелый путь без аварий и тяжелых поломок. Последние 450 км каракумского отрезка маршрута колонна шла два дня по твердому каменному грунту и 29 августа вошла в Красноводск. Тяжелейший из участков пробега был пройден за 6,5 суток — вместо 13, намечавшихся по плану.

3 сентября колонна автопробега стартовала из Баку. Движение по горным щебенчатым, сравнительно благоустроенным дорогам Закавказья затруднялось многочисленными каменистыми и порожистыми руслами пересохших рек, но проходила без осложнений, в том числе и переход через Гамборский перевал у Тифлиса, и по Военно-Грузинской дороге.

Все основные узлы и агрегаты автомобилей — двигатели, тормоза, сцепления, рессоры, шины — работали безупречно. 10 сентября колонна была в Орджоникидзе, 14 сентября — в Ростове-на-Дону, где и были подведены некоторые предварительные технические итоги пробега.

В частности, было констатируется, что большинство двигателей со дня старта не вскрывались для очистки нагара. Отечественные трехосные грузовые автомобили показали высокую проходимость и выносливость в любых дорожных условиях, в том числе в песках, тогда как зарубежные автомобили этого же класса имели большое число поломок картера сцепления. Сверхбаллоны 800×250 показали высокую проходимость. Вместе с тем выявилось низкое качество амортизаторов легковых автомобилей ГАЗ-А, а также пробковых сальников, фар, электропроводки и карбюраторов всех автомобилей.

22 сентября колонна двинулась на Москву. В г. Ельне к ее подходу был досрочно введен в строй новый длиной 225 м мост через реку Сосну, названный именем автопробега Москва — Каракумы — Москва.

29 сентября из Тулы участники Каракумского автопробега обратились с открытым письмом ко всем работникам автодорожного транспорта. «Испытывая доверенные нам партией и правительством машины, ...мы убедились, что советская стандартная машина по своим конструктивным и эксплуатационным качествам ни в чем не уступает лучшим образцам заграничной автомобильной продукции. Все 23 машины, которые мы провели через тяжелые испытания пробега Москва — Каракумы — Москва, идут к финишу готовыми немедленноступить в дальнейшую эксплуатацию. Такое качественное состояние наших агрегатов было обеспечено тщательным подбором опытных, проверенных водителей, повседневным уходом и чутким, бережным отношением к машине, подлинным удальничеством и развернутым соцсоревнованием». («Правда», № 271, 1933).

Участники пробега призывали водителей, ремонтников, дорожников бережно относиться к автомобилю, экономить топливо, соблюдать правила движения, тщательно проводить профилактический ремонт и осмотры техники, строить образцовые дороги и крепкие мосты.

Москва торжественно встречала участников Каракумского автопробега. Навстречу им вышла сводная колонна московского автоклуба и Автодора в составе 35 автомобилей. В Подольске состоялся митинг. Технический финиш пробега был дан на шестнадцатом километре Серпуховского шоссе. К участникам пробега с приветствиями обратились представители ЦК ВКП(б), Красной Армии, Мособлсполкома, Автодора. Командор пробега А. М. Мирецкий доложил: «Все машины в порядке, годны для нормальной эксплуатации, участники чувствуют себя бодро». В Центральной парке культуры и отдыха им. Горького тысячи москвичей собрались для встречи участников Каракумского автомобильного пробега.

В акте технической комиссии о состоянии Каракумской колонны подведены итоги автопробега, дана характеристика состояния всех участвовавших в нем автомобилей. Из него следует, что после завершения пробега на двигателях восьми автомобилей ГАЗ потребовалось удалить нагар с поршней и головок, у семи — притереть клапаны, у четырех автомобилей ГАЗ-АА, одного АМО-3 и одного ГАЗ-ААА — заменить рессоры, упругие свойства которых ухудшились из-за перегрузки. У трех автомобилей АМО-3 были сменены подрессорники; у двух, шедших без воздухоочистителей, в ходе пробега растачивали цилиндры двигателя. Автомобиль ГАЗ-А (№ 2), управляемый Л. В. Колусовским, прошел весь маршрут без всякого ремонта.

Как уже было отмечено, трехосные грузовые автомобили ГАЗ-ААА по своим технико-эксплуатационным характеристикам оказались выше зарубежных «Форд-АА-Тимкен». Например, у одного из последних в ходе пробега разрушился картер демультипликатора, у второго — муфта, соединяющая вторичный валик демультипликатора с тормозным диском у

третьего — полуось; менялись пружины реактивных штанг, вскрывался и чистился двигатель. У двух из них пришлось заменить подшипники динамо.

Общая заключительная оценка технической комиссии была положительной: «Стандартные машины производства Горьковского автозавода (ГАЗ-А и ГАЗ-АА) и Московского автозавода (АМО-3) могут работать повсеместно на территории СССР в любых условиях. Советские экспериментальные трехоски конструктивно и эксплуатационно оказались выше импортных. Они могут быть пущены в серийное производство. Итоги пробега показывают, что наши заводы освоили сложную технику автомобилестроения».

Высокая оценка была дана сверхбаллонам, шинам из отечественного синтетического каучука, неудовлетворительная — некоторым изделиям смежных производств: карбюратору, ветровым стеклам и «барашкам» их крепления, счетчикам пройденного пути, амортизаторам, дверным ручкам, дерматину, диафрагмам бензонасосов у АМО-3, электропроводке.

Естественно, что сразу же были приняты меры по устранению выявленных недостатков. С этой целью партийный комитет Горьковского автозавода специально обсудил вопрос о качестве выпускаемых автомобилей. Здесь же были проведены межкраевой слет работников автозавода и смежных предприятий, «звездный пробег» с посещением заводов-поставщиков. В результате этих и других мер нарком тяжелой промышленности СССР Г. К. Орджоникидзе издал приказ, обязавший смежников улучшить качество выпускаемой ими продукции.

На Московском автозаводе были созданы специальное техническое совещание и заводская техническая конференция с участием директора завода И. А. Лихачева, на которых были изучены материалы Каракумского автопробега. Результаты исследований использовались при проектировании новой модели автомобиля — ЗИС-5.

Современники, оценивая автомобильный пробег Москва — Каракумы — Москва, отмечали высокий уровень молодой советской автопромышленности, большие возможности для налаживания массовой эксплуатации отечественных автомобилей, повсеместное внимание, интерес и заботу трудящихся о развитии отечественного автомобилестроения.

Важны были и побочные результаты пробега — ряд естественно-научных исследований, связанных с развитием экономки пустынных районов. Президент Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина академик Н. И. Вавилов, высоко оценив работу биологов — участников автопробега, сказал, что уточнение ими карты растительности и почв в Каракумской пустыне привело к выводу о значительно больших, чем ранее предполагалось, кормовых ресурсах в среднеазиатских районах страны.

Газета «Правда» сравнивала Каракумский автопробег с полетом стратостата «СССР», поднявшегося в стратосферу под командованием Г. А. Прокофьева в день финиша пробега, 30 сентября 1933 г., на высоту 19 тыс. м. В своей передовой статье «Два мировых рекорда» «Правда» писала: «В то время, когда москвичи и москвички следили за героическим полетом, со стороны Подольска к красной столице подошла и вступила в город автоколонна Москва — Каракумы — Москва. Героев пробега, которые на советских машинах прошли расстояние почти в 10 тысяч километров, успешно преодолели каракумские пески и установили мировой рекорд в этой области, также встречали восторженно... Автомобили проложили новые пути, изведали новые районы, шумом моторов извещали села, колхозы, республики, национальные районы, области о передовой индустриальной культуре, завоеванной в боях за овладение техникой... Молодыми жизненными соками наливается наша страна. Одну за другой решает она великие проблемы. Арктика, Беломорско-Балтийский канал, освоение новых нефтяных районов, полет в стратосферу, пробег Москва — Каракумы — Москва и другие, — все это одного разряда проблемы, которые решаются благодаря тому, что у власти пролетариат, благодаря тому, что его возглавляет и им руководит коммунистическая партия». («Правда», № 271, 1933).

Автомобили Всесоюзного пробега прошли 19 республик, краев и областей (по существовавшему в то время административно-территориальному делению СССР). В своем отчете в адрес ЦК ВКП(б), Совнаркома СССР, Московского комитета партии, газете «Правда» участники пробега писали: «Путь через пустыню Каракумы проложен. Советский стандартный автомобиль сдал блестяще технический экзамен на зрелость, выносливость, прочность».

Руководители партии и правительства направили участникам пробега, приветствие, в котором говорилось, что своей упорной и героической работой участники автопробега доказали высокие качества советских водителей, стандартных со-

ветских автомашин и покрышек, проложили новые пути советскому автомобилю.

На следующий день после завершения пробега группа его участников была принята в Совнарком СССР руководителями партии и правительства.

Президиум ЦИК СССР, отмечая упорную и героическую работу участников автопробега Москва — Каракумы — Москва, наградил орденом Ленина командора пробега А. М. Мирецкого — за исключительно умелую организацию и руководство; председателя технической комиссии автопробега Д. Н. Эхта, обеспечившего умелое руководство, хорошее техническое состояние машин и организовавшего правильный учет технических данных; секретаря парторганизации и водителя маши-

ны № 9 В. П. Беневоленского, лучшего ударника колонны, сумевшего личным примером сплотить вокруг партколлектива весь состав участников пробега, нацелить его на выполнение поставленных перед колонной задач.

Каракумский автопробег вошел яркой страницей в историю советского автомобилестроения и автотранспорта. После его завершения было подсчитано, что за 86 дней колонна автомобилей прошла 9400 км, из них 1200 — по полному бездорожью, 4580 — по непрофилированным колеиным дорогам, 1320 — по профилированным грунтовыми и лишь 2270 — по шоссе.

Н. Я. ЛИРМАН

АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ ЗА РУБЕЖОМ

УДК 621.822-03

ПОДШИПНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

3 А РУБЕЖОМ для изготовления вкладышей подшипников, втулок и т. д. для автомобильной техники используются самые разнообразные антифрикционные материалы: оловянистые и свинцовистые баббиты, свинцовистые бронзы, сплавы на алюминиевой основе, композиционные материалы на медной и алюминиевой основах. Однако наиболее типичными подшипниковыми сплавами являются баббиты. В частности, для заливки тонкостенных разъемных подшипников, втулок, упорных подкладок, наибольшее распространение получил баббит, содержащий 89% Sn, 7,5% Sb, 3,25% Cu и имеющий несущую способность, равную 17,6 МПа. Наиболее важные достоинства этого сплава — высокие прирабатываемость к валу, способность к поглощению частиц загрязнений во время работы двигателя, устойчивость к коррозии (в условиях загрязнения масла водой). Такой подшипниковый сплав применяют при температурах, не превышающих 403 К.

В последние годы появилось много перспективных разработок по баббитам на оловянистой основе с добавками кадмия, которые повышают усталостную прочность сплава. Легирование сплавов, содержащих кадмий, небольшими количествами никеля, кобальта и хрома также повышает их механические свойства. Например, английская фирма «Гласье метл. компани, Лтд» запатентовала баббит следующего состава: 0—15% Cd, от следов до 9% Cu, от следов до 13% Sb, 0—2% Mn, 0—2% Ni, 0,005—0,5% Cr, 0,005—0,5% Co, остальное Sn.

Баббиты на свинцовистой основе по противозадирным характеристикам не уступают баббитам на оловянистой основе, но превосходят их по усталостным характеристикам. К тому же они дешевле. Поэтому, например, в США для изготовления подшипников двигателей получили широкое распространение свинцовистые баббиты, содержащие 74% Pb, 10% Sn, 15% Sb, 0,5% As; 0,5% Cu. Присутствие мышьяка в этом сплаве предупреждает размягчение или потерю прочности во время длительной выдержки при повышенных температурах в подшипниках двигателей. Западногерманская фирма «Глико метл. верке» для изготовления многослойных подшипников скольжения в стальном кожухе разработала антифрикционный сплав на свинцово-оловянно-медной ос-

нове следующего состава: 10—20% Sn (лучше 14%), 6—10% Cu (лучше 8%), до 7% Sb и 2% Cd, остальное Pb. Для карбюраторных двигателей и дизелей толщина приработочного слоя сплава вышеуказанного состава составляет 0,012 и 0,05 мм соответственно.

Увеличение давления и окружных скоростей вращающихся элементов двигателей вызывает потребность в подшипниковых сплавах, которые имели бы более высокие усталостные характеристики, чем баббит. В связи с этим в последнее время проявляется тенденция сокращения использования баббитов и расширение сплавов на медной основе — свинцовистых бронз.

Так, фирма «Гоулд» разработала ряд марок литых свинцовистых бронз, в том числе бронзу «Глевайт 112», состоящую из 72% Cu, 25% Pb, 3% Sn, на стальной основе с приработочным слоем P-77 толщиной 15 мкм (2,5% Cu, 10% Sn, остальное Pb) и обеспечивающую самую высокую (более 80 МПа) среди фирменных сплавов несущую способность вкладышей подшипников скольжения. Сплав «Глевайт 25», состоящий из 72% Cu, 23% Pb, 3% Sn, 2% Zn; имеет наилучшие антизадирные характеристики. Бронза «Глевайт 10», состоящая из 80% Cu, 10% Pb и 10% Sn, характеризующаяся высокими усталостной прочностью, ударной вязкостью и антикоррозионными свойствами, используется в основном для изготовления узлов скольжения поршневой группы двигателей. Бронза «Глевайт 780», содержащая 75% Cu, 23% Pb и 2% Sn, с приработочным покрытием P-77 имеет высокую несущую способность (68 МПа).

Вкладыши из биметалла (сталь — спеченный сплав «Глевайт 500», состоящий из 48% Cu, 51% Pb и 1% Sn) имеют меньшую несущую способность (39 МПа), но очень высокую задиристость (за счет значительного содержания свинца).

Биметаллические полосы из стали и свинцовистой бронзы «Глико-40», в которую входит 22—26% Pb, 0,15—0,50% Sn, не более 0,35% Fe и 0,4% других примесей, широко применяются для изготовления вкладышей дизелей. Предельно допустимые нагрузки вкладышей из таких полос — 70 МПа.

К антифрикционным материалам с усталостной прочностью, не уступающей свинцовистым бронзам, но лучшей анти-

фрикционностью и технологичностью, относятся алюминивно-оловянистые сплавы, например, сплав AS 11 (6% Sn, 1% Cu, 1% Ni, остальное Al), разработанный в Великобритании. Прочность и задиристость сплава AS 11 обеспечивается присадками меди и никеля. Свойства биметаллической полосы «сталь—сплав AS 11»: предел прочности 120—130 МПа, предел текучести — 46—54 МПа, относительное удлинение 20—25%, твердость HV 40—48, несущая способность 32—40 МПа. Второй сплав этого типа AS 15. Он содержит 20% Sn, 1% Cu и по своим антифрикционным характеристикам превосходит сплав AS 11, поскольку в нем выше содержание мягкой оловянистой составляющей, выполняющей роль смазки при работе узлов скольжения. Свойства биметаллической полосы со сплавом AS 15: предел прочности 116—123 МПа, предел текучести 38,5—46 МПа, относительное удлинение 20—30%, твердость HV 32—42, усталостная прочность 28—33 МПа.

В последние годы ведутся исследования по разработке алюминиевых сплавов с 30% Sn и более. Так, японская фирма «Тайхо когэ к.к.» рекомендует для изготовления коренных подшипников колесного вала материал на алюминивно-оловянистой основе, содержащий 35% Sn, 0,1—1% Cr, 1—10% Si, Mn, Sb, Ti, Ni, Fe (по одному или в сумме), до 3% Cu, и (или) Mg, 9% Pb, Be и Zr (по одному или в сумме). Та же фирма запатентовала в США состав подшипникового сплава, в состав которого входит 10—30% Sn, до 1% Cr или Zr, 0,2—2% Cu, 0,1—0,5% Be. Добавки хрома или циркония повышают твердость и усталостные характеристики сплава, бериллия — твердость и технологические свойства. Например, при повышении температуры от комнатной до 470 К твердость этих сплавов снижается (в зависимости от состава) соответственно с 42 до 30 и с 35 до 18 единиц по Виккерсу, в то время как у существующих сплавов — с 43 до 18 и с 32 до 10. Примерно такая же картина наблюдается в отношении усталостной прочности и антизадирных характеристик. Поэтому сплавы с высоким содержанием олова (20% и более) применяются для изготовления подшипников легковых автомобилей.

Фирма «Гласье метл. компани, Лтд» разработала сплав AS 45 (40% Sn, 60% Al), который предназначен для из-

готовления подшипников, работающих в условиях высоких динамических нагрузок и тонком слое смазочной пленки на трущихся поверхностях (например, в подшипниках крестовин среднеоборотных двухтактных двигателей и компрессоров).

В алюминиево-оловянистых сплавах часть или все олово иногда замещают на свинец. Такая замена представляет интерес как с экономической, так и с технической точек зрения, поскольку стоимость свинца примерно в 15 раз ниже стоимости олова. Кроме того, при меньшей его добавке свинец обеспечивает лучшую, чем олово, способность сплава удерживать граничную пленку смазки. Однако введение свинца связано с большими технологическими трудностями, из-за большой разницы в плотностях свинца и алюминия и крайне малой растворимости свинца в жидком алюминии. Правда, методом отливки в гранулы удалось получить алюминиево-свинцовый сплав с содержанием свинца до 26% и равномерным его распределением в алюминиевой основе. При этом смесь алюминия со свинцом расплавляют под солевым флюсом и перегревают выше температуры ее разделения на два слоя (флюс предотвращает испарение свинца), после чего сифоном извлекают перегретый расплав на центробежную разливочную машину. Последняя выдает мелкие капли сплава на охлаждаемую поверхность (скорость охлаждения составляет 10^3 — 10^4 град/с). Образуются гранулы, которые затем подвергаются последующей прокатке в листы. Листы режутся на карточки, из которых формируют вкладыши подшипников скольжения.

Второй тип подшипниковых сплавов представляет собой систему Al—Pb—Cu, в состав которой входят 50—95% Al, остальное Pb и Cu, причем доля Pb составляет 0,1—2,5%. Изготавливаются эти сплавы следующим образом: в перегретый до 1270 К алюминий добавляют свинец и медь, а также 0,33—0,5% гидроксида эрбия, который благодаря выделяемому газу служит стимулятором перемешивания («гомогенизирующая» добавка), а также защищает расплав от окисления.

Как свидетельствует зарубежная практика, во многих случаях алюминиево-оловянистые сплавы целесообразно менять на алюминиево-медно-цинковые, причем наилучшими антифрикционными характеристиками обладает сплав, содержащий 18—20% Al, 4,5—5% Cu; примерно по 1% Mg и Si, остальное Zn. Этот

сплав освоен на предприятиях «Шкода-Пльзень» (ЧССР) и применяется для изготовления точных подшипников высокооборотных автомобильных двигателей. Еще одним примером может служить сплав AS 78, сравнительно недавно разработанный фирмой «Гласье метл. компани, Лтд» и предназначенный для подшипников форсированных двигателей. По своему составу (11% Si, 1% Cu, 1% Ni, остальное Al) он аналогичен хорошо известным алюминиевым сплавам, предназначенным для изготовления поршней двигателей, но отличается от них структурой, которая представляет собой тонкодисперсный кремний (размер его частиц в пределах 2,54—25,4 мкм) в алюминиевой основе, благодаря чему пластичность силумина оказывается примерно на порядок выше.

Технология получения биметаллических полос с высокопластичным силумином состоит в следующем. В печи готовят расплав нужного состава, который затем направляют на установку непрерывного литья, при этом, по-видимому, используются специальные приемы, обеспечивающие измельчение кремния в алюминиевой матрице. Полученная литая заготовка толщиной 19 мм поступает на прокатку, где ее толщина последовательно уменьшается до 17,3; 2,55 и 1,2 мм. Затем ее плакируют на стальную основу. После каждого обжатия силумин подвергается отжигу при температурах 750—770 К в течение 0,5—1 ч. Предел прочности сплава AS 78—194—210 МПа, предел текучести—85—100 МПа, относительное удлинение—15—20%, твердость HV 50—60. Усталостные характеристики рассматриваемого сплава на 20% выше характеристик алюминиевого сплава с 6% Sn и на 12%—сплава, содержащего 30% Pb и 70% Cu. По задиростойкости он не уступает известным алюминиево-оловянным сплавам. Сплав AS 78 рекомендуется для вкладышей подшипников скольжения автомобильных двигателей как с приработочным покрытием (10% Sn, 90% Pb), так и без него. Предельно допустимая нагрузка на подшипник составляет 50 МПа.

В США для наиболее нагруженных автомобильных подшипников также используют алюминиевый сплав с 1,5—4% Si и 0,5—1% Cd («Морен-400») и покрытием из свинца с 8% Sn. Этот сплав имеет следующие механические свойства (соответственно при 293 и 373 К): предел прочности 118 и 87 МПа, предел текучести 54 и 51 МПа, относительное удлинение (при 373 К)—31%, твердость (при 293 К)—HV 29.

Фирма «Хитати дэнсэн к. к.» (Япония) рекомендует для подшипников скольжения алюминиевый сплав, содержащий 2—6% Si, 0,05—0,6 Zr. Японские же фирмы «Сэва дэнко к. к.» и «Мицубиси киндзоку к. к.» разработали алюминиево-кремниевый сплав, состоящий из 10—35% Si, 0,2—0,4% Cu, 0,2—2% Mg, остальное Al. Порошок алюминия с кремнием (размер его частиц менее 147 мкм) получают путем распыления расплава, после чего при 620—790 К проводят предварительный его отжиг в инертной или восстановительной атмосфере (для обеспечения удовлетворительной прессуемости материала). Отожженный порошок смешивают с порошком меди, магния и прессуют с последующим спеканием в неокислительной атмосфере.

За рубежом интенсивно ведутся исследования по разработке самосмазывающихся композиционных материалов, которые могли бы заменить подшипниковые материалы классического типа. Так, опоры мостов и трубопроводов, работающие в условиях сухого трения (без подачи смазки), покрываются бронзой, пропитанной полимером—политетрафторэтиленом: слой порошка из оловянистой бронзы (11% Sn, 89% Cu) толщиной 0,25 мм насыпают на стальную подложку и спекают до получения пористой структуры. Структуру пропитывают полимером (с добавлением в него 20%—по объему—свинца), после чего вторично спекают при 600 К. Введение свинцового порошка в политетрафторэтилен, который имеет низкий (0,02—0,05) коэффициент трения, повышает износостойкость этого полимера, особенно при больших нагрузках и скоростях.

Пропитка оловянистой бронзы возможна также фторопластом со свинцом. Лента из такого композита спекается со стальной основой через слой меди. Композит обладает свойством «самозалечивания»—небольшое повреждение на рабочей поверхности вкладыша выравнивается в результате выдавливания фторопласта со свинцом из пористой бронзы. Допускаемое давление на подшипник из этого материала составляет 140 МПа, рабочий температурный интервал находится в пределах—470—550 К.

В самосмазывающихся узлах трения может быть использован спеченный материал и на основе железа, содержащий 2,5% В₂O₃, 1,5% Ni, 2% Cr, 3% Mo.

Л. В. НИКИФОРОВ

УДК 621.43.038.771

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ВОЗДУХОЧИСТИТЕЛИ С КФЭ

К ОСНОВНЫМ оценочным показателям работы автомобильных воздухоочистителей, как известно, относятся три—коэффициент пропуска пыли, сопротивление и продолжительность работы между очередными обслуживаниями. Обычно эти показатели определяются при стендовых безмоторных испытаниях. Зарубежные фирмы в таких случаях применяют «грубую» стандартную испытательную пыль по SAE, в нашей стране—более тонкую пыль, по ГОСТ 8002—74.

Например, частиц размером до 20 мкм в пыли по ГОСТ 8002—74 содержится 75%, а в «грубой» по SAE—только 38%, т. е. в два раза меньше. Тем не менее методика оценки фильтров за рубежом, требования, предъявляемые к их эффективности, представляют определенный интерес.

Так, по данным фирмы «Дональдсон», эффективность очистки воздуха от пыли современными воздухоочистителями при их испытаниях на «грубой» пыли должна составлять не менее 99,9%; продол-

жительность их надежной работы на магистральных грузовых автомобилях при запыленности воздуха 0,88 г/м³—не менее 1,5 ч, на магистральных и внедорожных грузовых автомобилях—не менее 7 ч. Так как продолжительность работы воздухоочистителя в значительной степени зависит от его предельно допустимого сопротивления, то ограничивается и оно: для карбюраторных двигателей не должно превышать 3,8 кПа, для дизелей с наддувом—5,0 кПа, без наддува—7,6 кПа. И все это при на-

Таблица 1

Воздухоочиститель, фирма, страна	Максимальный расход воздуха, м ³ /ч	Удельный расход воздуха, м ³ /ч·м ²	Удельный объем, л/100 м ³ /ч	Удельная масса, кг/100 м ³ /ч
Двухступенчатый (первая ступень — моноциклон «Циклопак», вторая — КФЭ), «Дональдсон», США	900	163	6,09	1,66
Двухступенчатый (первая ступень — батарея прямооточных циклонов, вторая — блок КФЭ), «Фарр», США	800	162	4,97	2,64
Двухступенчатый (первая ступень — моноциклон «Циклопак», вторая — КФЭ), «Мани», ФРГ	480	150	3,33	1,12
Трехступенчатый (первая ступень — моноциклон «Циклопак», вторая — основной КФЭ, третья — фильтрующий элемент «безопасности»), «Мани», ФРГ	480	150 (6857*)	3,33	1,17

* Воздушная нагрузка на фильтровальный войлок элемента «безопасности».

чалом аэродинамическом сопротивлении, не превышающем 1,5—2,5 кПа, и значительном расходе воздуха (например, на двигателях с турбонаддувом форсированных по частоте вращения колленчатого вала, номинальный расход воздуха достигает 2000—2500 м³/ч).

Перечисленным выше требованиям в наиболее полной мере отвечают воздухоочистители, где в качестве последней ступени очистки воздуха применяются картонные фильтрующие элементы (КФЭ). Такие воздухоочистители обладают достаточно высокой, превышающей 99,5% эффективностью очистки воздуха: независимо от режима работы двигателя они задерживают более 99% частиц размером более 2 мкм. Кроме того, фильтровальный картон может быть обработан специальными синтетическими смолами (полимеризация при температуре порядка 420—440 К), что повышает его механическую прочность и влагостойкость. В частности, после такой обработки механическая прочность картона становится достаточной не только для надежного улавливания пылевых частиц, но и для предотвращения возможности выноса ранее задержанной пыли.

Чтобы повысить пылеемкость фильтровального картона, его делают возможно более простым, а поверхность фильтра, обращенную к потоку воздуха, кроме того, рыхлой и шероховатой.

Оптимальная толщина фильтровальных картонов составляет 0,4—0,6 мкм. Уменьшать или увеличивать ее нецелесообразно: в первом случае не обеспечивается требуемая степень очистки воздуха, во втором — сокращается полезная поверхность фильтрации картонной шторы фильтрующего элемента и, следовательно, его пылеемкость.

О внимании, которое уделяется за рубежом воздухоочистителям с КФЭ, свидетельствует такой факт: ведущая фирма в области создания и производства воздухоочистителей («Дональдсон») в настоящее время выпускает только воздухоочистители с КФЭ. Причем производительность ее воздухоочистителей по расходу воздуха выросла за последние 15—20 лет в несколько раз, производительность в условиях небольшой запыленности воздуха — более чем в два раза; удельная пылеемкость — более чем в 10 раз. Фирма применяет устройства автоматического удаления отсепарированной пыли, что уменьшает пылевую нагрузку на фильтрующий элемент, размещает все большую фильтрующую поверхность в заданном объеме воздухоочистителя, использует фильтрующие ма-

териалы с большей удельной пылеемкостью.

Некоторые параметры и характеристики работы комбинированных воздухоочистителей с КФЭ фирм «Дональдсон», «Фарр» и «Мани» приведены в табл. 1. Они получены из зарубежных литературных источников, а также по результатам стеновых безмоторных испытаний по ГОСТ 8002—74 при запыленности воздуха на входе в воздухоочиститель, равной 1 г/м³.

Первая ступень очистки воздуха, фирма	Максимальный расход воздуха, м ³ /ч	Сопротивление при максимальном расходе воздуха Па	Коэффициент пропускания пыли, % при воздушной нагрузке (от максимальной)				
			0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Моноциклон «Циклопак», «Дональдсон»	900	370	66	60	54	52	55
Батарея прямооточных циклонов с отсосом отсепарированной пыли, «Фарр»	800	900	95	50	39	35	32
Моноциклон «Циклопак», «Мани»	480	430	80	48	36	31	28

Испытания, например, показали, что наиболее компактные воздухоочистители с КФЭ фирмы «Мани». Удельная воздушная нагрузка на фильтровальный картон у всех испытанных воздухоочистителей составляет 150—160 м³/ч·м², а на фильтровальный материал элемента «безопасности» — 6857 м³/ч·м², т. е. в 45 раз больше. Это объясняется тем, что пылевая нагрузка на элемент «безопасности» незначительна и его основным назначением является не повышение степени очистки воздуха от пыли, а предотвращение возможности попадания абразивных частиц пыли в полость впускного тракта при обслуживании или повреждении основного фильтрующего элемента.

В табл. 2 приведены результаты определения коэффициентов пропускания пыли и сопротивлений первых ступеней очистки тех же воздухоочистителей.

Из таблицы видно, что у всех воздухоочистителей коэффициент пропускания пыли при уменьшении расхода воздуха резко увеличивается. Видно также, что моноциклон «Циклопак» фирмы «Мани» по эффективности очистки воздуха не уступает батарею прямооточных циклонов «Фарр» и значительно превосходит моноциклон «Циклопак» фирмы «Дональдсон». Это объясняется тем, что диаметр корпуса воздухоочистителя «Мани» в 1,65 раза меньше, чем у воздухоочистителя «Дональдсон» (215 вместо 355 мм), и, следовательно, в большей мере используется инерционный эффект для удаления частиц пыли из потока воздуха. Аэродинамическое сопротивление моноциклонов «Циклопак» фирм «Мани» и «Дональдсон» практически одинаково и в два раза меньше, чем у батареи прямооточных циклонов «Фарр».

Что касается эффективности очистки воздуха от пыли, то, как показали исследования, она практически не зависит от расхода воздуха (табл. 3) и определяется в основном качеством фильтровального картона. Причем в отличие от инерционно-масляных воздухоочистителей наиболее неблагоприятным режимом работы для воздухоочистителей с КФЭ, с точки зрения очистки, является максимальный расход воздуха. Но в целом

Таблица 2

эффективность очистки воздуха от пыли у всех приведенных в таблице воздухоочистителей достаточно высокая (на кварцевой испытательной пыли с удельной поверхностью 5600+150 см²/г составляет не менее 99,5%). Однако наиболее высока она у двухступенчатых воздухоочистителей фирмы «Фарр» и трехступенчатых фирм «Мани». Коэффициент пропускания пыли двухступенчатых воздухоочистителей «Циклопак» фирм «Дональдсон» и «Мани» примерно одинаков: не превышает 0,5%, но он в 3—4 раза больше, чем у воздухоочистителей фирмы «Фарр» и трехступенчатого фирмы «Мани». Такие различия объясняются различным качеством фильтровального картона и наличием фильтрующего элемента «безопасности» у трехступенчатого воздухоочистителя.

Таблица 3

Тип воздухоочистителя, фирма	Максимальный расход воздуха, м ³ /ч	Сопротивление, кПа, при максимальном расходе воздуха	Коэффициент пропускания пыли, % при воздушной нагрузке (от максимальной)				
			0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Двухступенчатый «Циклопак», «Дональдсон»	900	2,80	0,22	—	—	0,3	0,32
Двухступенчатый, «Фарр»	800	2,56	0,02	0,05	0,09	0,12	0,12
Двухступенчатый «Циклопак», «Мани»	480	1,78	0,31	—	—	0,44	0,45
Трехступенчатый «Циклопак», «Мани»	480	2,40	0,11	—	—	0,12	0,12

Эксплуатационные качества воздухоочистителей определяются в основном удобством обслуживания и временем их работы до очередного обслуживания, т. е. до замены фильтрующих элементов на новые. Это время определялось на кварцевой пыли с удельной поверхностью $5600 \pm 150 \text{ см}^2/\text{г}$ при запыленности воздуха $1 \text{ г}/\text{м}^3$. Оказалось, что время работы двухступенчатых воздухоочистителей «Циклопак» фирм «Дональдсон» и «Мани» практически одинаково: предельное аэродинамическое сопротивление ($6,86 \text{ кПа}$) у них наступает соответственно через 8,6 и 8,7 ч, т. е. соответствует требованиям, предъявляемым фирмой «Дональдсон» к воздухоочистителям внедорожных автомобилей. Время работы двухступенчатого воздухоочистителя фирмы «Фарр» в аналогичных условиях составляет 10,9 ч, т. е. оно в 1,25 раза больше, что объясняется большими габаритными размерами второй ступени очистки этого воздухоочистителя. При определении времени работы средний коэффициент пропуска пыли для воздухо-

очистителя «Дональдсон» составил 0,22%, «Фарр» — 0,05%, «Мани» — 0,06%. Совершенство конструкций воздухоочистителей оценивается удельной пылеемкостью, т. е. количеством пыли, приходящейся на 1000 см^3 объема воздухоочистителя. Удельная пылеемкость двухступенчатого воздухоочистителя «Циклопак» фирмы «Дональдсон» составила 114, двухступенчатого воздухоочистителя «Фарр» — 193, двухступенчатого воздухоочистителя «Циклопак» фирмы «Мани» — 205 г/л.

Как видим, наиболее компактным из испытанных воздухоочистителей является двухступенчатый воздухоочиститель «Циклопак» фирмы «Мани».

Были проведены также исследования по определению дисперсного состава пыли, пропущенной испытанными воздухоочистителями. Для этой цели использовался каскадный импактор, который позволял разделить пропущенную пыль на шесть фракций в диапазонах $0-0,73$; $0,73-0,97$; $0,97-1,66$; $1,66-2,89$; $2,89-4,0$ и $4,0-4,35 \text{ мкм}$. Выявилось, что за

первый час работы воздухоочистителей наибольший размер пропущенных частиц равен 4 мкм , причем их содержание составляет около 2,5%. Частицы размером до 1 мкм содержалось 60%, а до 2 мкм — 93%, т. е. размеры пропущенных частиц пыли в основном не превышали 2 мкм . В дальнейшем, по мере образования на фильтрующей шторе слоя пыли размер пропущенных частиц уменьшался — он не превышал 1 мкм .

Таким образом, проведенные исследования зарубежных воздухоочистителей с КФЭ показали, что у большинства из них начальное аэродинамическое сопротивление достаточно большое (до $2,8 \text{ кПа}$); коэффициент пропуска пыли не превышает 0,5%; время работы до достижения предельного сопротивления $6,86 \text{ кПа}$ и запыленности воздуха $1 \text{ г}/\text{м}^3$ составляет от 8,5 до 11 ч; размеры пропущенных частиц пыли в основном не превышают 2 мкм .

И. Г. РУЗАЕВ

КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

РЕФЕРАТЫ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

УДК 629.113.042.2:625.517

Перспективные системы виброзащиты. Герасимов Н. В., Дербаремдикер А. Д., Калькис И. К., Мелехин Г. П., Певцов В. Б., Шатилов Ю. В.; Ред. ж. «Автомобильная промышленность». М., 1983. 11 с., ил. Библиогр. 5 назв. (Рукопись деп. в НИИНавтопроме 10 мая 1983 г., № 879 ап-Д83).

Приведены результаты сравнительного анализа эффективности конструктивных решений в двух системах поддрессирования с переменными параметрами упругих и гасящих устройств. Исследования выполнены применительно к поддрессированию сиденья водителя. Показаны преимущества одной из систем, реализация которой обеспечила минимизацию вредных сил трения и некоторую пространственную виброзащиту водителя.

УДК 629.113-598.001.57

Об адаптации антиблокировочных систем к боковому смещению колеса. Гецович Е. М., Ходырев С. Я., Фаворов Н. Ю.; Ред. ж. «Автомобильная промышленность». М., 1983, 8 с., ил. Библиогр. 7 назв. (Рукопись деп. в НИИНавтопроме 15 апреля 1983 г., № 868 ап-Д83).

Разработана математическая модель движения тормозящего колеса при переменном угле его поворота, учитывающая

взаимодействие колеса с дорогой и его движение в поперечном направлении с учетом известных зависимостей коэффициентов сцепления в продольном и поперечном направлениях от величины относительного продольного скольжения. Проведено сравнение наиболее широко используемых в антиблокировочных системах (АБС) релейных алгоритмов и алгоритмов дискретно-линейного и линейного непрерывного управления торможением.

УДК 629.113-529.2

Сравнительная оценка помехоустойчивости алгоритмов антиблокировочных систем. Гецович Е. М., Фаворов Н. Ю.; Ред. ж. «Автомобильная промышленность». М., 1983, 11 с., ил. Библиогр. 3 назв. (Рукопись деп. в НИИНавтопроме 15 апреля 1983 г., № 869 ап-Д83).

Путем математического моделирования процесса торможения одиночного колеса выполнено сравнение некоторых алгоритмов антиблокировочных систем по реакции на помехи, генерируемые объектом регулирования (пластичным колесом и тормозным механизмом). Помехи заданы при помощи генератора случайных чисел, а параметры помех определены обработкой статистических данных, полученных экспериментально. Разработанный алгоритм линейного непрерывного управления обладает существенно лучшей помехоустойчивостью по сравнению с релейными.

Художественный редактор С. С. Водич

Технический редактор Е. П. Смирнова

Корректор А. М. Усачева

Сдано в набор 06.07.83.
Усл. печ. л. 5,0.

Подписано в печать 01.09.83.
Усл. кр.-отг. 6,0. Уч.-изд. л. 7,95.

T-16765
Тираж 10876.

Формат $60 \times 90^{1/8}$.

Печать высокая.
Заказ 277.

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 издательств, полиграфии и книжной торговли 142110, г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

УСЛУГИ СБЕРЕГАТЕЛЬНЫХ КАСС

Сберегательные кассы предоставляют гражданам возможность надежно, выгодно и удобно хранить свои сбережения и совершать расчетно-кассовые операции.

Сберегательные кассы:

- принимают наличные деньги во вклады и выдают их по первому требованию вкладчиков. Получить вклад можно не только в сберегательной кассе, где Вы состоите вкладчиком, но и в центральной кассе данного города или района, а пополнить его в любой сберкассе страны;
- производят зачисления на счета по вкладам перечисляемых предприятиями и организациями сумм из причитающихся трудящимся дежежных доходов;
- производят по поручениям вкладчиков безналичные расчеты за квартиру, коммунальные и другие услуги как в разовом порядке, так и в течение продолжительного времени;
- переводят вклады из одних сберегательных касс в другие;
- выдают и оплачивают аккредитивы;
- продают и покупают облигации Государственного внутреннего выигрышного займа 1982 г.;
- выплачивают выигрыши по облигациям государственных займов и лотерейным билетам;
- выдают расчетные чеки для расчетов населения с магазинами за приобретаемые промышленные товары стоимостью 200 руб. и выше.

Сберегательные кассы к Вашим услугам!

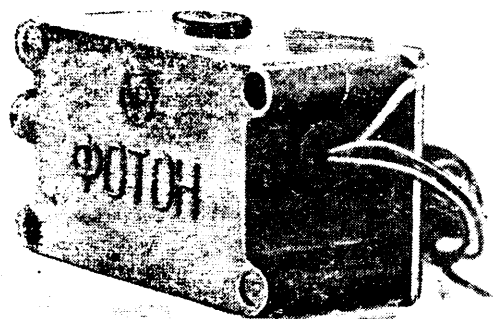
Правление Гострудсберкасс СССР

РАНЬШЕ ИЛИ ПОЗЖЕ

ВКЛЮЧИТЬ
ГАБАРИТНЫЕ ОГНИ
автомобиля?

Водителю «Жигулей»
не придется раздумывать
над этим вопросом.

АВТОМАТ
ГАБАРИТНЫХ ОГНЕЙ «ФОТОН»



ВКЛЮЧИТ ИХ И ВЫКЛЮЧИТ ВОВРЕМЯ.

Освещенность дорожного полотна,
при которой срабатывает «ФОТОН», — 1 люкс.

Цена — 16 руб. 60 коп.

ЦРКО «РАССВЕТ»

ЦЕНТРАЛЬНОЕ РЕКЛАМНОЕ АГЕНТСТВО «РЕКЛАМА»