

# *А*ВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

10

1977

Стране  
Советов

60 лет 

# Поздравляем работников автомобильной промышленности с 60-летием Советской власти!

## СОДЕРЖАНИЕ

Е. А. Устинов, В. А. Кузин — Автомобилестроители на защите завоеваний Великого Октября . . . . .	1
<b>КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЯ, ИСПЫТАНИЯ</b>	
Г. Н. Злотин, В. В. Староверов, В. А. Треплин — Применение метода математического планирования экспериментов при испытании систем зажигания . . . . .	3
Н. Т. Голубничий — Исследование изнашиваемости коленчатых валов дизелей ЯМЗ-240 и ЯМЗ-240Н . . . . .	5
И. Л. Варшавский, А. И. Мищенко, Г. Б. Талда — Детонационная стойкость водородно-воздушных смесей . . . . .	7
А. Н. Вержбицкий, Г. А. Крестовников — Оценка топливной экономичности снегоболотоходов . . . . .	8
А. Г. Сергеев — Комплексная оценка эффективности при оптимизации метрологических показателей диагностирования автомобилей . . . . .	10
Л. И. Коротков — Исследование сопротивления качению шин на роликовых стендах . . . . .	13
С. А. Шуклин, М. П. Чистов — О выборе веса прицепа полноприводного автомобиля, эксплуатируемого на деформируемых грунтах . . . . .	15
С. М. Круглов, В. Н. Антонов — Обеспечение эксплуатационной надежности легковых автомобилей . . . . .	17
А. М. Нагиев — О влиянии нагрева тормозных накладок на параметры торможения автомобилей . . . . .	19
А. М. Голомидов — Исследование характеристик увода шины в ведомом режиме . . . . .	20
А. Г. Выгонный, А. И. Титович, А. В. Ведерчик — К вопросу управляемости автопоезда большой грузоподъемности при прямолинейном движении . . . . .	21
Н. А. Горенков, М. А. Шевик, М. Д. Быховский, Л. И. Блейшмидт — Стенд с программным управлением для исследования червячных редукторов . . . . .	23
<b>ТЕХНОЛОГИЯ</b>	
В. И. Зильберберг, Б. Д. Ватлецов — Развитие мощностей производственного объединения «ГАЗ» в десятой пятилетке . . . . .	24
Ю. К. Белов, Е. П. Пономаренко, В. И. Фалкон, А. И. Бурдо, В. Д. Кальнер, В. А. Ковригин — Конструкционная сталь с защитным хромовым покрытием . . . . .	26
В. И. Елисеев, Л. И. Маркус, А. П. Бабичев — Шаржирование поверхностного слоя стальных штампованных сепараторов подшипников . . . . .	28
С. С. Евстратов, Т. Н. Ковбас, Б. А. Козлов — Изыскание оптимальных условий применения деформирующе-режущих прошивок при обработке поковок . . . . .	29
А. С. Романов — Выбор методов зачистки заусенцев на автомобильных деталях . . . . .	31
<b>ИНФОРМАЦИЯ</b>	
И. И. Селиванов — Новые грузовые автомобили ФРГ повышенной проходимости . . . . .	32
Е. А. Ашкин — Разработка унифицированных кузовов легковых автомобилей в условиях массового производства . . . . .	33
Н. Д. Мазалов, В. В. Алешин — Стандартизация основных параметров гидромеханических передач . . . . .	34
Я. В. Боровинский — Штампы новой конструкции . . . . .	35
А. В. Эрвайс — Измерительные головки для прецизионных измерений . . . . .	35
В. Е. Паутова — Изобретатели и рационализаторы — пятилетке эффективности и качества . . . . .	39
Б. А. Сахаров — Очистка ваграночных газов за рубежом . . . . .	42
М. А. Клементьев — Автомобилестроение Австралии и Новой Зеландии . . . . .	44
Новости в технологии машиностроения за рубежом . . . . .	45
<b>КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ</b>	
Ф. Н. Авдоськин, А. С. Денисов — Рецензия на книгу С. В. Венцеля «Смазка и долговечность двигателей внутреннего сгорания», Киев, «Техника», 1977 . . . . .	46

Главный редактор Е. А. БАШИНДЖАГЯН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. А. Ануфриев, К. М. Атоян, И. В. Балабин, В. М. Бусаров, А. В. Бутузов, А. М. Васильев, М. А. Григорьев, А. С. Евсеев, Ю. А. Еченстов, К. П. Иванов, Б. Г. Карнаухов, А. С. Кобзев, А. В. Костров, А. М. Кригер, В. А. Кузин, А. М. Кузнецов, Ю. А. Купеев, И. С. Лунев, Д. В. Лялин, Н. А. Матвеев, Д. Д. Мельман, А. А. Невелев, Ю. М. Немцов, И. В. Орлов, А. Н. Островцев, А. Д. Просвирнин, Г. А. Смирнов, А. И. Титков, Е. А. Устинов, А. И. Фалитнов, В. А. Фаустов, С. Б. Чистозвонов, М. М. Шурыгин,

Б. Е. Юсуфович, Н. Н. Яценко

Адрес редакции:

103012, Москва, К-12, пр. Сапунова, 13/15, 4-й этаж, комн. 424 и 427.

Тел. 228-48-62 и 298-89-18

Технический редактор Л. П. Гордеева

Корректор Л. Я. Шабашова

Сдано в набор 5/VIII 1977 г.

Подписано в печать 26/IX 1977 г.

Т-15317

Усл. печ. л. 9,0

Уч.-изд. л. 10,5

Формат 60×90/8

Тираж 14343 экз.

Заказ 2788

Издательство «Машиностроение», 107885, Москва, Б-78, 1-й Басманный пер., 3.  
Типография изд-ва «Московская правда», Потаповский пер., 3.

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

10  
ОКТАБРЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

1977

Год издания XLIII

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА  
АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 629.113.004

## Автомобилестроители на защите завоеваний Великого Октября

Е. А. УСТИНОВ, В. А. КУЗИН

Министерство автомобильной промышленности, НИИТавтопром

**С**ОВСЕМ немного времени отделяет нас от выдающегося события в жизни советского народа и всего прогрессивного человечества — 60-летия Великой Октябрьской социалистической революции, открывшей новую эпоху во всемирной истории, эру социализма и коммунизма.

Каждый новый юбилей Великого Октября — это новый шаг в огромной созидательной работе трудящихся нашей страны на пути к коммунизму. В своей повседневной творческой деятельности советский народ руководствуется заветами великого Ленина, решениями Коммунистической партии, развивающими и обогащающими бессмертное ленинское наследие новыми научными выводами, которые подкрепляются всей практикой социалистического строительства.

Выполняя решения партии и правительства, трудящиеся нашей страны приходят к славному юбилею Октября с новыми достижениями. Самоотверженным трудом встречают праздник и автомобилестроители, являющиеся одним из передовых отраслей рабочего класса.

Благодаря постоянному вниманию партии и правительства автомобильная промышленность нашей страны за более чем полувековую путь своего развития стала важнейшей отраслью социалистической индустрии. Сегодня мы располагаем мощной производственной и технической базой, высококвалифицированными кадрами, способными решать любые задачи в области автомобильной техники.

После победы Великого Октября перед народом встала задача не только быстрыми темпами восстановить разрушенную гражданской войной экономику страны, но и приступить к созданию новых отраслей промышленности, которых раньше не было в России.

Вследствие низкого уровня экономики, слабого развития производственно-технической и сырьевой базы и прежде всего металлургии Россия не имела собственного машиностроения. Различное оборудование и автомобили покупались за границей или собирались кустарным способом из импортных узлов и деталей. За период 1901—1914 гг. в Россию была завезена из-за границы 21 тыс. легковых и грузовых автомобилей и только 351 автомобиль был собран внутри страны.

Первая мировая война (1914—1918 гг.) поставила вопрос о развитии автомобильного транспорта как более мобильного по сравнению с другими средствами передвижения грузов и воинских частей в условиях военных действий. В связи с этим в августе 1915 г. царское правительство решило создать пять отечественных автозаводов: товарищества «Акса́й» в Нахичевани, товарищества «Кузнецов, Рябушинский и Ко» в Москве, акционерного общества на базе Русско-Балтийского завода в Филях, акционерного общества механических передвижений и производств В. А. Лебедева в Ярославле и компании «Русский Рено» в Рыбинске. Но ни один из них полностью не был

построен. Русско-Балтийский вагонный завод в Риге еще в 1909 г. выпустил первую модель автомобиля, но серийный выпуск не был налажен, а в 1915 г. завод был переведен по частям в Петроград и Москву и прекратил изготовление автомобилей. За шесть лет завод выпустил всего 452 легковых и 10 грузовых автомобилей.

За время войны Россия купила почти 30 тыс. автомобилей, и к 1918 г. в стране насчитывалось около 35 тыс. автомобилей, значительная часть которых требовала ремонта, а к концу войны их осталось всего 10 тыс. шт. В эти годы Россия выпустила только 4 тыс. автомобилей, из них 3,5 тыс. легковых.

Создание автомобилестроения в нашей стране стало возможным благодаря победе Великой Октябрьской социалистической революции.

Активное участие в революционном движении, подготовке революции, свержении царского самодержавия, установлении власти Советов и защите завоеваний Октября принимали рабочие автомобильных предприятий, а также ряда машиностроительных заводов, перешедших затем в автомобильную промышленность. Так, отряд Красной гвардии Рогожско-Симоновского района, где были расположены заводы АМО, «Динамо» и завод Гужона, состоявший из 300 человек, участвовал в дни октябрьских боев в Москве в разгроме юнкеров, засевших в центральных районах города, примыкавших к Красной площади. Одним из организаторов отряда Рогожско-Симоновского района был председатель завкома завода АМО Н. А. Гаврилин, избранный на эту должность еще до революции.

Осенью 1918 г., в тяжелое для молодой Советской республики время, в этом промышленном районе начал формироваться 38-й Московский Рогожско-Симоновский полк, в который вступило около 2 тыс. рабочих, направленных вскоре на Южный фронт. 12 сентября 1918 г. В. И. Ленин принял делегацию полка и беседовал с ней.

Коллектив завода АМО в годы гражданской войны принимал участие в выполнении военных заказов и ремонта автомобилей для нужд фронта. Когда в начале 1920 г. по поручению В. И. Ленина на Сормовском заводе начал создаваться первый советский танк, рабочие завода АМО изготовили для него четырехцилиндровый двигатель.

Огромное мобилизующее значение для рабочих завода имело выступление В. И. Ленина перед ними в марте 1921 г. Вождь мирового пролетариата выразил уверенность, что через 3—5 лет завод будет производить новые автомобили, что страна не будет зависеть от заграницы. Это выступление вызвало небывалый трудовой подъем у автозаводцев, которые в условиях хозяйственной разрухи в 1924 г. начали выпускать автомобили АМО-Ф15 собственного производства. Несмотря на отсутствие опыта, на нехватку оборудования и материалов, рабочие завода, преисполненные горячим желанием

достойно встретить седьмую годовщину Октября, выпустили первые 10 автомобилей отечественного производства, которые в торжественной обстановке прошли 7 ноября 1924 г. по Красной площади. Так был заложен фундамент советского серийного автомобилестроения, явившийся началом планового производства автомобилей на социалистическом предприятии.

Замечательные традиции коллектива завода АМО, на базе которого позднее был создан Московский автозавод им. И. А. Лихачева, живут и преумножаются, вдохновляя молодое поколение автостроителей на новые трудовые подвиги во имя нашей Родины.

Сегодня крупнейшее в стране производственное объединение «ЗИЛ» выпускает первоклассные автомобили, известные во всем мире.

Активным участником революционного движения в России был коллектив завода акционерного общества механических передвижений и производств В. А. Лебедева (ныне Ярославский моторный завод производственного объединения Автодизель). Он был создан в 1916 г. для производства легковых, грузовых и санитарных автомобилей. В мае 1917 г. на заводе одной из первых в городе была создана большевистская ячейка для сплочения и руководства боевыми выступлениями ярославских рабочих. В июле 1918 г. ярославцы принимали активное участие в подавлении белогвардейско-эсеровского мятежа, направленного на свержение Советской власти в городе, ремонтировали автомобили для фронта. Рабочие завода создали автоколонну, которая ушла на Западный фронт. Ярославские автозаводы-добровольцы воевали с Колчаком, Деникиным и белополяками.

Летом 1919 г. деникинская армия начала наступление на Москву. В этот трудный момент перед добровольцами, отправлявшимися на фронт через Москву, выступил В. И. Ленин, приветствовавший рабочих Ярославской и Владимирской губерний, которые еще раз откликнулись на зов партии и дали лучшие свои силы для защиты рабоче-крестьянской республики.

Узнав о великом почине железнодорожников депо Москва-Сортировочная — первом коммунистическом субботнике, партийная ячейка завода 7 декабря 1919 г. решила провести первый субботник на заводе, прошедший успешно, с большим энтузиазмом. Субботники стали проводиться каждую неделю, а 1 мая 1920 г. автозаводцы вышли на Всероссийский субботник.

В годы первых пятилеток благодаря вниманию партии и правительства завод непрерывно рос и развивался — появлялись новые корпуса и цехи, совершенствовалось производство продукции. Сейчас Ярославский моторный завод является крупнейшим в стране предприятием по производству дизелей для автотракторной техники.

Как уже отмечалось, часть машиностроительных предприятий только в советское время была переведена по решению правительства в систему автомобильной промышленности. Одно из первых мест среди них по праву принадлежит Мытищинскому машиностроительному заводу, основанному еще в 1897 г.

Завод имеет славное революционное прошлое. Кадровые рабочие-большевики завода в апреле 1917 г. возглавили Мытищинский Совет. Первыми красногвардейцами в Мытищах были также рабочие завода. В дни Великого Октября на заводе был создан Военно-революционный комитет (ВРК), в который входили заводские активисты. С помощью красногвардейцев в Мытищах была установлена Советская власть. Во время Октябрьских боев в Москве мытищинцы организовали помощь московскому пролетариату, боровшемуся против юнкеров, а группа рабочих завода участвовала в штурме Зимнего дворца в Петрограде.

Во время гражданской войны на заводе ремонтировали вагоны и орудия, а также изготовляли обозы для телефонной связи. Летом 1918 г. для борьбы с белогвардейцами на заводе был организован рабочий отряд, который был направлен на фронт.

Созданный в сентябре 1919 г. Комитет обороны Москвы придавал большое значение в борьбе с Деникиным автоброневым частям. Комиссаром этих бронечастей был кадровый мытищинский рабочий, член партии с 1912 г. В. М. Барычкин, который еще в октябре 1917 г. нес охрану Смольного. Ему поручили взять на учет все машины, годные для бронирования, а также обследовать завод АМО и Броневой завод для принятия всех необходимых мер к поднятию производительности этих заводов.

По окончании гражданской войны мытищинцы активно включились в работу по перестройке завода на социалистических началах. В период индустриализации страны была осуществлена реконструкция предприятия и освоен выпуск специальной продукции для московского метро, а после Великой

Отечественной войны — производство автомобилей-самосвалов семейства ЗИЛ-ММЗ и прицепов к ним.

Уже более 30 лет автомобили Мытищинского машиностроительного завода эксплуатируются на важнейших объектах нашей страны, а также во многих странах мира. Сегодня одно из старейших отечественных предприятий — Мытищинский машиностроительный завод — является крупнейшим в стране комбинированным производством, а его коллектив идет в первых рядах за выполнение заданий партии и правительства, за проведение в жизнь исторических решений XXV съезда КПСС.

Немалую долю в революционное движение внесли рабочие Мелитопольского моторного завода (основан в 1908 г.), который после национализации стал выпускать двигатели на нефтяном топливе. Рабочие завода участвовали в создании первого Мелитопольского Совета, в формировании отрядов Красной гвардии, в борьбе с белогвардейцами и контрреволюционными бандами и интервентами на Украине. В настоящее время на этом современном предприятии выпускаются двигатели для автомобилей «Запорожец» и «Волынь».

Славные революционные, боевые и трудовые традиции живут и преумножаются сегодня в коллективах таких старейших заводов, основанных задолго до революции, как «Красная Этна», Запорожский автозавод «Коммунар», Джанкойский машиностроительный завод, Балашовский завод автотракторных прицепов, ГПЗ-2 и др.

Ленинская партия большевиков придавала большое значение автомобильному транспорту как при подготовке и проведении Октябрьской революции, так и в дальнейшем. Экспроприированный у буржуазии в дни Великого Октября и оказавшийся в руках красных автомобилистов, перешедших на сторону восставшего пролетариата, автомобильный транспорт стал серьезным подспорьем в обеспечении успеха вооруженного восстания. Именно по этой причине на созданные в дни революции чрезвычайные органы диктатуры пролетариата — военно-революционные комитеты (ВРК), кроме претворения в жизнь мероприятий Советской власти, возлагались обязанности по руководству деятельностью автомобильного транспорта для наиболее полного удовлетворения потребностей восставшего народа в транспорте. Для этих целей в аппарате ВРК создавались специальные автомобильные отделы.

Петроградский ВРК находился в Смольном, там же был и автомобильный отдел. Только в октябре-декабре 1917 г. Петроградский ВРК издал около 370 распорядительных документов, регламентирующих деятельность автомобильного транспорта.

Автомобильный отдел ВРК был наделен широкими революционными правами и обязанностями. В его функции входило: реквизиция автомобилей у частных лиц и предпринимателей и организация учета автомобильного транспорта; доставка оружия, продовольствия, медикаментов и топлива в места их назначения; транспортирование вооруженных отрядов красногвардейцев; разгрузка железнодорожных составов, прибывавших на станции с продовольственными и военными грузами; обеспечение революционного порядка и оперативной связи с предприятиями и воинскими частями; доставка на заводы политической литературы и газет; организация ремонта автомобилей.

Одновременно при районных Советах создавались отделы передвижения, или транспортные. Так уже в первые дни Великого Октября зарождались органы управления автомобильным транспортом.

Автомобильный транспорт того времени представлял собой реквизированные у частных лиц и предприятий для нужд революции легковые и грузовые автомобили различных зарубежных фирм: Хорх, Гогенац, Делонэ Бельвилль, Мерседес, Пежо, Бразье, Гумбер, Паккард, Опель и др. Многообразие марок автомобилей затрудняло их ремонт и эксплуатацию, требовались квалифицированные механики и водители. Автомобилисты в условиях острой нехватки запасных частей и топлива предпринимали поистине героические усилия для того, чтобы содержать автомобильный транспорт в надлежащем состоянии и в постоянной готовности, поскольку революция выявила большие задачи, которые должны были решаться автомобильным транспортом.

Автомобильный транспорт Петрограда проводил большую работу по разгрузке железнодорожного узла от прибывавших продовольственных и военных грузов. Для этих целей, а также для перевозки медикаментов автомобили мобилизовывались специальной комиссией при ВРК с предприятий и организаций.

В период подготовки штурма Зимнего дворца автомобили использовались для доставки оружия и красногвардейцев на ключевые позиции, для связи с цепями революционных солдат и матросов, а также со Смольным.

Большое значение имел автомобильный транспорт и в вооруженном восстании в Москве, Московский ВРК не мог вернуть свою работу без средств передвижения по городу; транспорт нужен был для связи с районами, вокзалами, предприятиями, для быстрой переброски революционных отрядов, подвоза продовольствия и оружия, эвакуации раненых и т. п. В решении проблем связи с районами, предприятиями и воинскими подразделениями, в осуществлении патрулирования и охране порядка принимали участие также мотоциклисты и самокатчики.

Активно участвовали в революции автомобильные и автоброневые части фронтов и прифронтовых крупных городов. Это стало возможным благодаря тому, что в автомобильных подразделениях трудились мобилизованные войной революционно настроенные рабочие. Так, в Первой запасной автомобильной роте и в других запасных подразделениях Петроградского гарнизона находились рабочие бывшего Николаевского судостроительного завода; в Четвертой тыловой автомастерской (г. Луга) было занято до 2 тыс. солдат из рабочих Петрограда, Москвы, Харькова и других городов. Во Втором автопарке в Смоленске было занято около 1 тыс. рабочих, во Второй Гомельской автомастерской — до 1 тыс. солдат из рабочих. Высокой революционностью отличались солдаты автомастерских в Одессе и Пскове. Солдаты Второй запасной автомобильной роты, находившейся в Москве, участвовали в Московском вооруженном восстании и внесли достойный вклад в победу Октября.

На Смоленщине большой вклад в установление Советской власти внесли воинские части местного гарнизона, в частности Первая тыловая автомастерская. В боях с казаками 30—31 октября 1917 г. эта часть отстояла Совет, благодаря чему уже 1 ноября 1917 г. в Смоленске восторжествовала Советская власть. Таким образом, под руководством большевиков автомобильные подразделения активно участвовали в борьбе за установление диктатуры пролетариата.

Когда началась гражданская война, автомобильные части старой армии и тыловые автомастерские стали активно защищать завоевания революции, ремонтируя автомобильную технику для нужд Красной Армии. Так, за 1919 г. ярославские автозаводцы отремонтировали 130 автомобилей, Московский завод АМО — 66, Рыбинский завод «Русский Рено» — 124. Крупнейшими центрами ремонта автомобилей были: Москва (24 предприятия, 3876 рабочих), Петроград (13 предприятий, 3400 рабочих) и Ярославль (5 предприятий, 1015 рабочих),

причем половина ярославцев, занятых ремонтом автомобилей, работала на автозаводе. Ярославский автозавод сложился и начал действовать как авторемонтное предприятие, возникшее на базе эвакуированных в Ярославль в марте 1918 г. вместе с оборудованием Первой авторемонтной мастерской из Смоленска, Второй тыловой автомастерской из Гомеля и Петроградского склада автомобильных запасных частей. Получив пополнение, завод был национализирован и стал называться Ярославским государственным авторемонтным заводом.

По окончании гражданской войны многие квалифицированные солдаты-автомобилисты вернулись в народное хозяйство, на автомобильные и машиностроительные заводы. Отдавая богатый опыт и знания, они внесли своим самоотверженным трудом значительный вклад в становление и развитие автомобильного дела своего народного государства. Закаленные в огне революции и гражданской войны кадры автомобилестроителей и автомобилистов явились ядром рабочих и специалистов, заложивших прочный фундамент в создание автомобильной промышленности в нашей стране. Этим поистине легендарным труженикам, людям героического прошлого, стоявшим и у истоков советского автомобилестроения, отдают сегодня дань безграничного уважения и любви все работники автомобильной промышленности.

За годы Советской власти автомобильная отрасль нашей Родины неузнаваемо изменилась — почти все предприятия подверглись коренной реконструкции и техническому перевооружению, построено много новых заводов, созданы мощные промышленные и производственные объединения («ЗИЛ», «ГАЗ», БелавтоМАЗ, АвтоКрАЗ, АвтоВАЗ и др.), выпускающие первоклассную автомобильную технику, известную всему миру. Введена в строй первая очередь уникального Камского комплекса по производству автомобилей большой грузоподъемности, строятся новые подшипниковые заводы и заводы автомобильных прицепов.

Сейчас уже невозможно представить себе развитие народного хозяйства без автомобильного транспорта, который стал неотъемлемой частью общественного процесса производства. Автомобиль выполняет сегодня не только функции транспортного средства по перевозке грузов, а также людей к местам их работы и отдыха, но является также социальным фактором роста благосостояния трудящихся, их воспитания и культуры.

Великий праздник 60-летия Октября советские автомобилестроители встречают новыми трудовыми достижениями.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИСПЫТАНИЯ

### Применение метода математического планирования экспериментов при испытании систем зажигания

Д-р техн. наук Г. Н. ЗЛОТИН, В. В. СТАРОВЕРОВ,

канд. техн. наук В. А. ТРЕПЛИН

Волгоградский политехнический институт

**В** НАСТОЯЩЕЕ время метод математического планирования экспериментов получил широкое распространение при научных исследованиях [1]. Рассмотрим применение метода центрального композиционного ротatableного униформ-планирования второго порядка [2] при исследовании характеристик пробивных напряжений в системе зажигания в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов работы двигателя и угла опережения зажигания. С применением этого метода сокращается количество экспериментов со 125 до 20 по сравнению с однофакторным построением эксперимента. Число переменных факторов  $k$  принято равным трем: частота вращения коленчатого вала двигателя  $n$ , степень открытия дроссельной заслонки  $\varphi_{др}$  (в %); установочный (по октан-корректору) угол опережения зажигания  $\theta_0$ . Поверхность отклика в принятом случае описывается уравнением вида

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3, \quad (1)$$

где  $x_1, x_2, x_3$  — соответственно угол опережения зажигания, частота вращения вала, степень открытия дроссельной заслонки;

$b_0$  — свободный член, равный выходу при  $x_i = 0$ ;

$b_1, b_2, b_3$  — коэффициенты регрессии соответствующих факторов, указывающие на влияние того или иного фактора на изучаемый процесс;

$b_{11}, b_{22}, b_{33}$  — коэффициенты регрессии соответствующих факторов в квадрате, указывающие на влияние того или иного фактора в квадрате на изучаемый процесс;

$b_{12}, b_{13}, b_{23}$  — коэффициенты регрессии при произведении факторов, свидетельствующие о наличии двойного взаимодействия между ними.

Метод определения коэффициентов представлен в работах [2 и 3].

Условия проведения экспериментов определяются следующим образом. Выбирается интервал варьирования всех переменных факторов в натуральном масштабе так, чтобы охва-

УДК 629.113:621.43.001

тить всю исследуемую область. Например, для установочного (по октан-корректору) угла опережения зажигания  $\theta_0$  был принят интервал от 0 до  $10^\circ$ . Середина выбранного интервала принимается за основной уровень (нулевая точка). Границы интервала отвечают «звездным» точкам [2].

Переход от натуральных к кодированным переменным осуществляется по известному соотношению

$$x = \frac{X - X_0}{\Delta X}, \quad (2)$$

где  $x$ ,  $X$  — значения переменной в кодированном и натуральном масштабах;

$X_0$  — значение переменной в натуральном масштабе, соответствующее нулевому уровню;

$\Delta X$  — шаг варьирования.

Границы интервала варьирования в кодированном масштабе  $2\alpha$  ( $\alpha$  — длина «звездного» плеча в кодированном масштабе). Для рассматриваемого метода планирования при  $k=3$   $\alpha=1,682$ , а шаг варьирования в натуральном масштабе ( $\Delta X$ ) для принятого интервала изменения  $\theta_0$  составит  $\sim 3^\circ$ . Аналогично находится шаг варьирования частоты вращения вала двигателя и положения дроссельной заслонки (табл. 1).

Таблица 1

Факторы в натуральном масштабе	Значения факторов при следующих условиях проведения эксперимента					
	$-\alpha$	нижнем уровне	нулевой точке	верхнем уровне	$+\alpha$	шаг варьирования
$\theta_0$ в град. . .	0	2	5	8	10	3
$n$ в об/мин . .	1500	2000	2750	3500	4000	750
$\varphi_{др}$ в % . . .	20	36	60	84	100	24

Таким образом, в ходе опытов переменные варьируются на пяти уровнях. Составляется матрица планирования эксперимента. Чтобы уменьшить влияние внешних неконтролируемых факторов, последовательность проведения опытов устанавливается с помощью таблицы случайных чисел (рандомизация). После проведения экспериментов определяют коэффициенты в уравнении (1).

При оценке значимости коэффициентов сначала определяется дисперсия воспроизводимости  $S_y^2$  на основании экспериментов в нулевой точке:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} (y_{i0} - \bar{y}_0)^2}{n_0 - 1}, \quad (3)$$

где  $y_{i0}$  — значение выходного параметра, найденное в  $i$ -м опыте в нулевой точке;

$\bar{y}_0$  — среднее арифметическое значение выходного параметра в нулевой точке;

$n_0$  — число опытов в нулевой точке.

Далее определяется дисперсия коэффициентов уравнения (1)

$$S_{b_0}^2 = a_1 S_y^2; S_{b_i}^2 = a_3 S_y^2; S_{b_{ij}}^2 = a_4 S_y^2; S_{b_{ii}}^2 = a_7 S_y^2. \quad (4)$$

Коэффициенты  $a_i$ , можно рассчитать [2] или взять из соответствующих таблиц [4].

Коэффициент считается значимым, если соблюдается условие

$$b_i \geq S_{b_i} t_{p(f)}, \quad (5)$$

где  $t_{p(f)}$  — критерий Стьюдента.

Такого рода эксперименты были проведены трижды для разных систем зажигания (тиристорной, классической батарейной и контактно-транзисторной). Во всех случаях эксперименты проводились на двигателе семейства ВАЗ. По опытам в нулевых точках при двадцати повторных действиях получены следующие значения дисперсий воспроизводимости. Для тиристорной системы  $S_y^2 = 0,135 \text{ кВ}^2$ , классической  $S_y^2 = 0,289 \text{ кВ}^2$ , транзисторной  $S_y^2 = 0,102 \text{ кВ}^2$ . Значение критерия Стьюдента для 90%-ного уровня достоверности и пяти степеней свободы  $t_{0,9;5} = 2,02$  [5]. В табл. 2 приведены значения коэффициентов уравнений и их дисперсии, рассчитанные по уравнениям (4).

Как видно из табл. 2 и неравенства (5), незначимыми являются коэффициенты уравнений: для тиристорной системы зажигания  $b_{11}$  и  $b_{12}$ ; для классической  $b_3$ ,  $b_{11}$ ,  $b_{12}$ ,  $b_{13}$ ,  $b_{23}$ ; для

транзисторной  $b_{11}$ ,  $b_{12}$ . Наличие большого числа незначимых коэффициентов при исследовании классической батарейной системы зажигания обусловлено значительной дисперсией воспроизводимости, наблюдающейся в этом случае, что является следствием высокой цикловой нестабильности параметров искровых разрядов данной системы зажигания. После отбрасывания незначимых коэффициентов получены соответственно следующие модели:

$$U_{пр} = 10,53 - 0,6x_1 - 1,58x_2 + 0,204x_3 - 0,624x_2^2 - 0,744x_3^2 - 0,482x_1x_3 + 0,344x_2x_3; \quad (6)$$

$$U_{пр} = 10,25 - 0,83x_1 - 0,946x_2 - 0,413x_2^2 - 0,857x_3^2; \quad (7)$$

$$U_{пр} = 7,595 - 0,459x_1 - 0,812x_2 + 0,417x_3 - 0,192x_2^2 - 0,526x_3^2 - 0,235x_1x_3 + 0,281x_2x_3. \quad (8)$$

Таблица 2

$i$	Тиристорная система		Классическая система		Транзисторная система	
	$b_i$	$t_{p(f)} S_{b_i}^2$	$b_i$	$t_{p(f)} S_{b_i}^2$	$b_i$	$t_{p(f)} S_{b_i}^2$
0	10,53	0,303	10,25	0,443	7,595	0,264
1	-0,6	0,2	-0,83	0,294	-0,459	0,176
2	-1,58	0,2	-0,946	0,294	-0,812	0,176
3	0,204	0,2	0,26	0,294	0,417	0,176
11	0,001	0,196	-0,234	0,286	-0,055	0,171
22	-0,624	0,196	-0,413	0,286	-0,192	0,171
33	-0,744	0,196	-0,857	0,286	-0,526	0,171
12	-0,074	0,263	-0,196	0,384	-0,05	0,23
13	-0,482	0,263	-0,347	0,384	-0,235	0,23
23	0,344	0,263	0,183	0,384	-0,281	0,23

Адекватность оценивается по критерию Фишера [2]. Гипотеза об адекватности модели принимается, если удовлетворяется условие

$$F_{расч} \leq F_{f_1 f_2}^{табл}, \quad (9)$$

где  $F_{расч}$  — расчетное значение критерия Фишера;

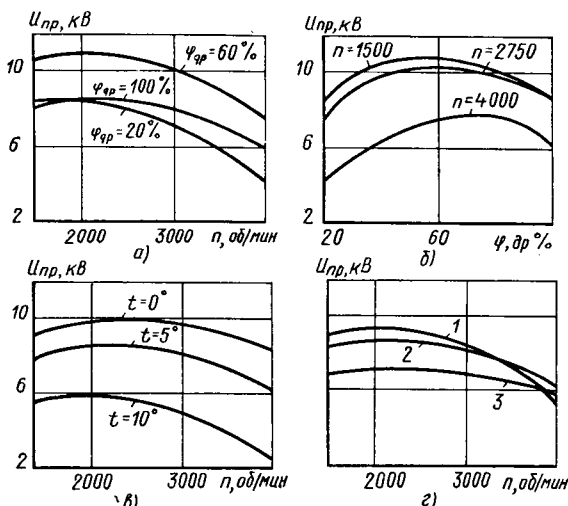
$F_{f_1 f_2}^{табл}$  — табличное значение критерия Фишера при

$f_1 = n_0 - 1$ ;  $f_2 = N - k' - (n_0 - 1)$ , где  $N$  — число опытов;

$k'$  — количество значимых коэффициентов в уравнении. Величина  $F_{расч}$  определяется по формуле

$$F_{расч} = \frac{S_{ay}^2}{S_y^2}, \quad (10)$$

где  $S_{ay}^2$  — дисперсия неадекватности.



Зависимость пробивного напряжения от  $n$ ,  $\varphi_{др}$ ,  $\theta_0$  и типа системы зажигания:

$a, б$  — классическая батарейная система зажигания,  $\theta_0 = 5^\circ$ ;  $в$  — классическая батарейная система зажигания;  $\varphi_{др} = 100\%$ ;  $г$  —  $\theta_0 = 5^\circ$ ,  $\varphi_{др} = 100\%$ ; 1—3 — соответственно тиристорная, классическая батарейная и контактно-транзисторная системы зажигания

Величина  $S_{ay}^2$  определяется по формуле

$$S_{ay}^2 = \frac{\left[ \sum_{k=1}^N (y_{U \text{ расч}} - y_{U \text{ эксп}})^2 - \sum_{i=1}^{n_0} (y_{0i} - \bar{y}_0)^2 \right]}{N - k' - (n_0 - 1)}, \quad (11)$$

где  $y_{U \text{ расч}}$  — значение выходного параметра, полученное расчетом по уравнению;  
 $y_{U \text{ эксп}}$  — значение выходного параметра, полученное экспериментально.

Например, для уравнения (6)  $f_1=5$ ,  $f_2=7$ ,  $N=20$ ,  $k'=8$ ,  $F_{5,7}^{\text{табл}} = 4 [3]$ ,  $F_{\text{расч}} = 2,74$ . Таким образом, условие (9) удовлетворяется, что говорит об адекватности модели. Все указанные расчеты проводились на ЭЦВМ «Одра 1204».

На рисунке приведены некоторые результаты расчетов по уравнениям (6)–(8), показывающие зависимость  $U_{\text{пр}}$  от  $n$ ,

фдр и  $\theta_0$ . Таким образом, на основании ограниченного числа экспериментов получается большой объем важной информации об изменении  $U_{\text{пр}}$  в широком диапазоне изменения указанных факторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Швец А. А., Петрич В. Д., Борисов В. М., Усень М. Ф. — «Автомобильная промышленность», 1976, № 4.
2. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., «Наука», 1965.
3. Адлер Ю. П. Введение в планирование экспериментов, «Металлургия», 1969.
4. Новик Ф. С. Математические методы планирования экспериментов в металлургии. М., 1970.
5. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М., Физматгиз, 1962.

УДК 629.113.621.44

# Исследование изнашиваемости коленчатых валов дизелей ЯМЗ-240 и ЯМЗ-240Н

Канд. техн. наук Н. Т. ГОЛУБИЧИЙ

Кабардино-Балкарский государственный университет

**ИЗУЧЕНИЕ** изнашиваемости коленчатых валов дизелей ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н в реальных условиях эксплуатации и установление причин, снижающих их долговечность, имеет большое практическое значение.

Для определения ресурса коленчатых валов указанных дизелей, поступивших в капитальный ремонт, были проведены математическая обработка и анализ материалов эксплуатационных испытаний в условиях горнорудных карьеров.

Исследованию подверглись 400 коленчатых валов. Из них 240 поступили в ремонт впервые, а 160 вторично.

Как показал анализ, преждевременный выход из строя коленчатых валов обусловлен наличием ожогов и цветов побежалости вследствие температурного отпуска, трещин на поверхности шатунных шеек, разрушением беговых дорожек, обломов и срывов резьбы под болт крепления ступицы маховика.

Основным выбраковочным дефектом коленчатых валов являются трещины с выходом на галтели и щеки, а также на рабочую поверхность шатунной шейки в зоне масляного отверстия. Коэффициент сменности валов при ремонте равен 0,2. Из 80 выбракованных коленчатых валов 24 не были еще в ремонте.

Образование микротрещин и последующее развитие их в зонах наибольшего нагружения происходит в результате: снижения твердости поверхностного слоя металла, вызванного неравномерностью и неполнотой закалки и удалением твердого поверхностного слоя во время ремонта; наличия дефектов структуры на поверхности шейки; воздействия агрессивных агентов, находящихся в смазочном материале, из-за переменных по величине и направлению газовых и инерционных сил, создаваемых деталями кривошипно-шатунного механизма; несоосности шеек, понижения жесткости вала и др.

Наиболее благоприятные условия для развития усталостных трещин появляются у коленчатых валов, подвергавшихся ремонту. В результате механической обработки значительно снижается твердость рабочей поверхности, существенно перераспределяются остаточные напряжения, понижается жесткость вала. Вместо имевшихся в поверхностном слое остаточных напряжений сжатия, при шлифовании могут образовываться напряжения растяжения, благоприятствующие развитию усталостных трещин. Кроме того, при ремонте обычно уменьшается поперечное сечение шеек коленчатого вала и, следовательно, понижается его жесткость, поэтому во время работы двигателя при той же нагрузке возрастают деформации и повышается напряженность отдельных участков вала, увеличивается влияние адсорбции и коррозии и интенсифицируется развитие усталостных трещин.

Наиболее уязвимые места коленчатого вала — галтели. Обычно усталостные разрушения валов начинаются от галтелей, поэтому задача их упрочнения — одна из основных в работах по увеличению усталостной прочности коленчатых валов.

В результате микрометрирования 400 коленчатых валов дизелей ЯМЗ-240 и ЯМЗ-240Н, поступивших в капитальный ремонт, изучено распределение износа шатунных шеек и беговых дорожек.

Величина износа шатунных шеек и беговых дорожек колен-

чатого вала определялась как разность между средним значением предельных диаметров шеек по чертежу завода-изготовителя для нового вала и минимальным диаметром, полученным при измерении шеек изношенного вала.

В результате расчета определены средние значения износов  $x_i$  по всем измеренным сечениям шеек и ресурс коленчатых валов до шлифования под первый ремонтный размер вкладышей; построены эмпирические и теоретические кривые распределения износа и кривые износа шеек валов в зависимости от ресурса.

Распределение износа шатунных шеек и беговых дорожек представлено на рис. 1, а и б. Расчеты показали, что для коленчатого вала дизеля ЯМЗ-240 средний износ шатунных шеек в плоскости кривошипа составляет 0,06 мм при среднеквадратичном отклонении  $\sigma=0,02$  и коэффициенте вариации  $v=0,38$ , а беговых дорожек 0,017 мм при  $\sigma=0,004$  и  $v=0,24$ .

В плоскости, перпендикулярной кривошипу, средний износ составляет 0,044 мм при  $\sigma=0,011$  и  $v=0,25$  для шатунных шеек.

Критериями оценки износов были приняты среднеарифметическое  $\bar{x}$ , среднеквадратическое  $\sigma$ , мода  $M_0$ . Формулы для расчета статистических характеристик распределений принимались в соответствии с таковой методикой статистической обработки.

Распределение среднего износа шеек в плоскости кривошипа подчиняется закону Вейбулла с параметрами  $m=2,9$  и  $L_0=0,01$ . Распределение износа беговых дорожек в обеих плоскостях и шатунных шеек в плоскости, перпендикулярной кривошипу, подчиняется нормальному закону. Совпадение эмпирических и теоретических кривых распределения оценивалось по критерию А. Н. Колмогорова  $P(\lambda)$ .

Расчетная величина вероятности соответствия экспериментальных кривых теоретическому закону равна для шатунных шеек 0,4–0,6, а для беговых дорожек 0,77–0,92.

Разница в средних износах шатунных шеек и беговых дорожек коленчатых валов двигателей ЯМЗ-240 и ЯМЗ-240Н находится в пределах их поля рассеяния. Износ шеек в плоскости кривошипа колеблется в пределах 0,02–0,12 мм. При этом износ 0,02–0,06 мм составляет 70%, а износ 0,07–0,12 мм равен 30%. В плоскости, перпендикулярной криво-

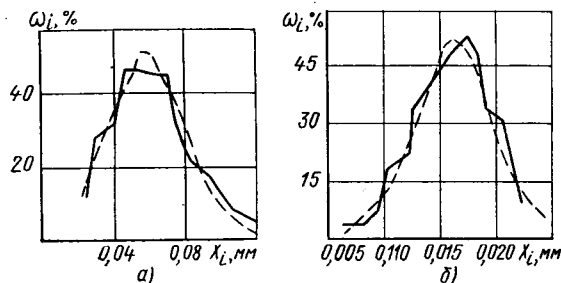


Рис. 1. Распределение износа  $x_i$  шатунных шеек (а) и беговых дорожек (б) коленчатых валов дизеля ЯМЗ-240 до шлифования под первый ремонтный размер ( $\omega$  — частота, сплошные линии — эмпирическое распределение, штриховые линии — теоретическое распределение)

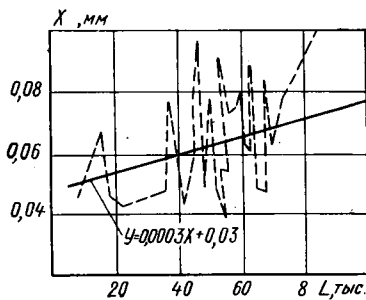


Рис. 2. Корреляционная связь между износом и техническим ресурсом  $X$  шатунных шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ-240

шпиу, износ шеек колеблется в пределах 0,02—0,08 мм. Износ 0,02—0,06 мм составляет 70%, а износ 0,07—0,12 мм — 30%. Номинальный и допустимый без ремонта размеры шатунных шеек

равны соответственно 85<sup>-0,015</sup> и 84,964, допустимый износ шеек без ремонта — 0,036 мм.

Таким образом, для большинства (84%) из исследованных валов требуется перешлифование на первый ремонтный размер.

Средняя величина износа беговых дорожек (рис. 1, б) равна 0,017 мм, а модальное значение составляет 0,018 мм. Номинальный и допустимый без ремонта размеры беговых дорожек соответственно равны 191,92 и 191,85 мм, а допустимый без ремонта износ составляет 0,07 мм. Следовательно, беговые дорожки не нуждаются в перешлифовании под ремонтные размеры.

Значительное повышение долговечности подшипникового узла коленчатых валов, в частности беговой дорожки коренных опор двигателей ЯМЗ-240 последних выпусков, достигнуто за счет применения подшипников с большей длиной роликов и увеличения в 1,5 раза ширины беговой дорожки. Это позволило увеличить контактную поверхность и заметно снизить удельные давления.

Изучение износов беговых дорожек коленчатых валов показывает, что внедрение этого конструктивного изменения увеличивает в 2,7 раза долговечность беговой дорожки.

Согласно техническим условиям [1] предельный износ для шатунных шеек равен 0,25 мм, а для беговых дорожек 0,5—1,0 мм.

Изнашивание шатунных шеек коленчатого вала двигателя ЯМЗ-240 происходит быстрее, чем беговых дорожек, в 3,5 раза. Это можно объяснить тем, что сопряжение шатунная шейка — подшипник работает в более тяжелых условиях, чем сопряжение коренная шейка — подшипник.

Данные микрометража позволили установить корреляционную связь между износом и техническим ресурсом  $X$  шатунных шеек коленчатого вала. Анализ свидетельствует о наличии положительной корреляции между исследуемыми величинами. Коэффициент корреляции составил 0,62. По материалам экспериментальных исследований построены эмпирическая (штриховая) и теоретическая (сплошная) линии регрессии (рис. 2). Теоретическая линия регрессии выражена уравнением

$$Y=0,0003X+0,03. \quad (1)$$

Между износом и техническим ресурсом беговых дорожек коленчатого вала также установлена корреляционная связь. Коэффициент корреляции  $r=0,81$ .

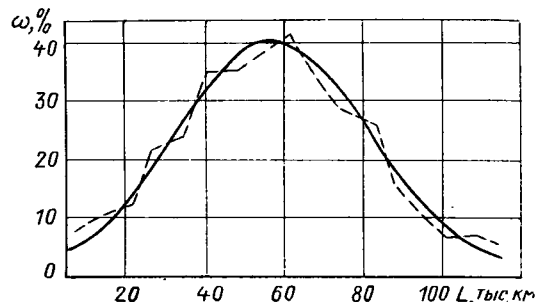


Рис. 3. Распределение технического ресурса коленчатого вала двигателя ЯМЗ-240 до шлифования под первый ремонтный размер

Теоретическая линия регрессии выражена уравнением

$$Y=0,0009X+0,01. \quad (2)$$

Характеристика распределения интенсивности изнашивания шатунных шеек и беговых дорожек коленчатых валов представлена в табл. 1 и 2.

Распределение интенсивности изнашивания шатунных шеек и беговых дорожек коленчатых валов аппроксимируется законом Вейбулла.

Интенсивность изнашивания шатунных шеек коленчатых валов колеблется в пределах 0,4—3,8 мкм/1000 км, а беговых дорожек 0,06—1,2 мкм/1000 км.

Из приведенных фактических данных следует, что разница в средних износах шеек коленчатого вала, а также в интенсивностях их изнашивания (табл. 1 и 2) для двигателей ЯМЗ-240 и ЯМЗ-240Н находится в пределах их рассеивания, т. е. практически изнашивание коленчатых валов обеих моделей двигателей одинаково.

Долговечность исследуемых коленчатых валов до шлифования под следующий ремонтный размер определяется износом шатунных шеек.

На рис. 3 приведены эмпирическая (сплошная линия) и теоретическая (штриховая линия) кривые распределения технического ресурса коленчатых валов до шлифования под первый ремонтный размер вкладышей в км пробега автомобиля.

Средняя долговечность валов до шлифования под первый ремонтный размер вкладышей равна 61,5 тыс. км при среднеквадратичном отклонении 21 тыс. км.

На основе экспериментальных исследований определены основные критерии надежности коленчатых валов ЯМЗ-240 для конкретных условий эксплуатации: вероятность безотказной работы  $P(L)$  и интенсивность отказов  $\lambda(L)$ .

Они получены путем расчета, методику которого приведем ниже.

Плотность распределения для закона Вейбулла имеет вид

$$f(L)=\frac{m}{L_0} L^{m-1} \exp \left( -\frac{L^m}{L_0^m} \right), \quad (3)$$

где  $m$  и  $L_0$  — параметры распределения Вейбулла;

$L$  — текущее значение ресурса в тыс. км.

Путем использования параметров  $m$  и  $L_0$ , определенных по статистическим данным, вычислим характеристики надежности

Таблица 1

Двигатель	$n$ в шт.	$\bar{x}$ в мкм/1000 км	$\sigma$ в мкм/1000 км	$\nu$	$M_0$ в мкм/1000 км	$Me$ в мкм/1000 км	$m$	$L_0$	$\varepsilon_{90}$	$P(\chi^2)$	$P(\lambda)$
В плоскости кривошипа											
ЯМЗ-240	228	1,34	0,7	0,53	0,94	1,0	2,0	2,25	0,05	0,09	—
ЯМЗ-240Н	72	1,4	0,8	0,55	0,92	1,1	1,9	2,24	0,08	0,28	—
В плоскости, перпендикулярной плоскости кривошипа											
ЯМЗ-240	228	0,92	0,4	0,48	0,6	0,8	2,2	1,09	0,05	—	0,7
ЯМЗ-240Н	72	1,0	0,51	0,47	0,68	0,86	2,3	1,14	0,08	—	0,23

Таблица 2

Двигатель	$n$ в шт.	$\bar{x}$ в мкм/1000 км	$\sigma$ в мкм/1000 км	$\nu$	$M_0$ в мкм/1000 км	$Me$ в мкм/1000 км	$m$	$L_0$	$\varepsilon_{90}$	$P(\lambda)$	$P(\chi^2)$
В плоскости кривошипа											
ЯМЗ-240	228	0,34	0,14	0,42	0,30	0,31	2,5	0,1	0,05	0,20	—
ЯМЗ-240Н	72	0,46	0,29	0,65	0,27	0,31	1,5	0,376	0,08	—	0,20
В плоскости, перпендикулярной плоскости кривошипа											
ЯМЗ-240	228	0,25	0,2	0,8	0,19	0,21	1,3	0,27	0,05	—	0,07
ЯМЗ-240Н	72	0,289	0,18	0,62	0,18	0,21	1,6	0,16	0,08	—	0,42



коленчатого вала — вероятности безотказной работы  $P(L)$  и средней наработки до первого отказа, или средней долговечности  $L_{\text{ср}}$ :

$$P(L) = \exp\left(-\frac{L^m}{L_0}\right); \quad (4)$$

$$L_{\text{ср}} = L^{1/m} \Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right). \quad (5)$$

Параметры распределения  $m$  и  $L$ , по экспериментальным данным, определены методом моментов и в нашем случае равны:  $m=2,9$ ,  $L=0,01$ .

Величина  $\Gamma\left(1 + \frac{1}{m}\right)$  является гамма-функцией Эйлера и определяется по таблицам [2].

Интенсивность отказов в общем виде может быть представлена уравнением

$$\lambda = \frac{f(L)}{P(L)}. \quad (6)$$

Интенсивность отказов для данного случая может быть определена по уравнению

$$\lambda = \frac{N_0(L_2) - N_0(L_1)}{(L_2 - L_1) N_n(L_1)},$$

где  $N_0(L_1)$  и  $N_0(L_2)$  — число ресурсных отказов деталей от начала наблюдения и соответственно до наработки  $L_1$  и  $L_2$ ;

$N_n(L_1)$  — число деталей, у которых не было зарегистрировано ресурсных отказов от начала наблюдений и до наработки  $L_1$ ;

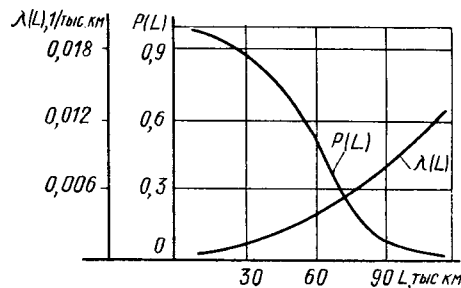


Рис. 4. График основных критериев надежности коленчатого вала двигателя ЯМЗ-240

$L$  — наработка деталей в заданном интервале от  $L_1$  до  $L_2$ .

По результатам расчетов построен график (рис. 4), из которого следует, что средний ресурс коленчатого вала равен 61,5 тыс. км. При этом за период с начала эксплуатации до достижения средней наработки 61,5 тыс. км, равной средней долговечности коленчатого вала, величина  $P(L)$  изменяется от 1,0 до 0,5, а интенсивность отказов  $\lambda(L) = 0 \div 0,04$  1/тыс. км.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РТМ-44—62. Методика статистической обработки эмпирических данных. М., Стандартгиз, 1966.
2. Шор Я. Б., Кузьмин Ф. И. Таблицы для анализа и контроля надежности. М., «Советское радио», 1968.

УДК 662.76:629.113

## Детонационная стойкость водородно-воздушных смесей

Д-р техн. наук И. Л. ВАРШАВСКИЙ,

канд. техн. наук А. И. МИЩЕНКО, Г. Б. ТАЛДА

Институт проблем машиностроения АН УССР

**А**НАЛИЗ работ [1—9], посвященных исследованию рабочего процесса поршневого двигателя на водороде, дает основание считать, что в оценке детонационной стойкости водородно-воздушных смесей нет единого мнения.

Проведены исследования, целью которых было установление допустимой величины степени сжатия для обеспечения бездетонационной работы двигателя при различных концентрациях водорода в воздухе. Исследования проводили на моторной установке ИТ-9/2 по исследовательскому методу. Результаты проведенной работы показывают, что склонность водородно-воздушной смеси к детонации существенным образом зависит от коэффициента избытка воздуха  $\alpha$ . Предельная величина степени сжатия снижается с уменьшением  $\alpha$  и при стехиометрическом составе не превышает 4,7, что соответствует октановому числу топлива О.Ч.-46 (рис. 1).

Характерным при детонационном сгорании водородно-воздушной смеси составов, близких к стехиометрическому, является отсутствие индуктивного периода сгорания и возникновение ударной волны сразу же после искрового разряда на свече зажигания. Исходя из частоты распространения волны давления в камере сгорания, проявляющейся в виде зубцов на линии давления индикаторной диаграммы, была подсчитана скорость распространения волны давления. При этом частота колебаний газа определялась в соответствии с метками времени, наносимыми на индикаторную диаграмму. Для состава смеси с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha=1,3$  она составляла при максимальном давлении цикла 3980 Гц.

Учитывая форму камеры сгорания и расположение индикатора давления (двигатель установки ИТ-9/2 имеет цилиндрическую камеру сгорания диаметром 85 мм) и считая, что за каждый период колебания волна давления проходит от места установки индикатора давления до противоположной стенки камеры и обратно, была подсчитана скорость распространения волны давления. Для состава смеси с коэффициентом избытка воздуха  $\alpha=1,3$  она составляет 680 м/с, что значительно ниже скорости ударной волны при детонации, которая, как известно, оценивается величиной 2—4 км/с. Таким образом, нет оснований считать, что процесс сгорания водородно-воздушной смеси сопровождается резким нарастанием давления в цилиндре двигателя и колебанием газа на линии сгорания и расширения, как процесс сгорания с детонацией. Такое

сгорание, очевидно, необходимо рассматривать как процесс, происходящий при очень высокой скорости распространения фронта пламени. Сгорание со скоростью фронта пламени более 100—200 м/с может вызвать возникновение волны давления, которая распространяется со скоростью звука в данной среде вследствие значительного перепада давления во фронте пламени и за ним. На основании обработки индикаторных диаграмм была приближенно оценена скорость сгорания водородно-воздушных смесей различных составов. При этом было сделано допущение, что процесс сгорания протекает лишь на участке видимого сгорания и заканчивается в точке максимального давления цикла по индикаторной диаграмме. Средняя скорость сгорания подсчитывалась с учетом формы камеры сгорания и места установки свечи зажигания. Как отмечалось, в проведенных исследованиях двигатель имел цилиндрическую камеру сгорания с боковым расположением свечи. При такой форме камеры сгорания можно полагать, что фронт пламени распространяется от места воспламенения, т. е. от свечи зажигания, по диаметру к противоположной стенке камеры сгорания.

Результаты подсчета, сделанные на большом количестве индикаторных диаграмм, приведены на рис. 1. На основании этого можно констатировать, что скорость сгорания водородно-воздушных смесей определяется коэффициентом избытка воздуха и резко возрастает для смеси состава, близкого

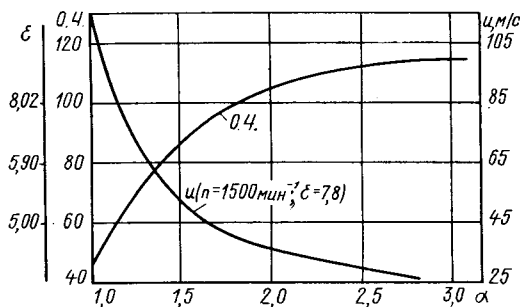


Рис. 1. Зависимость детонационной стойкости и средней скорости сгорания водородно-воздушной смеси от коэффициента избытка воздуха

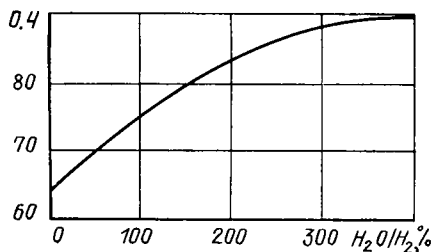


Рис. 2. Влияние добавок воды на детонационную стойкость водородно-воздушных смесей

к стехиометрическому, достигая 115 м/с при  $\alpha=1$ . Подобные скорости сгорания характерны для случая, когда заряд сгорает почти мгновенно, практически при постоянном объеме, что является причиной чрезмерного повышения жесткости работы двигателя и приводит в отдельных случаях к сгоранию со стуком. Следовательно, колебания газа на линии сгорания и расширения имеют акустическую природу, а резкое нарастание давления обусловлено очень высокими скоростями сгорания водородно-воздушной смеси состава, близкого к стехиометрическому.

Предельная величина степени сжатия, обеспечивающая нормальное протекание рабочего процесса, ограничена, что можно считать правомочным, не детонационной стойкостью водородно-воздушной смеси состава, близкого к стехиометрическому, а слишком высокой скоростью сгорания таких смесей. Это наглядно подтверждается результатами данного исследования, приведенного на рис. 1. Для обеспечения нормального протекания рабочего процесса двигателя, работающего на водороде, необходимо снижать скорость и сгорания водородно-воздушной смеси до пределов, обеспечивающих приемлемые скорости нарастания давления в цикле и исключающих появление высокочастотных колебаний газа при сгорании и расширении.

Для проверки этого положения были проведены опыты, чтобы установить, как влияет добавка воды к водородно-воздушной смеси на предельную величину степени сжатия.

В этих испытаниях, так же как и в предыдущих, применяли внешнее смесеобразование с подачей водорода во впускной тракт вблизи от впускного клапана. Добавку воды осуществляли с помощью специального карбюратора и дозировали изменением сечения жиклера. Результаты данного исследования (рис. 2) показывают, что только значительное количество воды, введенное в смесь, может оказать существенное влияние на повышение предельной степени сжатия, соответствующей бензину АИ-93. Необходимо в водородно-воздушную смесь с избытком воздуха  $\alpha=1,3$  ввести около 450% воды по массе к водороду. Таким образом, вода является слабым ингибитором. Для существенного снижения скорости сгорания водородно-воздушной смеси, обеспечивающей нормальное протекание процесса при степенях сжатия 8—10 ед., необходимо искать более эффективные добавки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рикардо Г. Р. Быстроходные двигатели внутреннего сгорания. М., Гострансиздат, 1932.
2. Варшавский И. Л. Гашение детонации обеднением смеси. — В сб.: Труды института двигателей АН СССР. М., 1962, вып. VI.
3. Хмыров В. И., Лавров Б. Е. Исследование рабочего процесса поршневого двигателя на водородно-воздушных смесях. В сб.: Труды института энергии АН Казахской ССР. Алма-Ата, 1958.
4. Исследование эффективности и состава отработавших газов двигателя с искровым зажиганием, работающего на водороде. — Экспресс-информация «Поршневые и газотурбинные двигатели». М., ВИНТИ, 1972.
5. Ocmichen M. V. — „Paper“, 1942, № 68.
6. Furuhamo hoichi, Gamane Kimitaka — „Bull. ISAE“, 1974, № 6.
7. Erren R. — „The cugineer“, 1937, № 167.
8. De Boer P.C.T., Me Lean W. T., Fagelson L. L., Homan H. S. An analitical and experimental study of the performance and emissions of a hydrogen fueled reciprocating engine. „9 th intersoc. Energy Convers. Eng. Conf. San Francisco, Calif, 1974. Proc.“ New York, 1974.
9. King R. O., Hayes S. V., Allan A. B., Anderson R. W. P., Wolker E. J. — „Frans. E. I. C.“, 1958, v. 2, № 4.

УДК 629.113.03:624.14

## Оценка топливной экономичности снегоболотоходов

А. Н. ВЕРЖБИЦКИЙ, канд. техн. наук Г. А. КРЕСТОВНИКОВ  
НАМИ

ТОПЛИВНУЮ экономичность снегоболотоходов, как и других транспортных средств, целесообразно оценивать тремя основными параметрами  $Q_0$ ,  $Q_T$ ,  $Q_P$ .

Расход топлива при перемещении снегоболотохода на 100 км или удельный расход топлива можно представить в виде

$$Q_0 = \frac{g_0 \sum n}{10 \gamma_T} \text{ л/100 км}, \quad (1)$$

где  $g_0$  — средний за данный пробег «оборотный» расход топлива в г/об;

$\sum n$  — суммарная частота вращения коленчатого вала двигателя на 1 км пути в об/км;

$\gamma_T$  — удельный вес топлива в кг/л.

Удельный расход топлива на 100 ткм транспортной работы, который наиболее полно характеризует экономическую эффективность снегоболотохода, равен

$$Q_T = \frac{Q_0}{G'_r} \text{ л/100 ткм}, \quad (2)$$

где  $G'_r$  — полезный груз (при испытании за полезный груз принимается балласт), перевозимый снегоболотоходом, в т.

Относительный расход топлива, характеризующий расход топлива на перемещение 1 т полного веса снегоболотохода на расстояние 100 км, можно определить из уравнения

$$Q_P = \frac{Q_0}{G_a} = \frac{g_0 \sum n}{10 \gamma_T G_a} \text{ л/100 ткм}, \quad (3)$$

где  $G_a$  — полный вес снегоболотохода в т.

Суммарная частота вращения коленчатого вала двигателя

на 1 км пути связана со средней скоростью снегоболотохода и средней частотой вращения вала двигателя соотношением

$$\sum n = \frac{60 n_N \xi_n}{v_c} = \frac{60 n_c}{v_c} \text{ об/км}, \quad (4)$$

где  $n_N$  — частота вращения вала двигателя (в об/мин) при максимальной мощности;

$n_c$  — средняя частота вращения вала двигателя в об/мин;

$v_c$  — средняя скорость движения в км/ч;

$\xi_n = \frac{n_c}{n_N}$  — коэффициент использования частоты вращения вала двигателя при максимальной мощности.

На основании известных соотношений [1] можно получить

$$v_c = \frac{\xi_N N_y}{f_n} 0,27 \text{ км/ч}, \quad (5)$$

где  $N_y = \frac{N_{e \max}}{G_a}$  — удельная мощность снегоболотохода

в л.с./т;

$f_n$  — приведенный к двигателю коэффициент сопротивления движению;

$\xi_N = \frac{N_e}{N_{e \max}}$  — коэффициент использования максимальной

мощности.

Поскольку

$$\frac{N_{e \max} \xi_N}{n_N \xi_n} = \frac{N_e}{n_c} = \frac{M_{к.с}}{716,2} = \frac{M_{к \max} \xi_m}{716,2},$$

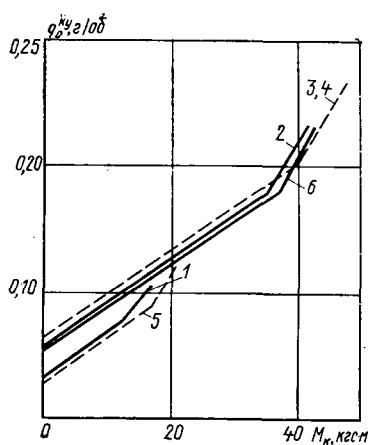


Рис. 1. Обратные экономические характеристики двигателей снегоболотоходов (кривые 1-6 соответствуют номерам моделей)

где  $M_{k \max}$  — максимальный крутящий момент двигателя в кгс·м;  
 $M_{k.c}$  — крутящий момент при средней частоте вращения вала двигателя;  
 $\xi_m = \frac{M_{k.c}}{M_{k \max}}$  — коэффициент нагрузки.

Величину  $Q_0$  с учетом использования выражений (4) и (5) можно преобразовать:

$$Q_0 = \frac{15960 f_n g_0 G_a}{\gamma_t M_{k.c}} \text{ л/100 км.} \quad (6)$$

Использование аналитического выражения экономической характеристики [1] поршневых двигателей внутреннего сгорания позволяет оценивать топливную экономичность снегоболотоходов с помощью аппаратуры и методики, используемой для исследований режимов работы снегоболотоходов при пробеговых испытаниях [2].

Аналитическое выражение экономической характеристики имеет вид

$$g_0 = \rho_d (g_0 x + v M_k) \text{ г/об,} \quad (7)$$

где  $g_0 x$  — оборотный расход топлива на холостом ходу в г/об;  
 $v$  — коэффициент повышения оборотного расхода топлива в г/(об·кгс·м);  
 $\rho_d$  — безразмерный поправочный коэффициент, выражающий отношение действительного оборотного расхода топлива на заданном режиме к его осредненной величине по линейной экономической характеристике.

Если уравнение (6) упростить, заменив оборотный расход топлива, отнесенный к развиваемому двигателем крутящему моменту, относительным оборотным расходом топлива

$$k_d = \frac{g_0}{M_{k.c}} = \left( \frac{g_{0x}}{M_{k \max} \xi_m} + v \right) \rho_d \text{ г/(об · кгс · м),} \quad (8)$$

а величину  $\gamma_t$  принять постоянной и равной 0,736 кг/л, то можно основные уравнения топливной экономичности снегоболотоходов представить в виде, удобном для их анализа:

$$Q_0 = k_d \cdot 21,66 \cdot 10^3 f_n G_a \text{ л/100 км;} \quad (9)$$

$$Q_p = k_d \cdot 21,66 f_n \cdot 10^3 \text{ л/100 ткм;} \quad (10)$$

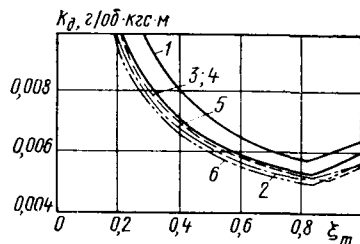


Рис. 2. Зависимость значений относительного оборотного расхода топлива от величины коэффициента нагрузки двигателей снегоболотоходов моделей № 1-6

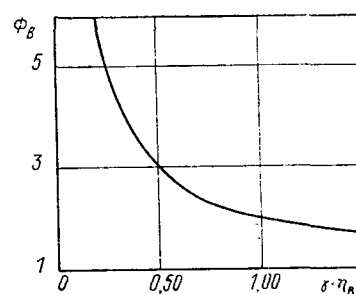


Рис. 3. График вспомогательной функции энергетических затрат на перевозку груза

$$Q_T = k_d \cdot 21,66 \cdot 10^3 f_n G_a \frac{1}{G_r} \text{ л/100 ткм.} \quad (11)$$

Уравнения показывают, что  $Q_0$ ,  $Q_T$  и  $Q_p$  прямо пропорциональны приведенному к двигателю коэффициенту сопротивления движению и относительному оборотному расходу топлива. Величина относительного оборотного расхода топлива зависит для конкретного двигателя от режима его работы, оцениваемого  $\xi_m$ . В табл. 1 приведены некоторые параметры снегоболотоходов моделей № 1-6 и их двигателей, необходимые для расчетов, а на рис. 1-2 — графические зависимости  $g_0 = f(M_k)$  и  $k_d = f(\xi_m)$  для двигателей снегоболотоходов.

При эксплуатации автомобилей номинальная грузоподъемность их используется не полностью, поэтому для оценки эксплуатационных показателей применяют коэффициент использования грузоподъемности

$$\gamma = \frac{A_\phi}{A_n}, \quad (12)$$

где  $A_\phi$  — фактическая транспортная работа в ткм;  
 $A_n$  — транспортная работа, которую можно выполнить при полном использовании грузоподъемности, в ткм.

Очевидно, что экономическая эффективность снегоболотоходов будет тем выше, чем больше величина коэффициента использования веса

$$\eta_B = \frac{G_r}{G_0}, \quad (13)$$

где  $\eta_B$  — коэффициент использования веса;  
 $G_r$  — номинальная грузоподъемность снегоболотохода в т;  
 $G_0$  — вес снегоболотохода в снаряженном состоянии в т.  
 Учитывая, что  $G_a = G_0 + G_r \gamma$ , а также используя уравнения (3) и (4), удельный расход топлива можно выразить формулой

$$Q_T = Q_p \frac{1 + \gamma \eta_B}{\gamma \eta_B} = Q_p \Phi_B \text{ л/100 ткм,} \quad (14)$$

где  $\Phi_B$  — вспомогательная функция энергетических затрат.

Графическая зависимость вспомогательной функции от произведения  $\gamma \eta_B$ , являющегося величиной эксплуатационного коэффициента использования веса, приведена на рис. 3.

Вероятностная оценка режимов работы снегоболотоходов, приведенная в работе [2], позволяет определить параметры топливной экономичности в зависимости от удельной мощности снегоболотоходов, поскольку математические ожидания

Таблица 1

Параметры снегоболотоходов	Снегоболотоходы моделей					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Снаряженный вес в кг	3200	4450	11400	12000	2900	12540
Грузоподъемность в кг	1000	2200	7500	7500	3000	7025
Коэффициент использования грузоподъемности за время испытаний	0,704	0,749	0,72	0,851	1,0	0,697
Максимальная эффективная мощность двигателя в л. с.	70	150	175	175	90	186
Коэффициент приспособляемости двигателя	1,22	1,24	1,14	1,14	1,2	1,19
Среднее значение величины относительного оборотного расхода топлива в г/(кгс · об)	0,00600	0,00532	0,00520	0,00520	0,00535	0,00510
Математическое ожидание величин:						
$Q_0$ в л/100 км	72,54	100,65	277,21	303,90	97,90	274,92
$Q_T$ в л/100 ткм	18,6	16,5	16,5	16,5	16,6	15,8
$Q_p$ в л/100 ткм	104,0	61,5	51,4	47,2	33,2	56,2

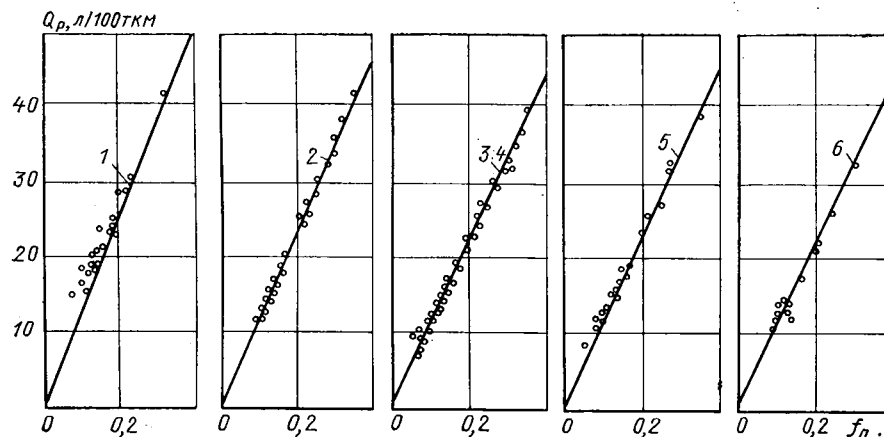


Рис. 4. Сопоставление расчетных зависимостей моделей № 1–6 относительного расхода топлива с экспериментальными значениями

величин коэффициентов  $\xi_m$  и  $\xi_N$  можно задать линейными функциями:

$$\bar{\xi}_m = 0,8 - 0,00434 \frac{N_{e \max}}{G_a}; \quad (15)$$

$$\bar{\xi}_N = 0,88 - 0,0117 \frac{N_{e \max}}{G_a}, \quad (16)$$

где  $\bar{\xi}_m$  и  $\bar{\xi}_N$  — математические ожидания величин коэффициентов  $\xi_m$  и  $\xi_N$ .

На рис. 4 приведены линейные зависимости  $Q_p = f(f_n)$ , полученные на основании использования данных табл. 1 и уравнений (15), (13), (12), (8) и (10).

Анализ графиков  $k_d = f(\xi_m)$  (рис. 2) показывает, что в диапазоне наиболее вероятных значений величины  $\xi_m = 0,65 \div 0,9$  значения относительного оборотного расхода топлива незначительно изменяются. Этим объясняется близкая сходимость экспериментальных значений  $Q_p$  (рис. 4) с расчетной зависимостью (10). Параметры удельного расхода топлива и удельного расхода топлива на 100 ткм транспортной работы являются величинами, зависящими от весового состояния машины. Их можно определить из уравнений (2) и (3).

В табл. 2 содержатся экспериментальные значения величины приведенного к двигателю коэффициента сопротивления движению снегоболотоходов в различных условиях движения и характерные для этих условий средние технические скорости движения. Пользуясь данными табл. 1 и 2, графиками рис. 2 и уравнениями (15), (16), (5), (9), (10) и (11), можно определять наиболее характерные значения расходов топлива и скорости движения в различных условиях эксплуатации.

На основании проведенных исследований [2] математическое ожидание величины приведенного к двигателю коэффициента сопротивления движению равно 0,1438. Эта величина характеризует средний эксплуатационный режим работы снегоболотоходов. Математические ожидания расходов топлива  $Q_p$ ,  $Q_0$  и  $Q_s$ , подсчитанные по уравнениям (9)–(11), для снегоболотоходов приведены в табл. 1.

Когда полноприводные автомобили находятся на пределе проходимости, относительный расход топлива  $Q_p$  у снегобо-

тоходов ниже, чем у этих автомобилей (при одинаковом типе двигателя), и составляет 15–20 л/100 ткм. В тех случаях, когда автомобили высокой проходимости не могут двигаться (торфяные болота, оттаявшая на глубину более 0,5 м тундра, рыхлый снег глубиной более 0,6–0,8 м и т. п.), относительный расход топлива снегоболотоходов с карбюраторными двигателями составляет 20–45 л/100 ткм для всех типов этих машин (табл. 1 и рис. 4), а для снегоболотохода полным весом 20 т — 400–900 л/100 км. При этом топливную экономичность снегоболотоходов, обусловленную энергозатратами на передвижение, нельзя сравнить с топливной экономичностью автомобилей высокой проходимости.

Таким образом, экспериментально подтверждена возможность использования полученных аналитических зависимостей для определения показателей топливной экономичности снегоболотоходов в различных

Таблица 2

Условия движения	$f_n$	$v_c$ в км/ч
Асфальтобетонные шоссейные дороги (ровные, укатанные грунтовые сухие и влажные, песчаные и снежные дороги) . . . . .	0,06–0,15	(0,6÷0,8) $v_{\max}$
Грунтовые сухие, влажные и снежные дороги ухабистые . . . . .	0,12–1,19	16–25
Разбитые грязные грунтовые дороги летом . . . . .	0,14–0,22	12–22
Грунтовые суглинистые дороги в периоды весенне-осенней распутицы (лесные грязные разбитые дороги, переувлажненная луговина) . . . . .	0,18–0,32	6–24
Тундра летняя оттаявшая. Глубина оттаивания 0,5–1,0 м . . . . .	0,15–0,28	8–20
Торфяник влажный, болота сплошные и сопредельные . . . . .	0,20–0,48	4–16
Снег свежеевпавший глубиной до 0,2 м на ровной плотной поверхности (плотность снега до 0,20 г/см³) . . . . .	0,14–0,22	14–20
Снежная целина средней плотности (0,2–0,4 г/см³) при глубине снега в м: . . . . .		
0,2–0,4 . . . . .	0,2–0,3	10–18
0,4–0,6 . . . . .	0,23–0,35	8–46
0,6–0,8 . . . . .	0,28–0,42	6–14
свыше 0,8 . . . . .	0,32–0,5	4–12
Снежная целина весной (снег зернистый, плотность более 0,25 г/см³) при глубине осевшего снега в м: . . . . .		
0,2–0,4 . . . . .	0,15–0,25	10–20
0,4–0,6 . . . . .	0,20–0,40	6–14
свыше 0,6 . . . . .	0,32–0,5	4–12

условиях движения. Экспериментальные данные вероятностных режимов движения позволяют определить математические ожидания параметров топливной экономичности снегоболотоходов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крестовников Г. А. — «Автомобильная промышленность», 1961, № 10.
2. Вержбицкий А. Н., Крестовников Г. А., Суворов А. Ю. Некоторые результаты исследования режимов работы снегоболотоходных машин с ленточными гусеницами. — Экспресс-информация «Конструкции автомобилей». М., НИИНавтопром, 1977, № 5.

УДК 629.113:621.434.013

# Комплексная оценка эффективности при оптимизации метрологических показателей диагностирования автомобилей

Канд. техн. наук А. Г. СЕРГЕЕВ

Владимирский политехнический институт

**ТРЕБОВАНИЯ** к точности и достоверности диагностических операций должны быть обоснованы с учетом технического состояния автомобиля на момент диагностирования [1]. Для этого необходимо иметь методику комплексной оценки эффективности, оптимизирующую метрологические показатели диагностирования, включая характеристики надежности автомобиля.

Пусть на заданном пробеге автомобиль (узел, агрегат или элемент) имеет вероятность безотказной работы  $P$ . При диаг-

ностировании возникают ошибки первого и второго рода с вероятностями  $P_I$  и  $P_{II}$  [2], которые приводят к стоимостным потерям  $\Pi_I$  и  $\Pi_{II}$  [3]. В общем виде эти потери суммируются по всем диагностируемым  $R$  агрегатам (узлам, системам) автомобиля и всем  $N$  автомобилям автопредприятия за нормируемый период (например, один год)

$$\Pi_I = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^R \sum_{k=1}^M \Pi_{Ijk}^{\text{уд}} P_I; \quad \Pi_{II} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^R \sum_{k=1}^M \Pi_{IIjk}^{\text{уд}} P_{II},$$

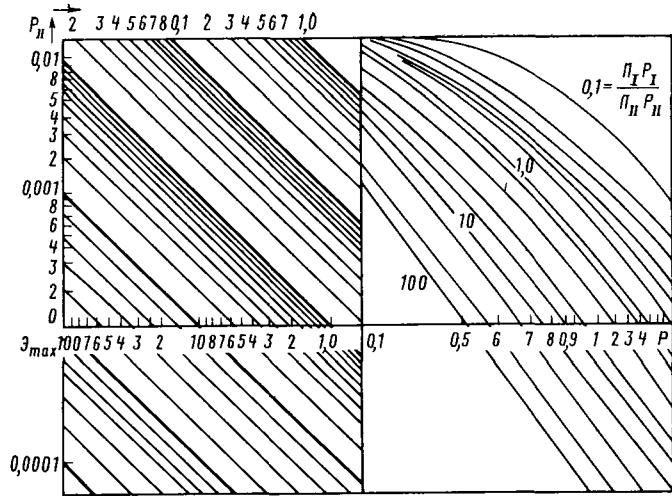


Рис. 1. Номограмма для определения  $\mathcal{E}_{\max}$

где  $P_1^{\text{уд}}$  и  $P_{11}^{\text{уд}}$  — удельные стоимостные потери от указанных ошибок;  
 $M$  — количество диагностических воздействий за нормируемый период.

Тогда общие потери от неверного заключения о техническом состоянии автомобиля как полная группа событий составят

$$P_{\Sigma} = \sum_{I=1}^N \sum_{I=1}^R \sum_{I=1}^M [P_1^{\text{уд}} P_I P + P_{11}^{\text{уд}} P_{11} (1-P)]. \quad (1)$$

Сравнивая два варианта диагностических комплексов (совместно с методом диагностирования), можно оценить конструкторско-технологический критерий эффективности (для одних и тех же значений  $N, R, M$ )

$$\mathcal{E} = \frac{P_1^{\text{уд}} P_I^{\text{пр}} P + P_{11}^{\text{уд}} P_{11}^{\text{пр}} (1-P)}{P_1^{\text{уд}} P_I^{\text{пр}} P + P_{11}^{\text{уд}} P_{11}^{\text{пр}} (1-P)}, \quad (2)$$

где  $P_I^{\text{пр}}, P_{11}^{\text{пр}}$  — вероятность ошибок вновь разработанного комплекса;

$P_I^{\text{пр}}, P_{11}^{\text{пр}}$  — то же, прототипа.

Очевидно, новый комплекс эффективен, если  $\mathcal{E} > 1$ .

В практике диагностирования автомобилей часто возникает ситуация, когда вновь разработанный диагностический комплекс не имеет прототипа ( $P_I^{\text{пр}} = 0; P_{11}^{\text{пр}} = 0$ ).

В этом случае ошибки в оценке технического состояния автомобиля относятся к необнаруженным отказам, которые реально существуют ( $P_{11}^{\text{пр}} = 1$ ).

Тогда, используя диагностирование, получим по формуле (2) верхнюю оценку для критерия эффективности

$$\mathcal{E}_{\max} = \frac{P_{11}^{\text{уд}} (1-P)}{P_1^{\text{уд}} P_I P + P_{11}^{\text{уд}} P_{11} (1-P)}. \quad (3)$$

Из выражения (3) следует, что при больших пробегах автомобиля или малых значениях  $P$  (считаем, что с увеличением пробега величина  $P$  уменьшается) условие целесообразности диагностирования  $\mathcal{E} \approx 1/P_{11}$  соблюдается всегда, так как реальные значения  $P_{11} \ll 1$ .

Этого нельзя утверждать для малых пробегах, потому что в этом случае определяющим будет отношение  $P_{11}^{\text{уд}} / P_{11}^{\text{пр}}$ .

На рис. 1 приведена номограмма, которая при известных  $P, P_{11}$  и  $P_1$   $P_1^{\text{уд}} / P_{11}^{\text{уд}}$  позволяет оценить  $\mathcal{E}_{\max}$ .

При сравнении двух вариантов диагностических средств условием целесообразности применения новой разработки будет

$$\mathcal{E}_{\max}^{\text{р}} > \mathcal{E}_{\max}^{\text{п}}. \quad (4)$$

Критерий  $\mathcal{E} > 1$  является необходимым, но недостаточным, так как в нем не учтена стоимость  $C$  изготовления (приобретения) и эксплуатации средств диагностирования.

В соответствии с формулой (3) предотвращенные материальные потери (прибыль) от применения диагностирования составят

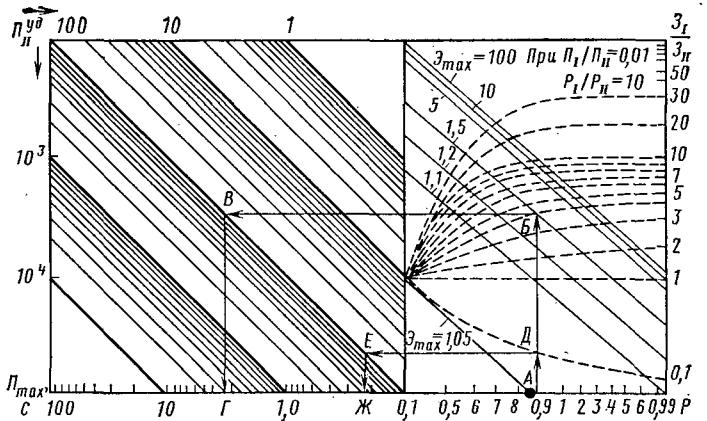


Рис. 2. Номограмма для определения  $P_{\max}$  и  $C$  по уравнениям (7) (сплошные линии) и (8) (штриховые линии)

$$P_{\max} \sum_{I=1}^N \sum_{I=1}^R \sum_{I=1}^M [P_{11}^{\text{уд}} (1-P) - P_1^{\text{уд}} P_I P - P_{11}^{\text{уд}} P_{11} (1-P)]. \quad (5)$$

Очевидно, что используемый комплекс будет эффективным, если

$$P_{\max} > C. \quad (6)$$

Условие, выраженное формулой (6), является стоимостным критерием эффективности. Из формул (3) и (5) находим

$$P_{\max} = (1-P) \left( 1 - \frac{1}{\mathcal{E}_{\max}} \right) P_{11}^{\text{уд}}, \quad (7)$$

а в соответствии с положениями работы [4]

$$C = \mathcal{Z}_{11} P_{11} \left\{ \left[ \frac{P_I}{P_{11}} P + \frac{1-P_{11}}{P_{11}} (1-P) \right] + \frac{\mathcal{Z}_I}{\mathcal{Z}_{11}} \left[ 1-P + \frac{1-P_I}{P_{11}} \right] \right\}, \quad (8)$$

где  $\mathcal{Z}_I$  и  $\mathcal{Z}_{11}$  — затраты на уменьшение ошибок первого и второго рода.

В работах [1 и 3] показано, что ошибки первого рода обусловлены часто погрешностями инструментальных средств, а ошибки второго рода — допуском на параметр. Поэтому величина  $\mathcal{Z}_I$  соответствует затратам на приобретение аппаратуры и поддержание ее в исправном состоянии, а  $\mathcal{Z}_{11}$  — стоимость трудозатрат на поддержание параметров в заданном допуске при техническом обслуживании и текущем ремонте.

Зависимость (7) представлена на рис. 2 сплошными линиями в правой части, а зависимость (8) — штриховыми при  $P_1^{\text{уд}} / P_{11}^{\text{уд}} = 0,01$  и  $P_I / P_{11} = 10$ .

Правило пользования номограммой (рис. 2) рассмотрим на примере.

Пусть в момент диагностирования автомобиля  $P=0,9$  (из статистических априорных данных). Применяемый диагностический комплекс по критерию (3) имеет  $\mathcal{E}_{\max}=1,5$  (определено по рис. 1). Известно, что  $\mathcal{Z}_I / \mathcal{Z}_{11} = 0,1$  и  $P_{11}^{\text{уд}} = 100$  усл. ед.

Величину  $P_{\max}$  находят по стрелкам А, Б, В, Г, а величину  $C$  — по А, Д, Е, Ж.

Из рис. 2  $P_{\max}=3$ , а  $C=0,22$ , т. е.  $P_{\max} > C$ . Значит, и по экономическому критерию (6) условие эффективности соблюдено.

Естественно, что для сравниваемых комплексов должно удовлетвориться неравенство

$$P_{\max}^{\text{р}} - C^{\text{р}} > P_{\max}^{\text{п}} - C^{\text{п}}.$$

Условие (6) и графики, приведенные на рис. 2, априори позволяют оценить верхнюю границу стоимости диагностического комплекса.

Для анализа метрологических потерь в зависимости от отношения  $\mathcal{Z}_I / \mathcal{Z}_{11}$ ,  $\mathcal{E}$  и пробега  $L$  автомобиля приведены графики (рис. 3, а, б). На рис. 3 предельный пробег автомобиля соответствует  $P_{\text{р}}$ .

С увеличением  $\mathcal{Z}_I / \mathcal{Z}_{11}$  при  $\mathcal{E} = \text{const}$  (рис. 3, а) и уменьшением  $\mathcal{E}$  при  $\mathcal{Z}_I / \mathcal{Z}_{11} = \text{const}$  (рис. 3, б) минимум (кривые 1, 2, 3, 4)

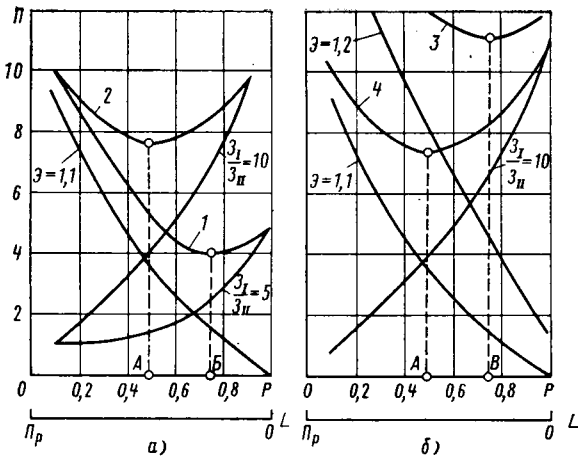


Рис. 3. График изменения метрологических потерь в зависимости от пробега  $L$  автомобиля и отношения затрат  $Z_I$  и  $Z_{II}$  на уменьшение ошибок первого и второго рода

потерь смещается в область малых  $P$  (больших пробегов). При этом абсолютное значение потерь повышается с ростом  $\mathcal{E}$  при  $Z_I/Z_{II} = \text{const}$  и  $Z_I/Z_{II}$  при  $\mathcal{E} = \text{const}$ .

Это означает, что с увеличением пробега требования к точности инструментальных средств и к эффективности диагностических операций — возрастают за счет эксплуатационного повышения  $Z_{II}$  ( $Z_I/Z_{II}$  уменьшается).

На рис. 4 представлены минимальные значения метрологических потерь для различных значений  $\mathcal{E}$  в зависимости от отношения  $Z_I/Z_{II}$  и пробега автомобиля (кривые получены как геометрическое место точек минимальных потерь из графиков на рис. 3 при  $P_I^P/P_{II}^P = 0,01$  и  $P_I/P_{II} = 10$ ).

По рис. 4 при известном  $Z_I/Z_{II}$  и заданном  $\mathcal{E}$  можно оценить зону целесообразного улучшения метрологических характеристик разрабатываемого комплекса по сравнению с прототипом.

Кроме того, из рис. 4 следует, что с увеличением значения  $\mathcal{E}$  на заданном пробеге отношение  $Z_I/Z_{II}$  повышается, т. е. возрастает стоимость инструментальных средств. Поэтому в практике целесообразно ограничивать эффективность на уровне  $\mathcal{E} = 1,1 \div 1,2$ . Из этих же графиков видно, что с увеличением пробега  $L$  для поддержания  $\mathcal{E} = \text{const}$  необходимо повышать отношение  $Z_I/Z_{II}$ . При  $Z_I = \text{const}$  последнее можно осуществлять только снижением  $Z_{II}$ , т. е. управляя допуском на параметр. Это согласуется с положениями, приведенными в работах [1 и 3].

Для оценки взаимосвязи эффективности с достоверностью  $D$  диагностирования рассмотрим изменение отношений  $P_I^P/P_{II}^P$ ,  $P_{II}^P/P_{II}^N$  и  $D^P/D^N$  в зависимости от  $\delta^P/\delta^N$  и  $\epsilon^P/\epsilon^N$  ( $\delta$  — класс точности инструментальных средств,  $\epsilon$  — допуск на параметр).

С целью упрощений примем, что погрешность измерений и распределение диагностируемого параметра подчиняются нормальному закону.

По методике, изложенной в работе [1], получены графики (рис. 5 и 6) для различных вариантов (кривые 1—8) отношений  $\frac{\sigma_2}{A_B - A_H}$  и  $\frac{\Delta}{\sigma_2}$ ,

в которых учитываются разброс параметра  $\sigma_2$ , верхнее и нижнее допустимые значения параметра  $A_B, A_H$ , отклонение центра функции распределения плотностей вероятностей значений параметра от середины поля допуска на него  $\Delta$ .

Из рис. 5, а следует, что с увеличением точности в 5 раз ошибки первого рода снижаются существенно (в 6—

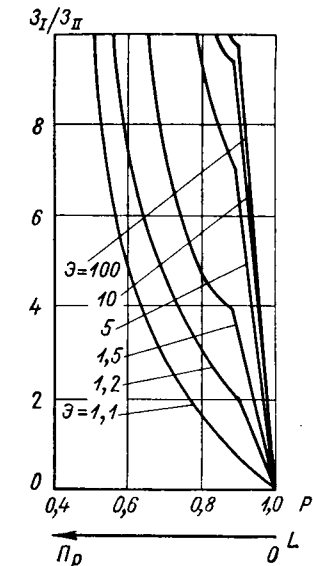


Рис. 4. Минимальные значения метрологических потерь в зависимости от  $L$ ,  $\mathcal{E}$  и отношения  $Z_I / Z_{II}$

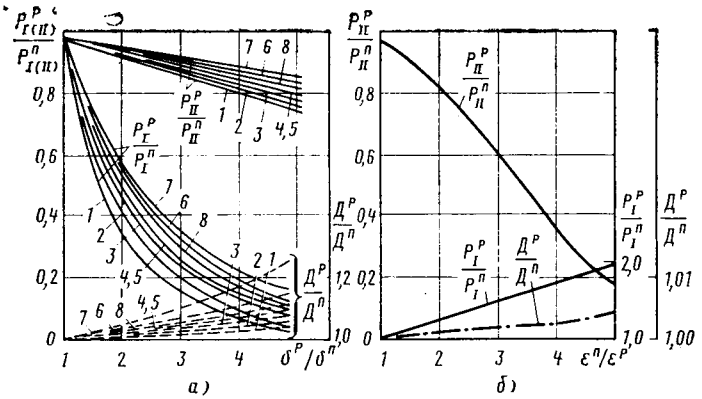


Рис. 5. Оценка взаимосвязи эффективности и достоверности  $D$  диагностирования при различных соотношениях:

$$P_I^P/P_{II}^P, P_{II}^P/P_{II}^N, D^P/D^N, \delta^P/\delta^N \text{ (a) и } \epsilon^P/\epsilon^N \text{ (б)}$$

для различных вариантов отношений  $\frac{\sigma_2}{A_B - A_H}$  и  $\frac{\Delta}{\sigma_2}$ ;

$$1 - \frac{\sigma_2}{A_B - A_H} = 0,15 \div 0,175; \frac{\Delta}{\sigma_2} = 0 \div 0,5; 2 - \frac{\sigma_2}{A_B - A_H} = 0,15 \div 0,175;$$

$$\frac{\Delta}{\sigma_2} = 0,5 \div 1,0; 3 - \frac{\sigma_2}{A_B - A_H} = 0,15 \div 0,175; \frac{\Delta}{\sigma_2} = 1,0 \div 1,5; 4 - \frac{\sigma_2}{A_B - A_H} =$$

$$= 0,175 \div 0,2; \frac{\Delta}{\sigma_2} = 0,5; 5 - \frac{\sigma_2}{A_B - A_H} = 0,175 \div 0,2; \frac{\Delta}{\sigma_2} = 0,5 \div 1,0; 6 -$$

$$\frac{\sigma_2}{A_B - A_H} = 0,175 \div 0,2; \frac{\Delta}{\sigma_2} = 1,0 \div 1,5; 7 - \frac{\sigma_2}{A_B - A_H} = 0,175 \div 0,2;$$

$$\frac{\Delta}{\sigma_2} = 1,5 \div 3,0; 8 - \frac{\sigma_2}{A_B - A_H} = 0,2 \div 0,225; \frac{\Delta}{\sigma_2} = 0 \div 0,5$$

70 раз), а ошибки второго рода лишь в 1,1—1,3 раза; достоверность увеличивается на 2—30%.

Таким образом, наибольшее влияние на достоверность диагностирования в этом случае оказывают ошибки первого рода, причем изменение  $P_I, P_{II}$  и  $D$  (особенно  $P_I$ ) существенно зависит от вариации  $\sigma_2, \Delta$  и  $A_B - A_H$ .

В случае изменения допуска на параметр (рис. 5, б) наибольшее влияние на изменение достоверности оказывают ошибки второго рода. Сужение допуска в 5 раз вызывает снижение ошибок второго рода в 5—6 раз. При этом ошибки первого рода возрастают (примерно в 1,7 раза), а достоверность повышается на небольшую величину (0,5%). Вариация  $\sigma_2, \Delta$  и  $A_B - A_H$  в этом случае не оказывает практического влияния на изменение метрологических показателей (кривые 1—8 на рис. 5, б совмещены).

Оптимизация достоверности диагностирования может быть осуществлена за счет вариации точности прибора, упреждающего допуска или совместно. Чтобы при этом учесть эффективность, необходимо иметь функциональные зависимости

$$\alpha = \frac{P_I^P / P_{II}^P}{Z_I^P / Z_{II}^P} = f \left( \frac{P_I^P}{P_{II}^P}; \frac{P_{II}^P}{P_{II}^N}; \frac{\delta^P}{\delta^N} \text{ и } \frac{\epsilon^P}{\epsilon^N} \right).$$

Из рис. 5, а, б видно, что при изменениях  $\delta^P/\delta^N$  и  $\epsilon^P/\epsilon^N$  не более чем в 3 раза (это вполне достаточно при диагностировании) значения  $P_I^P/P_{II}^P$  и  $P_{II}^P/P_{II}^N$  изменяются линейно.

Тогда при оптимизации по точности ( $\epsilon = \text{const}$ ) справедливо

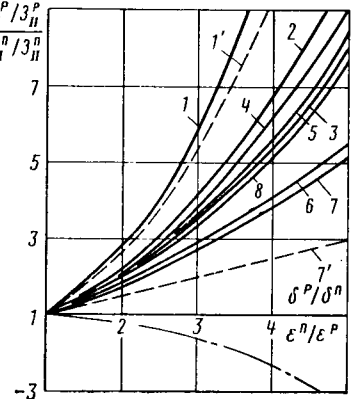
$$Z_I = k_1 \frac{1}{P_I} \text{ и } Z_{II} = k_2 \frac{1}{P_{II}} \quad (9)$$

или

$$Z_I/Z_{II} = k_3 P_{II}/P_I,$$

где  $k_i$  — коэффициент пропорциональности.

Рис. 6. Зависимость изменения  $\alpha$  от  $\delta^P/\delta^N$  и  $\epsilon^P/\epsilon^N$



$$\alpha = \frac{P_1^n P_{II}^p}{P_1^p P_{II}^n} \text{ при } \frac{\delta p}{\delta^n} = \text{const.} \quad (10)$$

Поскольку в реальных условиях  $P_1^n > P_1^p > P_{II}^n > P_{II}^p$  [3],

то  $\alpha > 1$ .

На рис. 6 приведены кривые изменения  $\alpha$  (при условиях, показанных на рис. 5, а) в зависимости от  $\delta^p/\delta^n$ , что свидетельствует о существенном влиянии на  $\alpha$  величин  $\sigma_2$ ,  $\Delta$  и  $A_n - A_n$ .

При сужении контрольных допусков для условия (9) с учетом того, что

$$P_I = k_4 1/\epsilon \text{ и } P_{II} = k_5 \epsilon,$$

получим  $3_I/3_{II} = k_6 \epsilon^2$ , откуда

$$\alpha = f \left[ \frac{(\epsilon^p)^2}{(\epsilon^n)^2} \right]. \quad (11)$$

Поскольку  $\epsilon^n > \epsilon^p$ , то  $\alpha < 1$ .

Принимая во внимание выражение (10), видим, что  $\alpha$  будет снижаться в таком соотношении:

$$\sqrt{\frac{P_1^n P_{II}^p}{P_1^p P_{II}^n}} = \frac{\epsilon^p}{\epsilon^n}. \quad (12)$$

На рис. 6 приведена кривая (штрихпунктирная), отражающая уменьшение  $\alpha$  при увеличении  $\epsilon^n/\epsilon^p$ .

При совместной оптимизации по  $\epsilon$  и  $\delta$  для кривых 1 и 7 на рис. 6 приведено изменение  $\alpha$  (штриховые кривые 1' и 7').

Изложенное показывает, что достоверность диагностирования при одинаковом относительном изменении  $\delta$  и  $\epsilon$  меняется различно. Приведенные графики позволяют обоснованно осуществлять управление достоверностью диагностирования в зависимости от пробега автомобиля.

Предложенная методика дает возможность комплексно оценивать эффективность диагностических операций с учетом метрологических показателей измерительных средств, эксплуатационных параметров прибора и надежности автомобиля на момент диагностирования.

Рис. 1—6 позволяют априори назначать требования к стоимости измерительной аппаратуры, исходя из требуемой эффективности, достоверности и эксплуатационных пробегов автомобиля (возрастного состава парка).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев А. Г. — «Автомобильная промышленность», 1977, № 4.
2. Сергеев А. Г., Галкин А. П. — «Автомобильная промышленность», 1976, № 6.
3. Сергеев А. Г. — «Автомобильная промышленность», 1977, № 5.
4. Анаков Н. И. — «Приборы и системы управления», 1973, № 7.

УДК 629.113.012.5:001.4

## Исследование сопротивления качению шин на роликовых стендах

Канд. техн. наук Л. И. КОРОТКОВ

Ворошиловградский машиностроительный институт

**В НАСТОЯЩЕЕ** время получили распространение методы контроля динамических и экономических показателей автомобилей на стендах с роликами.

Однако данных об изменении величины коэффициента сопротивления качению шин по гладким роликам нет, что затрудняет объективную оценку эксплуатационных свойств автомобилей. Вследствие этого стремление получить потери на стенде примерно равными потерям в реальных дорожных условиях вынуждает конструкторов принимать диаметры роликов, исходя из рекомендуемого соотношения радиуса ролика  $r_p$  к радиусу колеса  $r_k$ , равного 0,4—0,6 [1 и 2].

Величину коэффициента сопротивления качению пневматических шин по твердой поверхности определяют в основном гистерезисными потерями в шинах. Некоторое влияние кривизны на проскальзывание начинает проявляться при отношении  $\frac{r_p}{r_k} < 0,3$  [2 и 3].

На рис. 1 представлена схема сил, действующих на колесо, установленное на несимметрично расположенных роликах разного диаметра и вращающееся в ведомом режиме. Реакция  $T$  каждого ролика на колесо, направленная под углом  $\gamma$ , разложена на две составляющие — вертикальную  $R$  и касательную  $\Delta R = R \tan \gamma$ .

Исходя из суммы моментов всех сил относительно центра колеса, определим значение касательной реакции  $F$ , представляющей собой силу сопротивления качению

$$F = R \left( \frac{a}{r_k} + \tan \gamma \right), \quad (1)$$

где  $a$  — плечо сдвига равнодействующей  $R$ , обусловленное наличием гистерезисных потерь в шине;  
 $r_k$  — радиус колеса.

Поскольку значения коэффициента сопротивления качению определяются величиной плеча  $a$ , полагаем, что на недеформируемых поверхностях из одинакового материала, отличающихся только кривизной, сдвиг равнодействующей  $R$  на плоской и криволинейной поверхностях также одинаков. Тогда

$$F = R(f + \tan \gamma), \quad (2)$$

где  $f$  — коэффициент сопротивления качению по однородной плоской поверхности.

Выражение в скобках представляет собой коэффициент сопротивления качению колеса по криволинейной поверхности —  $f'$ .

Учитывая, что  $\sin \gamma = \frac{a}{r_p}$  и  $\frac{a}{r_p} = f \frac{r_k}{r_p}$ , после соответствующих преобразований получим

$$f' = f + \tan \left[ \arcsin \left( f \frac{r_k}{r_p} \right) \right]. \quad (3)$$

Суммарная сила сопротивления качению колеса по двум несимметрично расположенным роликам из одинакового материала, но разного диаметра равна

$$F = R_1 \left\{ f + \tan \left[ \arcsin \left( f \frac{r_k}{r_{p1}} \right) \right] \right\} + R_2 \left\{ f + \tan \left[ \arcsin \left( f \frac{r_k}{r_{p2}} \right) \right] \right\}. \quad (4)$$

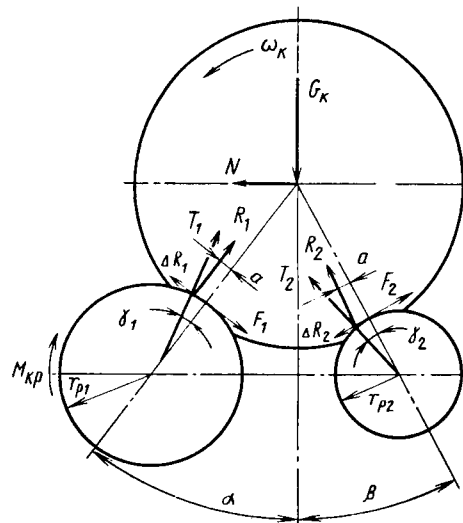


Рис. 1. Схема сил, действующих на колесо, установленное на несимметрично расположенных барабанах разного диаметра

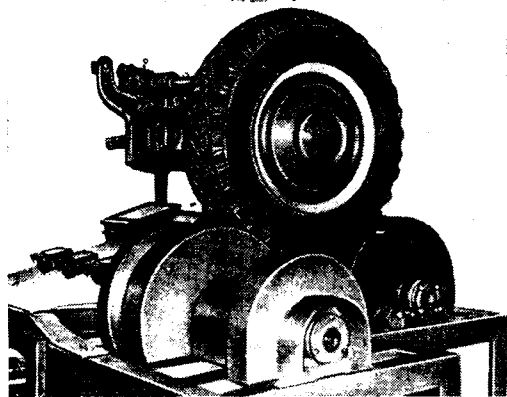


Рис. 2. Стенд для экспериментального определения коэффициента сопротивления качению пневматических шин по беговым барабанам разного диаметра

Для симметрично расположенных роликов одинакового диаметра ( $\alpha = \beta$  и  $r_{p1} = r_{p2}$ )

$$F = (R_1 + R_2) f'.$$

Величину коэффициента сопротивления качению проверяли экспериментально на специальном стенде (рис. 2) с тремя парами стальных симметрично расположенных сменных барабанов диаметром 100, 215 и 325 мм (рис. 2). Для получения

большого диапазона соотношений  $\frac{r_p}{r_k}$  использовались шины размера 5,2—13; 3,75—19 и 400—10. Привод стенда — от электродвигателя постоянного тока через ременную передачу. Колесо вращалось в ведомом режиме со скоростью  $v_k = 3 \div 50$  км/ч. Испытания проводили при различных межцентровых расстояниях между роликами, разных давлениях воздуха в шинах и весовой нагрузке на колесо. Весовая нагрузка  $G_k$  создавалась пружинными динамометрами. При проведении экспериментов определяли частоту вращения роликов  $n_r$ , мощность, теряемую на трение в узлах стенда  $N_{тр}$ , и мощность, затрачиваемую на привод всей установки с испытываемым колесом  $N_y$ . Мощность измеряли ваттметром с учетом КПД электродвигателя  $\eta$ .

Коэффициент сопротивления качению подсчитывали по формуле

$$f' = \frac{0,975 (N_y - N_{тр}) \eta \cos \alpha}{G_k n_r r_p}, \quad (5)$$

где  $\alpha$  — угол симметричной расстановки роликов относительно центра колеса (рис. 1).

Точность определения коэффициента сопротивления качению этим методом большая, чем методом выбега.

На рис. 3 приведены теоретические 1 и 2 и экспериментальные 3 и 4 кривые значений коэффициента сопротивления качению пневматических шин по гладким роликам в зависи-

мости от соотношения  $\frac{r_p}{r_k}$ .

Теоретические кривые построены по формуле (3). Коэффициент сопротивления качению колеса по плоской поверхности  $f$  определяли опытным путем. На плоском стальном листе при давлении воздуха в шинах  $p_w = 0,7$  и  $1,6$  кгс/см<sup>2</sup> он составил соответственно 0,018 и 0,01. Экспериментальные кривые построены для  $v_k = 3$  км/ч.

Из графиков видно, что при номинальном давлении воздуха в шинах и соотношении

$\frac{r_p}{r_k} = 0,4 \div 0,8$  коэффициент сопротивления качению  $f'$

в 2,2—3,9 раза больше, чем по аналогичной плоской поверхности. Разница между теоретическим и экспериментальным значением  $f'$  возрастает

с уменьшением  $\frac{r_p}{r_k}$ , что объясняется некоторым увеличением потерь на проскальзывание при меньших диаметрах роликов.

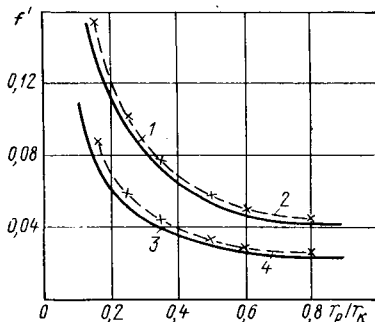


Рис. 3. Теоретические и экспериментальные графики коэффициента сопротивления качению пневматических шин по беговым барабанам

в зависимости от соотношения  $\frac{r_p}{r_k}$ :  
1 и 2 —  $p_w = 0,7$  кгс/см<sup>2</sup>; 3 и 4 —  $p_w = 1,6$  кгс/см<sup>2</sup>

Влияние межосевого расстояния между роликами на величину коэффициента сопротивления качению  $f'$  пояснено (рис. 4) графиком приращения  $\Delta f'$ . График построен в функции угла  $\alpha$  при симметричном расположении роликов одинакового диаметра.

Как видно из графика, приращение коэффициента сопротивления качению до  $\alpha = 42^\circ$  незначительно и не превышает 7%, что находится в пределах точности экспериментального определения  $f'$ . С увеличением угла  $\alpha$  величина  $\Delta f'$  начинает резко возрастать и при  $\alpha = 64^\circ$  составляет 32%. Это можно объяснить увеличением радиальной нагрузки на барабаны и некоторым заклинивающим действием шины при больших расстояниях между роликами.

На рис. 5 приведены экспериментальные кривые изменения коэффициента сопротивления качению  $f'$  в зависимости от скорости вращения колеса. Согласно графикам увеличение скорости вращения приводит к возрастанию коэффициента сопротивления качению. При отношениях радиуса ролика к радиусу колеса 0,5—0,8 возрастание скорости колеса мало влияет на увеличение коэффициента сопротивления качению,

а с уменьшением  $\frac{r_p}{r_k}$  от 0,5 до 0,15 это влияние проявляется в большей степени. При отношении  $\frac{r_p}{r_k} = 0,15 \div 0,25$  зна-

чения коэффициента  $f'$  при  $v_k = 50$  км/ч в 1,5—1,3 раза больше, чем при малых скоростях вращения.

Проведенные исследования показали, что величина коэффициента сопротивления качению  $f'$  возрастает с уменьшением отношения  $\frac{r_p}{r_k}$ , а полученные теоретические зависимости позволяют рассчитать его величину на малых скоростях с достаточной для практики точностью.

Снижение давления воздуха в шине приводит к возрастанию коэффициента сопротивления качению, а изменение вертикальной нагрузки на колесо в пределах нормы практически не влияет на его величину.

При малых окружных скоростях колес на стенде ( $v_k \approx 3$  км/ч) коэффициент сопротивления качению сравнительно

небольшой и составляет при соотношениях  $\frac{r_p}{r_k} = 0,4 \div 0,6$  и номинальном давлении воздуха в шинах 0,03—0,04. Умень-

шение соотношения  $\frac{r_p}{r_k}$  приводит к возрастанию коэффициента сопротивления качению. При  $\frac{r_p}{r_k} = 0,15$  величина  $f'$

увеличивается до 0,09.

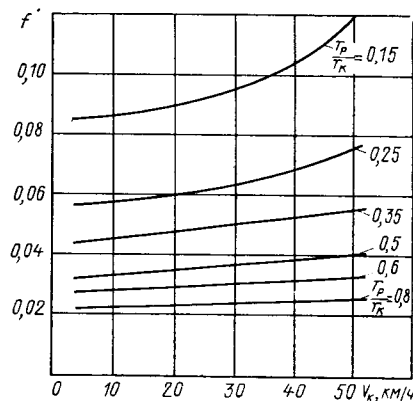


Рис. 5. Изменение коэффициента сопротивления качению пневматических шин по роликам в зависимости от скорости вращения колеса  $v_k$  и отношения  $\frac{r_p}{r_k}$

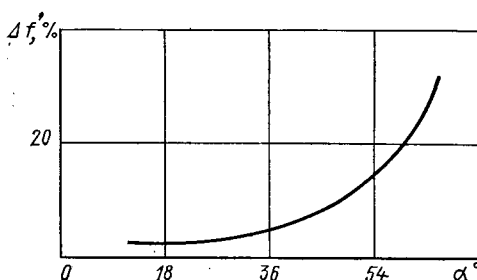


Рис. 4. Изменение приращения коэффициента сопротивления качению в зависимости от угла расстановки роликов  $\alpha$  при симметричном их расположении относительно центра колеса



Проведенные теоретические исследования перераспределения радиальных реакций между беговыми роликами [4] показали, что при нагрузочных испытаниях на стендах необходимо учитывать возможное изменение суммарной силы сопротивления качению колес по двум роликам в зависимости от величины реализуемой на стенде тяговой или тормозной силы. Однако это положение требует дополнительной экспериментальной проверки.

1. Говорушенко Н. Я., Диагностика технического состояния автомобилей. М., «Транспорт», 1970.
2. Серов А. В. Современные станции диагностики автомобилей. М., НИИНавтопром, 1971.
3. Борозняк Ю. П. Определение сопротивления качению колес машины. — В сб.: Автомобильный транспорт, вып. 4, Киев, «Техника», 1968.
4. Коротков Л. И. Выбор оптимальных параметров стендов для диагностики тяговых и тормозных свойств автомобилей. — В сб.: Автомобильный транспорт, вып. 8, Киев, «Техника», 1971.

УДК 629.113.02:001.24

## О выборе веса прицепа полноприводного автомобиля, эксплуатируемого на деформируемых грунтах

Кандидаты техн. наук С. А. ШУКЛИН, М. П. ЧИСТОВ

НАМИ

**В**ЕЛИЧИНУ максимально допустимого веса прицепа для движения по деформируемым грунтам, включаемую в техническую характеристику автомобиля-тягача, выбирают из соотношения с полным весом последнего. Для прицепов серийных полноприводных автомобилей это соотношение равно 0,35—0,50.

Опыт испытаний и эксплуатации показал, что указанного условия недостаточно для предъявления к прицепу требований, соответствующих тягово-скоростным возможностям тягача при движении по деформируемым опорным поверхностям. Это объясняется тем, что автомобиль эксплуатируют с прицепами разной конструкции, у которых, как правило, ширина колеи, размер шин и дорожный просвет не совпадают с параметрами тягача. В большинстве случаев это вызывает повышенное сопротивление качению прицепов: при меньшей силе или большей ширине колеи прицеп вынужден делать собственную колею; более узкие шины обычно прорезают эту колею на большую глубину, а шины меньшего диаметра испытывают большее сопротивление качению; двойные колеса при одинарных на тягаче также отрицательно влияют на движение; более низкое расположение балок мостов и тяг прицепов увеличивает их контакты с грунтом при движении по глубокой колее и т. д.

Из этого следует, что тягач может работать производительнее с одним прицепом и малоэффективно — с другим.

Рассмотрим предложения по уточнению методики выбора прицепа.

В основу такой методики должны быть положены требования к величине сопротивления качению прицепа в определенных (заданных) дорожных условиях за данным тягачом и сведения по влиянию сопротивления качению прицепа на тягово-скоростные показатели автопоезда.

Условие измерения сопротивления качению прицепа именно за данным тягачом имеет немаловажное значение, поскольку вносит существенные коррективы по сравнению с движением по целине (недеформированной опорной поверхности) или за другим тягачом.

Проведены экспериментальные исследования трех серийных трехосных тягачей с колесной формулой 6×6 разной грузоподъемности с буксируемыми прицепами различной конструкции, которые используются при эксплуатации данных тягачей. Вес прицепов был близок к максимально допустимому для исследуемых тягачей. Колеса тягачей были одинаковыми, внутреннее давление в шинах соответствовало инструкции по эксплуатации тягачей в данных дорожных условиях. Величина дорожного просвета в этих условиях практически не влияла на результаты опытов.

Большие размеры участков позволили провести испытания всех автопоездов в условиях с примерно одинаковым состоянием грунта.

Коэффициент сопротивления качению прицепов определяли делением среднего значения усилия, измеряемого в сцепке с тягачом, на вес прицепа.

Максимальную скорость движения тягачей с прицепами разной конструкции определяли в тех же дорожных условиях по времени преодоления горизонтальных контрольных участков протяженностью 100—150 м, а также после предварительного разгона перед контрольным участком и выбора передачи в трансмиссии, обеспечивающей наибольшую скорость движения.

Ввиду сравнительного характера исследований ограничимся кратким описанием дорожных условий.

Снежная целина — ровный луг, покрытый плотным крупнозернистым снегом толщиной 15 см. Глубина колеи после прохода автопоезда доходит до мерзлого грунта.

Размокшая пахота — поле, вспаханное на 25—30 см. Грунт — супесчаный, влажность на пределе насыщения. Подстилающий слой — плотный песок. После прохода автопоезда образуется колея, равная глубине пахотного слоя. Налипание грунта на грунтозацепы шин слабое.

Переувлажненная луговина — заболоченный луг с дерном толщиной 7 см, без подстилающего слоя. Грунт — торфянистый, влажность на пределе насыщения. При проходе автопоезда дерн прорезается колесами, образуется колея, постепенно углубляющаяся за каждым последующим колесом. Грунт налипает на грунтозацепы шин.

Анализ результатов измерений (см. таблицу) показывает, что значения коэффициента сопротивления качению прицепов  $f_{пр}$  разной конструкции, буксиремых за одним и тем же тягачом, могут различаться в два раза и более. Скорость движения автопоезда в данных дорожных условиях с прицепами, веса которых близки, в одних опытах отличается на 50—75%, а в других условиях — незначительно. Это объясняется применением на тягачах механических ступенчатых трансмиссий. В первом случае при буксировке прицепа с меньшим сопротивлением качению можно включать более высокую передачу в трансмиссии и благодаря этому повышать скорость движения автопоезда. Во втором случае (см., например, результаты опытов с тягачами А и Б на снежной целине) этого не удалось достичь из-за недостатка силы тяги по двигателю на более высокой передаче. В результате, скорости движения автопоезда с прицепами, имевшими неодинаковое сопротивление качению, близки между собой, так как определены при движении на одной и той же передаче и отличаются только за счет использования относительно узкого диапазона частоты вращения вала двигателя. В этом заключается причина определенной количественной диспропорции в соотношении полученных данных по сопротивлению качению прицепов с данными по максимальной скорости движения автопоездов.

Результаты проведенных исследований показали, что влияние конструкции прицепа на его сопротивление качению за данным тягачом и, как следствие, на скорость движения автопоезда на деформируемых грунтах настолько заметно, что техническая характеристика полноприводного тягача должна содержать не только величину допустимого веса прицепа для этих условий, но и величину максимально допустимого коэффициента сопротивления качению прицепа.

В целях разработки требований к величине максимально допустимого коэффициента сопротивления качению прицепа для условий движения автопоезда по деформируемому грунту целесообразно использовать тягово-скоростную характеристику автомобиля, определяемую в этих условиях [1]. Эта характеристика представляет собой зависимость удельной силы тяги автомобиля  $K_t$  от его скорости движения. На каждой передаче в трансмиссии, на которой возможно движение в заданных условиях, снимается одна точка характеристики. Последняя включает в себя точку  $K_t=0$ , получаемую при максимальной возможной скорости, которую может развить автомобиль без прицепа в данных дорожных условиях, и точку  $K_t=K_{t\max}$ , соответствующую наибольшей силе тяги на крюке, при включении нижней передачи в трансмиссии и при минимальной скорости движения.

Параметры тягача			Параметры прицепа						Снежная целина		Размокшая пахота		Переувлажненная луговина	
Тип	Ширина колеи в мм	Ширина профиля шины в мм	Число задних осей	Тип колеса	Вес в кг	Ширина колеи в мм	Номинальный диаметр шин в мм	Ширина профиля шины (шин) в мм	$f_{пр}$ в кгс/кгс	$v_{max}$ в км/ч	$f_{пр}$ в кгс/кгс	$v_{max}$ в км/ч	$f_{пр}$ в кгс/кгс	$v_{max}$ в км/ч
А	1750	337	1	Одинарное	2 400	2400	995	220	0,094	14,4	0,121	6,5	0,208	8,7
			1	То же	2 500	1600	1205	230	0,100	13,9	0,088	7,2	0,120	13,6
			1	•	2 750	1510	995	220	0,098	11,2	0,077	7,2	0,163	13,1
			1	•	3 200	1850	1012	255	0,080	15,4	0,151	6,8	0,216	7,4
Б	2000	390	1	Одинарное	3 640	1800	1280	230	0,056	—	0,067	12,4	0,190	14,0
			1	Двойное	3 680	1850	898	188×2	0,054	18,4	0,118	10,3	0,177	14,0
			1	Одинарное	3 800	2060	1086	280	0,039	18,2	0,090	12,0	0,316	8,4
			2	То же	4 900	1770	1012	255	0,062	18,0	0,154	6,8	0,349	7,8
В	2030	381	2	Одинарное	8 520	2450	1350	380	0,063	7,2	0,083	11,9	0,106	—
			2	То же	9 200	1970	1120	313	—	—	0,065	11,4	0,270	—
			2	•	9 450	2100	928	210	0,054	12,7	0,09	10,7	—	—
			2	Двойное	14 400	2260	1055	267×2	0,028	13,3	0,062	7,2	0,201	—

Остальные точки характеристики находят на промежуточных передачах в режиме максимальной мощности двигателя, чтобы полностью использовать возможности силовой установки. При снятии характеристики фиксируется суммарное число оборотов ведущих колес на мерном участке, что позволяет вычислить показатель буксования и нанести его зависимость на тот же график. В тех случаях, когда значение показателя буксования задано, например, в качестве ограничения эксплуатационного тягового режима работы автомобиля на грунте, легко определить практически используемую область тягово-скоростных показателей автомобиля и допустимые величины скорости и  $K_T$ .

Перераспределение веса автомобиля по мостам, вызываемое воздействием силы тяги на крюке при снятии характеристики, с приемлемой для практики точностью соответствует реальным условиям нагружения, вызываемым воздействием переменной силы тяги на крюке автомобиля, а также нагрузкам, воспринимаемым мостами при движении автомобиля с прицепом, поскольку буксирный прибор размещается на высоте, близкой к расположению как центра тяжести автомобиля, так и центра автомобиля, с которым связано приложение силы аэродинамического сопротивления. Вследствие этого по тягово-скоростной характеристике можно анализировать: способность автомобиля буксировать прицеп при заданной скорости на горизонтальном участке, возможности преодолевать подъем, инерцию при разгоне и дополнительное аэродинамическое сопротивление в случае повышения скорости.

Способность тягача буксировать прицеп на горизонтальном участке выражается условием

$$G_{пр} f_{пр \max} \leq K_{т.з} G_T, \quad (1)$$

где  $G_{пр}$ ,  $G_T$  — соответственно вес прицепа и вес тягача;  
 $K_{т.з}$  — величина удельной силы тяги автомобиля, соответствующая заданной скорости движения автопоезда;  
 $f_{пр \max}$  — максимально допустимый коэффициент сопротивления качению прицепа.

Получаем

$$f_{пр \max} \leq \frac{K_{т.з} G_T}{G_{пр}}. \quad (2)$$

Эксплуатационные испытания автопоездов с полноприводными тягачами, проведенные НАМИ в различных районах страны в тяжелых дорожных условиях и по бездорожью, показали, что главным препятствием является преодоление грунтовых подъемов. Во многих случаях способность преодоления подъемов является основным критерием пригодности автопоезда к эксплуатации в этих условиях.

Как известно [2], для отечественных полноприводных тягачей единственным ограничением является реализуемая ими наибольшая сила тяги по сцеплению ведущих колес с опорной поверхностью. Если воспользоваться величиной  $K_T$  для оценки максимальных тяговых возможностей тягача на заданном грунте, то условие преодоления автопоездом подъема будет иметь вид

$$(f_{пр \max} G_{пр} \cos \alpha + G_{пр} \sin \alpha) \leq (K_{T \max} G_T \cos \alpha - G_T \sin \alpha). \quad (3)$$

В результате преобразований получена формула

$$f_{пр \max} \leq \frac{K_{T \max} G_T \cos \alpha - G_a \sin \alpha}{G_{пр} \cos \alpha}, \quad (4)$$

где  $G_a$  — вес автопоезда;

$\alpha$  — угол подъема дороги.

Угол  $\alpha$ , необходимый для расчетов, можно взять из статистических сведений. По данным, полученным авторами, значение этого угла на практике обычно не превышает 25—30%.

Для оценки целесообразности учета повышения сопротивления качению прицепов при движении автопоездов на повороте авторы выполнили специальные эксперименты. Было установлено, что увеличение сопротивления качению исследуемых прицепов при плавных поворотах на деформируемых опорных поверхностях обычно обеспечивается тяговыми возможностями автомобилей и не требует дополнительных расчетов к результатам, полученным по формуле (4).

Таким образом, изложенное выше свидетельствует о необходимости введения в техническую характеристику полноприводного автомобиля-тягача, предназначенного для буксирования прицепов по деформируемым грунтам, не только величины веса прицепа, но и величины максимально допустимого коэффициента сопротивления качению прицепа. Этот коэффициент можно выбрать по приведенным зависимостям с использованием тягово-скоростных характеристик тягача на заданных видах опорных поверхностей.

Приведенные методические предпосылки преследуют цель разрабатывать рекомендации по выбору величин коэффициента сопротивления качению прицепа, экспериментируемых с конкретными моделями полноприводных автомобилей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуклин С. А. — «Автомобильная промышленность», 1976, № 4.
2. Шуклин С. А. и др. — «Автомобильная промышленность», 1974, № 4.

# Обеспечение эксплуатационной надежности легковых автомобилей

С. М. КРУГЛОВ, В. Н. АНТОНОВ

Автозавод им. Ленинского комсомола

**ДОСТИГНУТЫЙ** в настоящее время уровень развития теории надежности диктует необходимость проводить не только констатационный и сопоставительный анализы, но и практически использовать эти показатели для совершенствования конструкции автомобиля на стадии проектирования и изготовления, для совершенствования форм эксплуатации автомобилей, для повышения их ремонтоспособности.

Решать поставленную задачу можно лишь при комплексном подходе к данной проблеме, совместными усилиями конструкторских и технологических служб заводов-изготовителей, научно-исследовательских организаций, эксплуатационников и ремонтников [1].

Если применительно к грузовым автомобилям вопрос повышения долговечности имеет основное значение, то для легковых автомобилей, предназначенных для индивидуального использования, эту проблему необходимо рассматривать в комплексе с оптимальными значениями показателей ремонтпригодности, равнопрочности, безопасности, комфортабельности и конкурентоспособности.

Одним из основных понятий теории надежности является долговечность, оцениваемая ресурсом изделия до отказа. Из теории вероятности известно, что распределение ресурсов (наработок) изделия до отказа может характеризоваться различным законом (нормальным, Вейбулла, экспоненциальным и т. д.) и имеет различную форму [2].

Долговечность изделия до отказа, оцениваемая математическим ожиданием средней величины ресурса с соответствующими отклонениями, складывается из заложенного при конструировании уровня надежности, возможных отклонений в пределах имеющихся допусков при изготовлении и факторов влияния эксплуатации (рис. 1).

Появление отказов изделий в процессе эксплуатации в зонах 1 (конструктивные рассеяния) или 2 (технологические рассеяния) свидетельствует о качественном выполнении изделия с соблюдением всех допусков и технологических режимов. Поскольку скоростные и нагрузочные режимы эксплуатации автомобилей различны, а также различна квалификация водителей, величина рассеяния пробегов до отказа практически может находиться в зоне 3 (эксплуатационные рассеяния), что будет также свидетельствовать о нормальном протекании процесса. В этом случае задача конструкторов, технологов и эксплуатационников сводится к уменьшению величины рассеяния, что будет способствовать улучшению качественных показателей изделия. Причем, как показывает практика исследования эксплуатационной надежности автомобилей, уровень долговечности доработанной конструкции автомобиля соответствует величине  $L_{ср}$  (рис. 1) с соответствующими отклонениями, а появление отказов в зонах 2 и 3 свидетельствует о тех или иных отклонениях в технологии изготовления или режимах эксплуатации, предусмотренных при проектировании изделия.

Появление отказов в зоне 4 свидетельствует о существенных отклонениях либо режимов технологии, либо правил эксплуатации автомобилей и, как следствие, преждевременном отказе деталей и повышенном расходе запасных частей.

Если процесс изготовления автомобилей на заводе-изготовителе является установившимся и отклонения в технологии могут быть незначительными, то основной причиной появления отказов в зоне 4 следует считать несоблюдение требований по эксплуатации, предусмотренных заводской инструкцией.

Для выявления причин и характера появления отказа в различных условиях эксплуатации автомобилей «Москвич» с учетом опыта водителей (любителей и профессионалов) производственным объединением «Москвич» постоянно ведется контроль качества и надежности изделий в условиях эксплуатации в специально созданных опорных автотранспортных предприятиях (ОАТП), а также на СТО.

Как показывает практика проведения эксплуатационных испытаний, эксплуатация автомобилей «Москвич» с соблюдением всех требований, предусмотренных инструкцией по эксплуатации, обеспечивает увеличение ресурса деталей в 1,5—2 раза. При этом важно не только выполнять все технические требования по соблюдению регулировочных и других параметров, но также применять соответствующие топливо и масла.

Вследствие этого наиболее существенным по глубине и значению является появление отказов в зоне 4, связанных с нарушением правил эксплуатации автомобилей, которые особенно характерны для владельцев личных автомобилей, имеющих

различную техническую подготовку. Данное обстоятельство усугубляется стремлением многих автолюбителей, не имеющих необходимых знаний, навыков и специального инструмента, к самостоятельному ремонту автомобилей, что приводит к его некачественному выполнению.

Указанное обстоятельство приводит к неосознанному уменьшению долговечности автомобиля, его агрегатов и деталей и одновременно является причиной создания определенного дефицита запасных частей, поскольку цепная реакция о появлении случайного отказа, связанная якобы с ненадежностью изделия, влечет за собой массовую закупку впрок той или иной детали.

В соответствии с изложенным для поддержания заданного уровня эксплуатационной надежности автомобилей самым целесообразным является регулярное проведение технических обследований и ремонтных воздействий на СТО с одновременным проведением диагностических работ. Это позволит эксплуатировать автомобиль с оптимальными затратами и обеспечить достижение ресурсов как отдельных деталей, так и автомобиля в целом в соответствии с заложенным уровнем надежности (рис. 1, зона 1).

Вторым важным аспектом обеспечения эксплуатационной надежности является своевременное, качественное и экономически оптимальное проведение ремонтных воздействий.

Конструкторские, технологические и экономические основы проектирования и производства автомобилей узаконивают различную долговечность деталей и делают их одновременную замену (или эксплуатацию автомобиля без ремонтных воздействий до списания) экономически нецелесообразной. Наиболее полное использование ресурсов деталей, а значит, и окупаемость затрат на их производство можно обеспечить ремонтом (восстановлением) отдельных деталей. Критерием целесообразности восстановления тех или иных автомобильных деталей должен быть экономический эффект [3]. В противном случае эти детали следует заменять новыми, заранее изготовленными автомобильной промышленностью в качестве запасных частей.

Производство запасных частей, а также воспроизводство бывших в эксплуатации деталей постоянно меняются в количественном и качественном отношениях: совершенствуются конструкция и технология, изменяются автомобильные парки, внедряются новые методы ремонтов и осуществляется специализация ремонтного производства. При этом указанные сферы производства должны быть тесно связаны между собой и дополнять друг друга.

В решениях XXV съезда КПСС записано, что следует осуществлять комплекс мероприятий, направленных на усиление ответственности отрасли за обеспечение автомобильного парка запасными частями, и значительно улучшить организацию капитального ремонта автомобилей. Чтобы обеспечить народное хозяйство с 1978 г. достаточным количеством запасных частей, необходимо использовать имеющиеся резервы.

Поступление автомобиля в ремонт обуславливается износом основных сопряжений, ухудшением эксплуатационных характеристик и снижением экономической эффективности эксплуатации. Эксплуатационные расходы и, как составляющая, затраты на приобретение запасных частей прогрессируют в зависимости от пробега автомобиля [4].

На основе изучения опыта работы ряда автохозяйств страны выявлено, что 55% автомобилей «Москвич» моделей 408 и 412 за срок службы до списания не подвергаются капитальным ремонтам. Стоимость запасных частей  $S_{з.ч}$  в этом случае определяется площадью  $ABKL_aA$  (рис. 2).

При проведении одного качественного капитального ремонта за срок службы автомобиля стоимость запасных частей определяется суммой следующих площадей:  $ABL_k$  — соответствующей стоимости запасных частей до капитального ремонта;

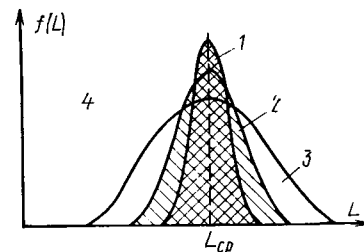


Рис. 1. Составляющие факторы величины распределения наработок до отказа

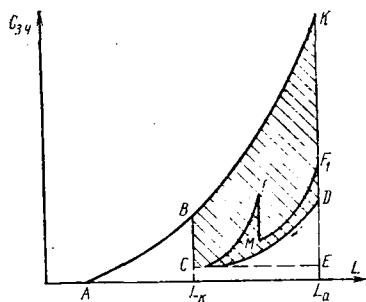


Рис. 2. Изменение  $C_{34}$  на поддержание надежности автомобиля в зависимости от пробега

тальные автомобили подвергаются капитальному ремонту, причем половина из них проходит два, три, а иногда и четыре капитальных ремонта за срок до списания, что увеличивает повышенный расход запасных частей.

В большинстве случаев капитальные ремонты осуществляют на СТО и автобазах и частично (4,3%) на авторемонтных заводах. На этих заводах по ремонту автомобилей «Москвич» изготовляют и восстанавливают детали более 800 наименований, начиная от нормалей и кончая крупными кузовными деталями. Номенклатуру деталей определяют прежде всего их дефицитность и технологические возможности производства, а не экономические факторы. Расчеты по методикам [5] показали, что целесообразно восстанавливать в европейской части страны 65 наименований деталей автомобиля «Москвич», причем обязательно централизованно. Характерно, что в настоящее время из них восстанавливают лишь 12 наименований. Восстановление под номинальный размер сопряженных рабочих поверхностей, обрабатываемых с обеспечением высоких классов точности и чистоты поверхностей, а также с устранением дефектов, вызванных нарушением взаимного расположения поверхностей, связано с применением совершенных, но дорогостоящих технологических процессов, которые могут дать экономический эффект только при большой производственной программе.

Из-за высокой стоимости ремонтных работ некоторые специалисты считают, что нужно обходиться без ремонта.

Однако автомобили ремонтируют во всех странах мира. Шведская фирма Вольво, например, ремонтирует автомобили, а также скупает старые модели, капитально их ремонтирует, частично модернизируя, и продает по сниженной цене с соответствующей гарантией. Английская фирма Отомотив Продактс не только делает сцепления, но и капитально ремонтирует их на специальном заводе, оснащенном на таком же уровне, как и основное производство.

Техническое обслуживание и ремонт представляют собой важную часть системы организации деятельности фирм, при которой ремонт составляет важнейшую отрасль всего современного производства и сбыта капиталистических фирм. Все большее распространение получает метод замены в автомобилях целых узлов и агрегатов при выходе из строя отдельных деталей, с последующим капитальным ремонтом.

При этом владелец автомобиля, нуждающегося в ремонте узла или агрегата, сдает его производителю и получает взамен новый, оплачивая разницу в цене. Фирмы не отделяют основного производства от ремонтного.

В целесообразности осуществления ремонтных работ можно убедиться, анализируя структуру затрат. При изготовлении 65 наиболее металлоемких деталей автомобилей «Москвич» затраты на материал составляют 30—90% себестоимости их производства, тогда как большинство способов восстановления характеризуется расходами на материал, не превышающими 2—12% полной себестоимости восстановления.

На основании опыта установлено, что целесообразно проводить ремонт до того, как автомобиль или какой-нибудь его агрегат выйдут полностью из строя, т. е. согласно установленным нормам пробега.

Важным вопросом является рациональная организация ремонтных работ, т. е. необходимость определить, кто должен осуществлять капитальный ремонт. Самый простой вариант — когда автомобиль ремонтирует организация, которая его экс-

плуатирует. В этом случае предполагается, что автотранспортное предприятие, осуществляя ремонт, будет аккуратнее эксплуатировать технику. Действительно, ответственность за качество эксплуатации и ремонта при этом повышается. Однако такая организация приводит к кустарщине, утверждению единичного или мелкосерийного производства. Децентрализация ремонтных работ связана с уменьшением производительности труда, нецелесообразностью восстановления большинства тех деталей, которые целесообразно восстанавливать в массовом производстве, и, как следствие, увеличением потребности в новых запасных частях.

Сложнее, но более рентабельно по сравнению с первым вариантом осуществлять ремонт на предприятиях, специализированных по ремонту автомобилей.

Часто авторемонтные заводы и станции технического обслуживания, производящие капитальный ремонт, называют специализированными. Их специализация бывает предметной, поддетальной и технологической. В настоящее время на предприятиях, ремонтирующих автомобили «Москвич», преобладает предметная спецификация.

Организация ремонтных предприятий с поддетальной (поагрегатной) и технологической специализацией, осуществляющих однотипную работу, создает условия для снижения себестоимости, увеличения качества ремонтных работ, уменьшения потребности в запасных частях.

В процессе индустриализации авторемонтного производства значительную роль должны играть следующие мероприятия: прекращение производства новых запасных частей на авторемонтных заводах и СТО, обеспечение сборки капитально отремонтированных автомобилей недостающими деталями непосредственно из объединения; сбор в автобазах, через СТО, магазины ремонтного фонда деталей, вышедших из строя и подлежащих восстановлению; организация поставки новых или восстановленных деталей по цене, отличающейся от цены новой (отремонтированной) и купленной у потребителя подлежащей ремонту детали, организация на базе существующих авторемонтных заводов восстановления собираемого ремонтного фонда. Для этого необходима специальная документация, регламентирующая допустимые для ремонта износы и дефекты, т. е. технические условия на прием в ремонт. Большую роль должна сыграть механизация ремонтных работ на местах эксплуатации, так как нельзя перенести на ремонтные заводы абсолютно все работы.

Помимо ремонтов, осуществляемых в организациях, где эксплуатируется техника, и ремонтов на специализированных предприятиях за последние годы стал развиваться в отрасли так называемый фирменный ремонт. Это уже третье направление, хотя ремонт ограничивается лишь текущим за отдельную плату в послегарантийный период. Так, станция технического обслуживания Автозавода им. Ленинского комсомола в Москве является цехом автозавода и осуществляет кроме технического обслуживания и гарантийного ремонта текущий ремонт. Центры технического обслуживания Волжского автозавода им. 50-летия СССР являются также структурными подразделениями объединения и наряду с текущим ремонтом автомобилей производят капитальный ремонт двигателей.

Таким образом, фирменный ремонт становится не только наиболее рентабельной формой организации самих ремонтных работ, но прежде всего способствует непрерывному совершенствованию конструкции и технологии производства автомобилей. Связь этих явлений оказывается весьма непосредственной, и в результате можно получить максимальное взаимное использование опыта — ремонтного производства при подготовке производства новых моделей автомобилей и наоборот.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Индикт Е. И. и др. — «Надежность и контроль качества», 1976, № 3.
2. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. М., «Наука», 1965.
3. Маслов Н. Н. Качество ремонта автомобилей. М., «Транспорт», 1975.
4. Шейнин А. М. Эксплуатационная надежность автомобилей. М., МАДИ, 1973.
5. Масино М. А. Повышение долговечности автомобильных деталей при ремонте. М., «Транспорт», 1972.

# О влиянии нагрева тормозных накладок на параметры торможения автомобилей

А. М. НАГИЕВ

Азербайджанский политехнический институт им. Ч. Ильдырма

ИЗВЕСТНО, что температурный режим в тормозных системах автомобилей зависит от многих факторов: конструкции тормоза, температуры окружающей среды, режима торможения и т. д. Чтобы изучить влияние нагрева тормозных накладок на параметры торможения автомобилей и на эффективность торможения в целом, проведены экспериментальные исследования.

Поскольку объемная и поверхностная температура тормозных накладок повышается с увеличением протяженности спуска, то при установлении температуры нагрева накладок она фиксировалась в зависимости от протяженности спуска, в течение которого выполнялось притормаживание автомобиля. С этой целью в материал накладки на глубину 1,5—2,0 мм заделывались две хромель-копелевые термопары. Концы термопар соединяли с пирометром, который предварительно тарировали.

Замедление автомобиля в различной стадии нагрева тормозных накладок измеряли с помощью датчика-ускорителя МП-66. Включение осуществлялось по схеме трехточечного тензометрического датчика (рис. 1).

Сначала торможение осуществляли в дорожных условиях при сухом и мокром асфальтобетонном покрытии до момента нагрева тормозных накладок. Торможение выполняли на горизонтальном участке пути экстренно до полной остановки автомобиля. На том же участке проводили контрольное торможение после нагрева тормозных колодок притормаживанием автомобиля на спуске.

Участок пути, где проводили контрольное торможение, выбирали специально в конце спуска, где тормозные накладки нагревались. Общая коммутационная схема включения прибора приведена на рис. 2.

В эксперименте участвовали автомобили (на сухом и мокром асфальте): ГАЗ-24, РАФ-977, ВАЗ-2103, ЗИЛ-130, УАЗ-469 и ЛАЗ-695. Температура накладок составляла 250°C.

Эксперименты проводились на дороге, имеющей уклон около 8,3%. При этом на уклоне дороги преследовали цель за счет полного торможения добиться равномерной скорости. Эта скорость колебалась в пределах 20—26 км/ч. Такого постоянства добились за счет частоты торможения, которая колебалась в пределах 7—10 раз на пути 1 км.

На основе полученных опытов четырехкратной повторностью было установлено среднеарифметическое значение замедления. По указанным данным была получена графическая зависимость (рис. 3).

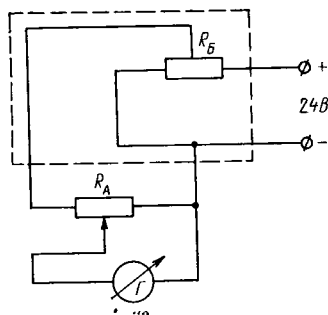
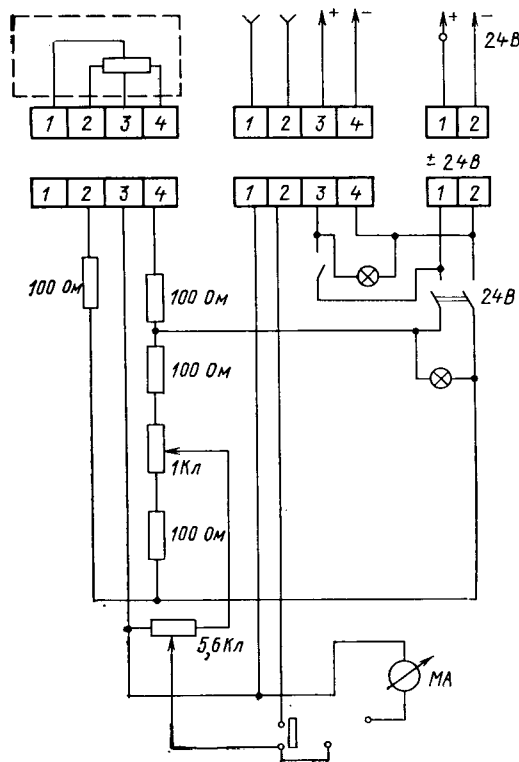


Рис. 1. Схема датчика МП-66:  $R_A$  — шунтирующее сопротивление;  $R_B$  — балансирующее сопротивление;  $G$  — гальванометр

Рис. 2. Коммутационная схема приборов и осциллографа: 1—4 — датчики



Полученные кривые обрабатывались на ЭЦВМ «Наири-2», в результате была получена следующая экспериментальная формула:

$$j = ae^{-bt},$$

где  $a$  и  $b$  — постоянные коэффициенты;  
 $t$  — температура колодок.

Таблица 1

Параметры	Автомобиль						
	ГАЗ-24	РАФ-977	ВАЗ-2101	ВАЗ-2103	ЗИЛ-130	УАЗ-469	ЛАЗ-695
Средняя скорость движения в км/ч	21—22	24—25	23—24	22—23	20—21	25—26	20—22
Длина пути в км . . .	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Число торможений на 1 км . . . . .	8,6	8,4	9,8	9,6	6,5	8,5	6,7

В табл. 1 приведены параметры автомобилей, влияющие на режим работы тормозов.

Значения постоянных коэффициентов  $a$  и  $b$ , определенные математической обработкой, для различных тормозов автомобилей приводятся в табл. 2.

Чтобы выявить, как зависит изменение замедления торможения от температуры тормозных накладок в пределах 50—250°C, были обработаны экспериментальные данные, в результате чего установлено, что при сухом асфальтобетоне замедление торможения для автомобилей ГАЗ-24, ВАЗ-2101 изменяется в пределах 0,25—0,30 м/с<sup>2</sup>. Для автомобилей РАФ-977, ЗИЛ-130 и ЛАЗ-695 это изменение составляет 1,2—1,6 м/с<sup>2</sup>, причем на мокром асфальтобетоне — в пределах 0,15—1,0 м/с<sup>2</sup>. Во всех случаях изменение замедления на мокром асфальтобетоне ниже на 2,2—2,6 м/с<sup>2</sup>, чем на сухом.

В литературе имеется единое мнение о том, что на автомобилях с технически исправными тормозами величина времени, за которое замедление нарастает, зависит от конструкции

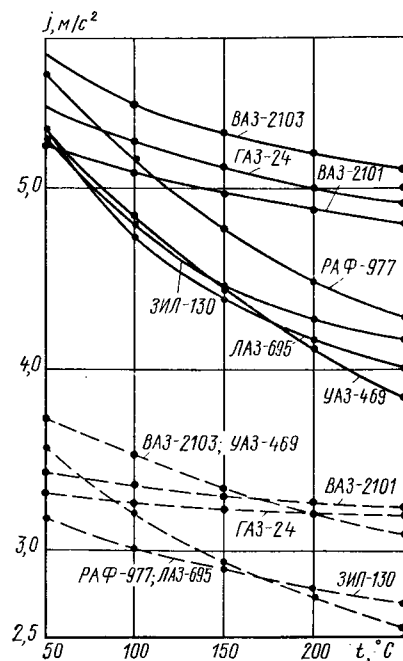


Рис. 3. Зависимость установившегося замедления автомобилей при экстренном торможении от температуры нагрева тормозных накладок (сплошные линии — сухой асфальтобетон, штриховые линии — мокрый асфальтобетон)

Таблица 2

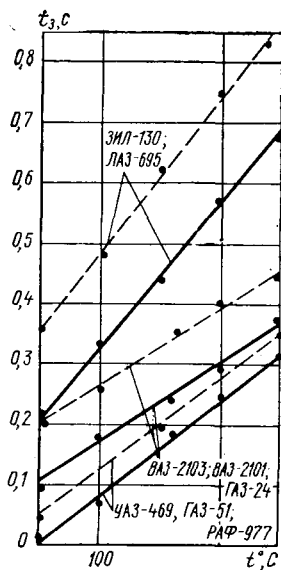
Автомобиль	Состояние асфальта	Значения коэффициентов	
		$a$	$-b$
ГАЗ-24	Сухой	5,37	0,0004
	Мокрый	3,37	0,00014
РАФ-977	Сухой	5,85	0,00177
	Мокрый	3,46	0,00077
ВАЗ-2101	Сухой	5,28	0,00039
	Мокрый	3,44	0,00018
ВАЗ-2103	Сухой	6,0	0,00135
	Мокрый	3,78	0,00075
ЗИЛ-130	Сухой	5,72	0,00177
	Мокрый	3,72	0,00069
УАЗ-469	Сухой	5,72	0,00177
	Мокрый	3,44	0,00028
ЛАЗ-695	Сухой	5,3	0,00177
	Мокрый	3,22	0,00069

Таблица 3

Автомобиль	С при состоянии асфальтобетона		R при состоянии асфальтобетона	
	сухом	мокроем	сухом	мокроем
ЗИЛ-130	0,45	0,30	0,0029	0,0025
ЛАЗ-695	0,45	0,30	0,0029	0,0025
ВАЗ-2103	0,30	0,20	0,00125	0,00127
ВАЗ-2101	0,30	0,20	0,00125	0,00127
ГАЗ-24	0,30	0,20	0,00125	0,00127
УАЗ-469	0,15	0,10	0,0016	0,0016
ГАЗ-51	0,15	0,10	0,0016	0,0016
РАФ-977	0,15	0,10	0,0016	0,0016

Примечание. Значение С соответствует времени нарастания замедления при  $t=50^\circ\text{C}$ .

Рис. 4. Изменение времени нарастания замедления автомобиля в зависимости от температуры тормозных накладок



тормозной системы, от нагрузки автомобиля и состояния проезжей части дороги.

Однако проведенные опыты показали, что указанное время резко увеличивается (почти в 2 раза) после нагрева тормозных накладок. Очевидно, это объясняется тем, что в процессе частого притормаживания материал накладки обугливается, в результате чего процесс трения между барабаном и накладкой затягивается.

На основе обработки экспериментальных данных было получено время, за которое замедление нарастает в пределах температуры тормозных накладок  $50-250^\circ\text{C}$ . Результаты математической обработки опытных показаний показывают, что время нарастания замедления имеет прямую зависимость от температуры (рис. 4)

$$t_3 = C + R(t - 50^\circ).$$

Значения  $C$  и  $R$  для разных автомобилей и при различном состоянии асфальтобетона приводятся в табл. 3.

## Исследование характеристик увода шины в ведомом режиме

УДК 629.113.075

Канд. техн. наук А. М. ГОЛОМИДОВ

Запорожский машиностроительный институт им. В. Я. Чубаря

ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ характеристик шин легковых автомобилей обычно используют методики дорожных и лабораторных испытаний. Лабораторные испытания выполняются на стендах с плоской поверхностью при сравнительно малых окружных скоростях, а также на стендах с беговыми барабанами, обеспечивающих высокие окружные скорости. Результаты этих испытаний могут несколько отличаться, так как контакт шины с плоской и выпуклой или вогнутой поверхностями также различен. Однако, как показано в работе [1], при использовании барабана диаметром более 1,5 м эта разница становится незначительной.

Чтобы обеспечить проведение испытаний в широком диапазоне скоростей движения автомобиля и создать более стабильные условия качения шин, исследования проводили на барабанном стенде с внешней беговой дорожкой. Диаметр барабана, равный 1710 мм, позволяет измерять боковые силы и стабилизирующие моменты в ведущем, ведомом и тормозном режимах при скоростях движения автомобиля до 200 км/ч и углах увода шин до  $17^\circ$ .

При высоких скоростях движения и больших углах увода долговечность шин резко снижается, что не позволяет на одной шине определить характеристики в полном диапазоне. Поэтому методика предусматривает проведение основных испытаний при скорости движения автомобиля 50 км/ч и углах увода шины до  $10^\circ$ , а также дополнительных испытаний при скоростях движения до 120 км/ч и углах увода до  $6^\circ$ .

Поскольку испытуемая шина модели И-151 устанавливается на нескольких моделях автомобилей с различными осевыми нагрузками, ГОСТ 4754-74 на изготовление этих шин предусматривает возможность их эксплуатации при нагрузках на колесо в пределах 280-385 кгс и соответственно давления воздуха в шине

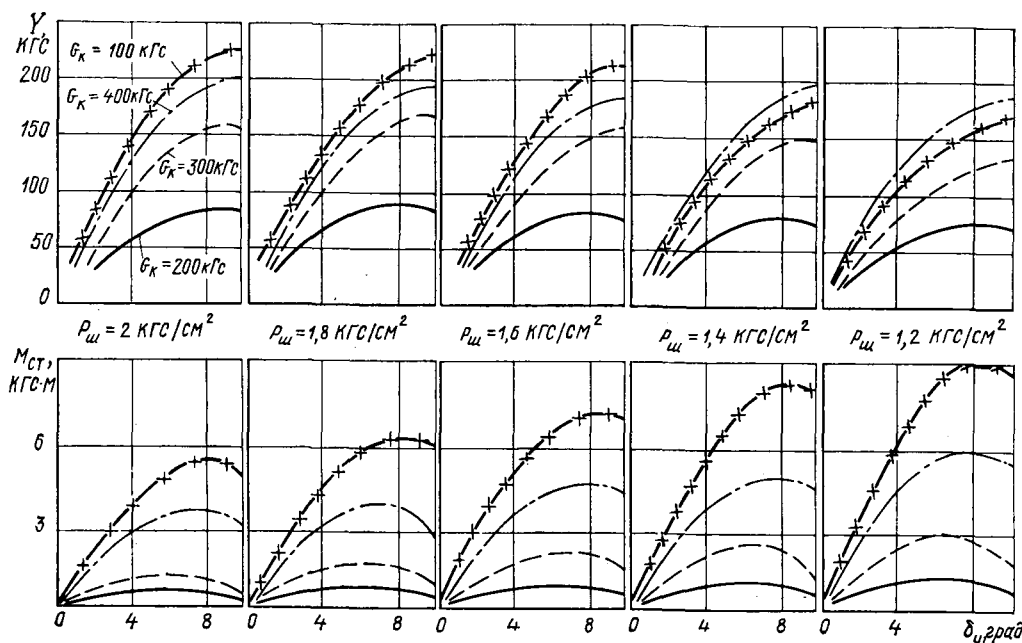


Рис. 1. Зависимости боковых сил и стабилизирующих моментов от угла увода шин при различных давлениях в ней воздуха (значения  $G_k$  для всех кривых рисунка приведены сверху слева)



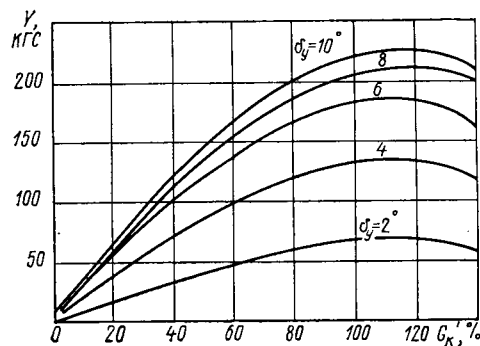


Рис. 2. Зависимости боковых сил от вертикальной нагрузки, взятой в процентах к оптимальной, при давлении воздуха в шине  $p_{ш} = 1,8 \text{ кгс/см}^2$  и различных углах увода

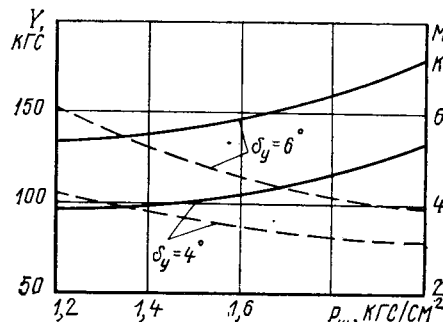


Рис. 3. Зависимости боковых сил (штриховые линии) и стабилизирующих моментов (сплошные линии) от давления воздуха в шине при нагрузке на колесо 300 кгс, углах увода  $\delta_y = 4^\circ$  и  $\delta_y = 6^\circ$

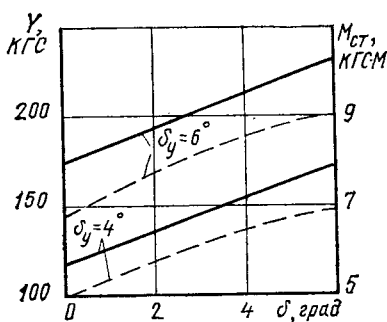


Рис. 4. Зависимости боковых сил (штриховые линии) и стабилизирующих моментов (сплошные линии) от угла развала при углах увода  $\delta_y = 4^\circ$  и  $\delta_y = 6^\circ$

$p_{ш} = 1,2 \div 2,1 \text{ кгс/см}^2$ . В связи с этим методика испытаний предусматривала измерение боковых сил и стабилизирующих моментов в том же диапазоне давлений и в несколько расширенном диапазоне нагрузок на колесо.

Для испытаний было взято пять шин Днепропетровского шинного завода, соответствующих техническим условиям на изготовление. Перед началом испытаний шины были обкатаны. При этом установили, что если обкатку шин проводить только в стадии прямолинейного движения, то разброс в результатах испытаний достигает 15—25%. Если в режимы обкатки включать стадии с установкой шины под углом, то разброс для одной шины снижается до 2—5%, а для всех пяти исследуемых шин до 5—10%. Поэтому режимы обкатки включали как прямолинейное движение, так и движение под углом.

Рассмотрим результаты, полученные при испытании шин легковых автомобилей в ведомом режиме.

Представленные на рис. 1 зависимости боковых сил  $Y$  и стабилизирующих моментов  $M$  от углов увода  $\delta_y$  (в пределах до  $4-6^\circ$ ) имеют практически линейный характер. Исключение составляют зависимости при нормальной нагрузке на колесо  $G_k = 100 \text{ кгс}$ , которая не имеет практического значения для автомобилей, на которых используются эти шины.

Анализ результатов испытаний позволил получить зависимости углов увода и стабилизирующих моментов от нормальной нагрузки, действующей на шину. В случае повышения нормальной нагрузки боковые силы при одинаковых углах увода возрастают, однако эта закономерность сохраняется до нагрузок, превышающих на 10—20% оптимальные нагрузки, рекомендуемые ГОСТом. Дальнейшее повышение нормальной нагрузки приводит к уменьшению боковых сил (рис. 2). Стабилизирующие моменты с увеличением нормальной нагрузки на колесо возрастают, и эта зависимость сохраняется до нагрузок, составляющих 140% оптимальных, при которых проводились испытания.

Известно, что давление воздуха в шине существенно влияет на ее характеристики по уводу, однако рекомендации ГОСТа,

как правило, не учитывают влияния этого параметра. Во время испытаний для всех весовых нагрузок изменяли давление воздуха в шине. Результаты испытаний (рис. 3) показывают, что боковые силы при одинаковых углах увода с увеличением давления воздуха в шине существенно возрастают. Исключением, как и в предыдущем случае, являются данные, полученные при нормальной нагрузке  $G_k = 100 \text{ кгс}$ . Стабилизирующие моменты для всех исследуемых нагрузок имеют тенденцию к росту с уменьшением давления воздуха в шине.

При исследовании влияния угла развала  $\delta$  на характеристики шин установлено, что зависимости боковых сил от угла развала имеют практически линейный характер (рис. 4). Подобная картина характерна и для стабилизирующих моментов. Однако в обоих случаях направленность боковых сил и стабилизирующих моментов зависит от направления угла наклона плоскости колеса. При этом выявлена меньшая зависимость стабилизирующих моментов от угла развала по сравнению с данными работы [2]. Очевидно, эти результаты требуют дополнительных подтверждений.

Исследование влияния скорости движения автомобиля (до 120 км/ч) на характеристики шин показывает, что при ее изменении от 30 до 120 км/ч в пределах углов увода шин до  $6^\circ$  боковые силы и стабилизирующие моменты изменяются незначительно.

Проведенные испытания позволили получить достаточно удовлетворительные характеристики шин по устойчивости и управляемости современного легкового автомобиля. Полученные результаты, несомненно, представляют интерес не только для конструкторов и эксплуатационников автомобилей, но и для работников шинной промышленности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвинов А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля. М., «Машиностроение», 1971.
2. Кнороз В. И., Кленников В. М. — В сб.: Конструирование, исследование и испытание автомобилей. М., Машгиз, 1955.

## К вопросу управляемости автопоезда большой грузоподъемности при прямолинейном движении

Канд. техн. наук А. Г. ВЫГОННЫЙ, А. И. ТИТОВИЧ, А. В. ВЕДЕРЧИК

Минский автозавод

ОДНИМ из путей повышения эффективности автопоездов является увеличение их грузоподъемности. Если автопоезд состоит из автомобиля и прицепа, повышение грузоподъемности наиболее просто достигается увеличением массы прицепа. Однако при этом возникают ограничения, одним из которых является ухудшение управляемости автопоезда.

Влияние массы прицепа на управляемость наиболее существенно сказывается при пониженных коэффициентах сцепления шин с дорогой.

В данной работе поставлена цель исследовать влияние массы прицепа на управляемость магистрального автопоезда (большой грузоподъемности) при прямолинейном движении по дороге, покрытой плотно укатанным снегом. Объектом исследования взят автопоезд с номинальными массами: двухосный автомобиль 16 т и двухосный прицеп 20 т. Тягово-сцепное устройство автомобиля с прицепом — типа крюк — петля.

В качестве оценочного параметра управляемости автопоезда принята условная средняя интегральная угловая скорость вращения рулевого колеса  $\omega_\alpha$ , которая определяется на основе обработки осциллограмм записи угла поворота рулевого колеса по методике, изложенной в работе [1]. С увеличением параметра  $\omega_\alpha$  управляемость автопоезда ухудшается. Этот параметр обладает рядом недостатков [2], но он доступен для экспериментального определения и широко применяется в практике доводки автомобильной техники.

При планировании эксперимента использован факторный план типа  $2^2$ , в котором два управляемых фактора — масса прицепа и скорость автопоезда. Для обоих факторов принято два уровня: масса прицепа 16 и 20 т, скорость автопоезда 40 и 60 км/ч. Эксперимент повторялся восемь раз для каждого возможного сочетания массы прицепа и скорости автопоезда. При каждой массе прицепа выбранные скорости автопоезда

УДК 629.113.075

менялись случайным образом. Такое ограничение на рандомизацию вызвано тем, что изменение массы прицепа случайным образом потребовало бы неоправданно больших затрат труда на проведение эксперимента.

Заезды проводились на прямолинейном участке двухполосной дороги, длина мерного участка равнялась 1 км. Все заезды осуществлялись в пределах одной полосы в одну сторону и одним водителем со стажем работы 5 лет.

Аппаратура для измерений угла поворота рулевого колеса состояла из осциллографа К-12-22 и датчика угла поворота рулевого колеса конструкции Минского автозавода. Средне-квадратичная погрешность измерений составляет 0,01 рад.

Для сравнения на той же дороге проведены измерения управляемости автомобиля.

Результаты измерений приведены в таблице, где указаны

Масса прицепа в т	Скорость автопоезда в км/ч	Средняя интегральная угловая скорость вращения рулевого колеса в рад/с	Дисперсия $(10^{-3})$ в рад <sup>2</sup> /с <sup>2</sup>
20	40	0,105	0,863
20	60	0,122	0,377
16	40	0,062	0,498
16	60	0,083	0,331
—	40	0,054	0,428
—	60	0,057	0,605

значения средней интегральной угловой скорости вращения рулевого колеса и дисперсии средней интегральной скорости вращения рулевого колеса по восьми заездам для каждого сочетания массы прицепа и скорости движения автопоезда.

По данным таблицы построены графики зависимости параметра  $\omega_a$  от скорости движения автопоезда  $v$  для различных масс прицепа (рис. 1). Разброс значений  $\omega_a$  около средних точек показан отрезками вертикальных прямых, ограничивающих доверительный интервал, равный  $\pm \sigma_{\{\omega\}}$  ( $\sigma_{\{\omega\}}$  — средне-квадратичное отклонение, равное корню квадратному из дисперсии, указанной в таблице).

Как видно из рис. 1, применение прицепа массой 16 т при отношении массы прицепа к массе автомобиля, равном 1 (вариант А), ухудшает управляемость автомобиля по параметру  $\omega_a$  в среднем в 1,3 раза, а в случае прицепа массой 20 т (отношение массы прицепа к массе автомобиля равно 1,25) — в 2 раза. Во всех случаях с увеличением скорости движения ухудшается управляемость автомобиля, наиболее интенсивное ухудшение управляемости наблюдается для автопоезда (варианты Б и В на рис. 1).

В связи с ухудшением управляемости автопоезда при увеличении массы прицепа водитель будет вынужден снижать скорость движения. Чтобы оценить степень уменьшения скорости автопоезда за счет ухудшения управляемости, необходимо знать нормируемое ограничение параметра  $\omega_a$ , которое обозначим  $\omega_{ан}$ .

В литературе отсутствуют данные по ограничению параметра  $\omega_{ан}$ . В работе [3] высказывается предложение о сохранении значения  $\omega_{ан}$  постоянным для автомобиля и автопоезда, но скорость, при которой определяется  $\omega_{ан}$  для автопоезда, должна быть ниже. Относительно неизменности  $\omega_{ан}$  для раз-

личных скоростей движения можно согласиться в первом приближении.

Строго говоря, с уменьшением скорости движения объем информации, перерабатываемой водителем, уменьшается [4]. Поэтому с точки зрения постоянства психофизиологической нагрузки водителя можно допустить увеличение управляющих воздействий, т. е. допустить некоторый рост параметра  $\omega_{ан}$ . Чтобы учесть это явление, предлагаем при приемочных испытаниях параметр  $\omega_{ан}$  определять на максимальной скорости, соответствующей технической характеристике транспортного средства, при этом максимальная скорость не должна превышать скорость, допустимую правилами дорожного движения.

Значение параметра  $\omega_{ан}$  зависит от ограничений ширины коридора. При чрезмерно узком коридоре параметр  $\omega_a$  резко возрастает [3], что может привести к неоправданной жесткости условий испытаний. Поэтому при исследовании управляемости автомобилей и автопоездов при прямолинейном движении в специальных условиях (на полигоне) следует отдать предпочтение ширине коридора 3,5 м, что близко к реальным условиям движения в «свободном» коридоре. Для оценки влияния прицепа в составе автопоезда при прямолинейном движении ширина коридора должна быть сужена, это позволит уменьшить воздействие автомобиля на влияние прицепа.

На Минском автозаводе установлено, что при скоростях движения 60—70 км/ч в «свободном» коридоре и  $\omega_a \approx 0,10$  рад/с управляемость автомобилей и автопоездов считается неудовлетворительной. Примем это значение  $\omega_a$  для нашего случая за  $\omega_{ан}$ . Тогда, сравнив принятое значение  $\omega_{ан}$  с данными, представленными на рис. 1, видим, что при массе прицепа 20 т управляемость исследуемого автопоезда при движении по дороге, покрытой плотно укатанным снегом, является неудовлетворительной. В связи с этим рассмотрим вопрос о допустимой скорости движения по условиям управляемости в зависимости от массы прицепа.

По полученным экспериментальным данным найдем аналитическое выражение для зависимости параметра  $\omega_a$  от массы прицепа  $Q$  и скорости автопоезда  $v$ .

В качестве модели такой зависимости примем полиномиальную модель вида

$$\omega_a = b_0 + b_1 v + b_2 Q + b_3 v Q,$$

где  $Q$  — масса прицепа в т.

Методом наименьших квадратов были определены значения коэффициентов  $b_i$ , а затем оценена их значимость [5].

В результате получено следующее уравнение регрессии:

$$\omega_a = -0,142 + 0,001 v + 0,0103 Q. \quad (1)$$

Проверка адекватности модели с помощью критерия Фишера показала, что с доверительной вероятностью 95% модель можно считать адекватной.

Используя уравнение (1), можно, задавшись нормируемым значением параметра  $\omega_a$ , определить допустимую скорость движения  $v$  в зависимости от массы прицепа  $Q$  для исследуемого автопоезда и условий движения.

Примем в первом приближении, что  $\omega_{ан} = 0,1$  рад/с и не зависит от скорости движения автопоезда. Тогда после подстановки значения  $\omega_{ан}$  вместо  $\omega_a$  в уравнение (1) получим зависимость  $v$  от  $Q$ , представленную на рис. 2. Из рисунка видно, что по условиям управляемости допустимая масса прицепа на скорости 60 км/ч составит 17,6 т, а на скорости 40 км/ч увеличится до 19,6 т. Уменьшение допустимой скорости движения с увеличением массы прицепа повлияет на полезную производительность автопоезда. Проверим характер такого влияния для рассматриваемого случая.

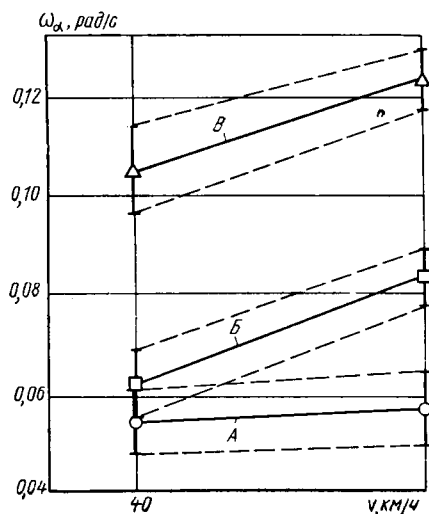
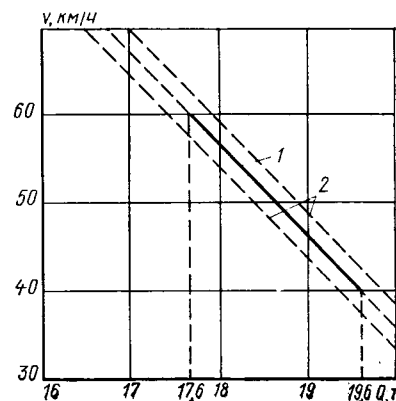


Рис. 1. Управляемость автопоезда при прямолинейном движении по дороге, покрытой снегом:  
А — без прицепа; Б — масса прицепа 16 т;  
В — масса прицепа 20 т

Рис. 2. Зависимость допустимой скорости автопоезда  $v$  от массы  $Q$  прицепа при нормируемом значении параметра

$$\omega_{ан} = 0,1 \text{ рад/с};$$

1 — зависимость по средним значениям  $v$  и  $Q$ ; 2 — границы 95%-ной доверительной области





Преобразуем уравнение полезной производительности из работы [6] с учетом выражения (1) при  $\omega_a = 0,1$  рад/с:

$$W = 243(-Q_c + q_a) + [(-q_a + Q_c)10,35 + 243]Q - 10,35Q^2, \quad (2)$$

где  $q_a$  — полезная грузоподъемность автомобиля-тягача в т;  
 $Q_c$  — масса снаряженного прицепа в т.

Производная  $W$  по  $Q$  из выражения (2) для нашего случая имеет отрицательное значение, что указывает на снижение полезной производительности автопоезда за счет ухудшения управляемости при увеличении массы прицепа.

Полученные данные показывают, что для повышения производительности прицепного автопоезда за счет увеличения массы прицепа на дорогах с пониженным коэффициентом сцепления требуется разработка конструктивных мероприятий, направленных на улучшение управляемости при прямолинейном движении.

1. Отраслевая нормаль автомобилестроения ОН 025.319—68. Автомобили. Оценочные параметры управляемости.
2. Иларионов В. А. — «Автомобильная промышленность», 1971, № 2.
3. Кисуленко Б. В. и др. Влияние прицепа на управляемость автомобиля при прямолинейном движении. — Экспресс-информация «Конструкции автомобилей». М., НИИНавтопром, 1976, № 11.
4. Бени Э., Госковец И., Штикар И. Психология и физиология шофера. М., «Транспорт», 1965.
5. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Громовский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М., «Наука», 1976.
6. Нефедов А. Ф. Выбор рационального общего веса автопоездов. М., Автотрансиздат, 1961.

УДК 629.113.001.4:620.1.05

## Стенд с программным управлением для исследования червячных редукторов

Н. А. ГОРЕНКОВ, М. А. ШЕВИК, кандидаты техн. наук М. Д. БЫХОВСКИЙ, Л. И. БЛЕЙШМИДТ

Брянский автозавод

НА БРЯНСКОМ автозаводе проводятся исследования глобальных червячных передач для редукторов лебедок грузового автомобиля ЗИЛ-131. Цель этих работ заключается в определении эксплуатационных показателей передач и оптимальных параметров зацепления, в усовершенствовании технологии изготовления глобальных передач и в выборе экономически выгодного материала венцов колес при обеспечении необходимой долговечности и надежности червячного редуктора.

Предварительно проведено исследование<sup>1</sup> нагрузочного режима редуктора лебедки в различных условиях эксплуатации. Результаты этой работы послужили основанием для разработки программы нагружения выходного вала червячного редуктора. На рис. 1 показан программный блок нагружения, эквивалентный одному циклу подтягивания автомобиля в эксплуатации.

Для реализации этой программы в лабораторных условиях на заводе спроектирован и изготовлен стенд с программным управлением.

<sup>1</sup> Горенков Н. А., Быховский М. Д., Сазонов И. А. — «Автомобильная промышленность», 1975, № 8.

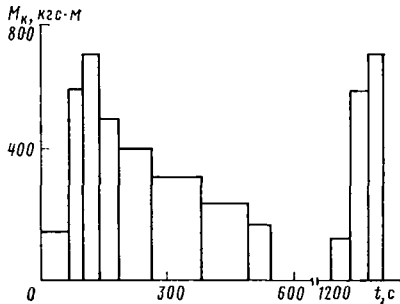


Рис. 1

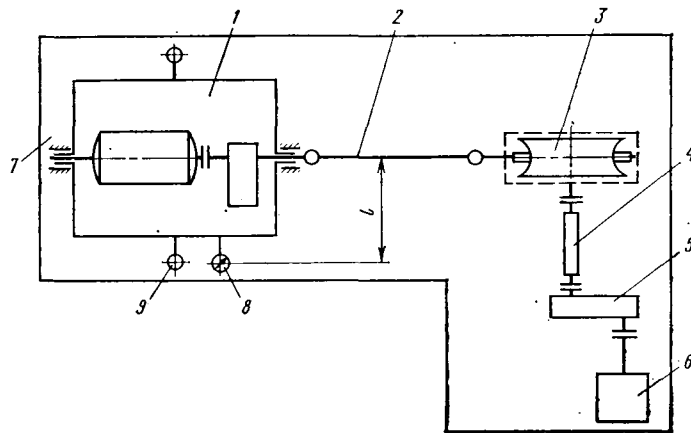


Рис. 2

Кинематическая схема стенда показана на рис. 2. Он состоит из балансирного привода 1, карданной передачи 2, испытуемого червячного редуктора 3, динамометрического вала 4, повышающего редуктора 5 и порошкового тормоза 6. Все узлы и агрегаты стенда смонтированы на фундаментной плите 7. Балансирный привод выполнен в виде люльки, в которой установлен приводной электродвигатель с раздаточной коробкой автомобиля ЗИЛ-131.

Реактивный крутящий момент привода определяется при помощи динамометра 8 растяжения ДПУ-0,1 по формуле

$$M_{\text{вх}} = Pl,$$

где  $P$  — нагрузка на динамометре;

$l$  — длина рычага от оси качания люльки до точки закрепления динамометра.

Крутящий момент на выходном валу испытуемого редуктора определяется величиной угла закручивания динамометрического вала по показаниям индикатора часового типа, который закреплен на этом валу и вращается вместе с ним. Кроме того, контроль крутящего момента на выходном валу испытуемого редуктора осуществляется по показаниям весового устройства, входящего в комплект порошкового тормоза.

КПД червячной передачи определяется по известной формуле

$$\eta = \frac{M_{\text{вых}}}{M_{\text{вх}}},$$

где  $M_{\text{вых}}$  — крутящий момент на выходном валу испытуемого редуктора в кгс·м.

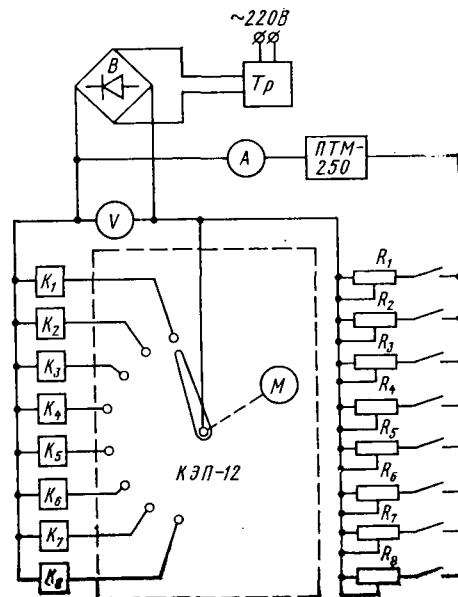


Рис. 3

Для уменьшения вибрации балансирный привод снабжен двумя гидравлическими демпферами 9. Стенд обеспечивает возможность работы редуктора лебедки как с водяным охлаждением, так и без охлаждения. Температура масла в редукторе измеряется и записывается с помощью самопишущего моста МСР-1.

Программное устройство стенда (рис. 3) состоит из командно-электрического прибора КЭП-12, управляющего контакторами  $K_1—K_8$  типа КМ-100, с помощью которых переключаются давящие сопротивления  $R_1—R_8$ , включенные последовательно с порошковым тормозом ПТМ-250. Питание схемы осуществляется через трансформатор  $T_r$  и выпрямитель  $B$  от сети переменного тока. Величины сопротивлений и положения кулачков прибора КЭП-12 подобраны таким образом, чтобы обеспечивалось нагружение выходного вала

испытываемого червячного редуктора крутящим моментом в соответствии с заданной программой. Техническая характеристика стенда следующая.

Передающее число червячного редуктора $i$ . . . . .	31
Частота вращения входящего вала червячного редуктора $n$ в об/мин . . . . .	470
Частота вращения порошкового тормоза $n_T$ в об/мин . . . . .	56,5
Наибольший крутящий момент на входном валу повышающего редуктора $M$ в кгс·м . . . . .	1000

На стенде установлены приводной электродвигатель А-82-6 мощностью  $N=40$  кВт с  $n=375$  об/мин и порошковый тормоз ПТМ-250 с тормозным моментом  $M_T=250$  кгс·м.

Опыт эксплуатации стенда показал, что при условии периодической регулировки сопротивлений  $R_1—R_8$ , необходимой в связи со старением порошка в порошковом тормозе, все параметры нагружения сохраняются в заданных пределах.



УДК 629.113.001

## Развитие мощностей производственного объединения «ГАЗ» в десятой пятилетке

Канд. техн. наук В. И. ЗИЛЬБЕРБЕРГ, Б. Д. ВАТЛЕЦОВ

Горьковский автозавод

**П**РОВОДИВШАЯСЯ в девятой пятилетке реконструкция действующих и строительство новых объектов на Горьковском автозаводе и заводах производственного объединения «ГАЗ» позволили увеличить производственные мощности более чем на 60%, а объем производства на 42,5% и обеспечить рост производительности труда на 38,4%. При этом обновлены конструкции выпускаемых автомобилей, улучшено качество продукции и повышена эффективность производства.

Объединением в годы девятой пятилетки накоплен значительный опыт по применению прогрессивных конструкций, методов проектирования и строительства новых объектов, по использованию передовых достижений в области технологии автомобилестроения. Примером могут служить новый комплексно-механизированный литейный цех серого чугуна и оснащенный высокопроизводительным оборудованием Горьковский завод мостов грузовых автомобилей. Современным требованиям отвечают также введенные в действие объекты на головном заводе объединения, а также на Черниговском и Арзамасском заводах автозапчастей.

При создании новых цехов и корпусов был широко использован метод параллельного проектирования и строительства, позволяющий сокращать сроки ввода объектов в эксплуатацию, а также опыт Волжского автозавода им. 50-летия СССР как по строительно-энергетическому, так и по технологическому проектированию. Так, при сооружении механосборочного корпуса № 9 были применены строительные конструкции серии ВАЗ для производственных и бытовых помещений и, кроме того, использован опыт монтажа автоматических линий на металлических рамных фундаментах, установки прессов на перекрытии общего подвала прессового цеха без строительства индивидуальных и траншейных фундаментов, применения единых систем уборки стружки и смазочно-охлаждающей жидкости в проходных тоннелях и др.

В этом корпусе большая часть сложных и тяжелых деталей мостов и передних осей, в том числе картер заднего моста, картер редуктора, полуось заднего моста, коробка сателлитов, цапфа картера заднего моста, тормозные барабаны и ступицы колес, балка передней оси, поворотные кулаки и др., обрабатывается на автоматических линиях.

Автоматические линии, которых в корпусе более ста, работают как с приспособлениями-спутниками, так и без них. Для обработки сварных картеров заднего моста, например, применяется комплекс из девяти автоматических линий, связанных наполными транспортерами и подвесными конвейерами с автоматами навески и съема деталей. На четырех линиях осуществляется полная обработка картера редуктора заднего моста, вне линий — только токарная обработка для подготовки

базы, а также чистовое растачивание и роликовое раскатывание отверстий под подшипники.

Разъемная коробка сателлитов обрабатывается на двух автоматических линиях с интегральными схемами управления. На этих линиях производится токарное обтачивание и обработка всех крепежных отверстий и отверстий под крестовину дифференциала.

Обработка балки передней оси выполняется на трех линиях проходного типа, вне которых предусмотрено лишь предварительное протягивание концов балки по длине.

Комплекс автоматических линий осуществляет полную обработку тормозных барабанов и ступиц заднего колеса, включая их сборку и окончательное растачивание.

В области механизации и автоматизации сборочных работ применен ряд собственных разработок Горьковского автозавода. Так, спроектирован и создан комплекс из трех механизированных сборочных линий проходного типа с шаговым транспортером. Применение автоматов на сборочных операциях (рис. 1) значительно облегчило процесс сборки дифференциала, редуктора и заднего моста.

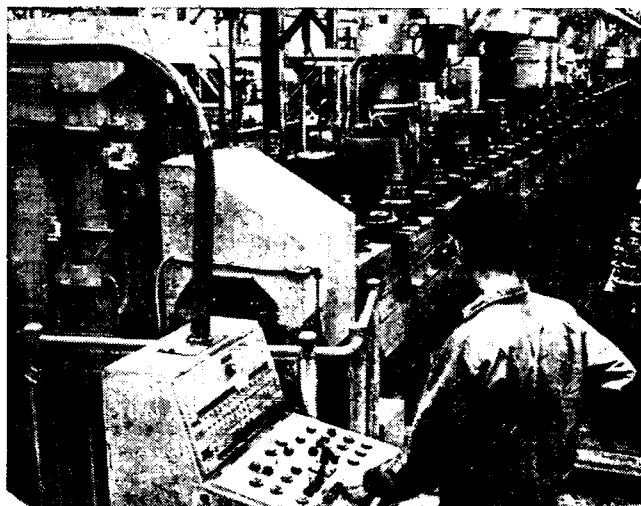


Рис. 1. Механизированная линия сборки дифференциалов заднего моста с ведомыми шестернями на Горьковском заводе мостов грузовых автомобилей

В литейном цехе № 8, спроектированном, с учетом опыта Волжского автозавода им. 50-летия СССР, в двухэтажном исполнении, установлены современные автоматические формовочные линии и смесеприготовительные системы. Для плавки металла применены индукционные тигельные и каналные печи. Впервые в стране на объектах объединения был применен метод блочного монтажа конструкций перекрытия.

Ценным является опыт реконструкции действующих цехов Горьковского автозавода без остановки производства. Большую сложность в этом отношении представляла реконструкция механосборочного корпуса № 1, построенного одним из первых на заводе. После выноса производства узлов шасси в корпусе проведена большая работа по укреплению колонн, подъему кровли, монтажу общеобменных вентиляционных, а также транспортных систем и механизмов без остановки главных конвейеров сборки грузовых автомобилей. В настоящее время заканчивается создание современного сборочного комплекса с автоматизированным цехом окраски и сборки кабин и четырьмя нитками конвейеров для сборки и отделки грузовых автомобилей, с комплексной системой подвесных толкающих конвейеров, управляемых при помощи ЭВМ.

Весь технологический процесс сборки в корпусе построен по принципу непрерывных транспортных потоков. Собранные кабины подаются из кузовного корпуса с помощью подвесного толкающего конвейера по межкорпусной галерее, а затем специальными передаточными механизмами передаются на толкающий конвейер участка окраски кабин. Загрунтованные кабины автоматически распределяются по трем линиям окончательной окраски, оборудованным напольными конвейерами, автоматами для окраски наружных поверхностей, системой очистных сооружений с рециркуляцией воды. Окрашенные кабины с помощью напольных транспортеров распределяются по четырем конвейерам обойки кабин, после чего тремя системами подвесных конвейеров подаются на четыре кондукторных конвейера сборки грузовых автомобилей. Стоечная конструкция главных сборочных конвейеров (рис. 2) позволяет значительно улучшить условия сборки и обеспечивает лучший доступ сборщикам к любой точке автомобиля.

Кроме кабин на сборочные конвейеры с помощью толкающих и подвесных конвейеров будут подаваться также рамы, оперение в сборе, двигатели в сборе с коробкой передач, ведущие мосты и передние оси в сборе с рессорами, колеса, бензобаки, подушки и спинки сидений.

Организация централизованных участков подсортировки основных узлов автомобиля вне главных конвейеров позволила более широко применять средства механизации и автоматизации сборочных операций и значительно снизить трудоемкость сборки. Общая длина подвесных, напольных конвейеров и транспортеров в корпусе составит более 19 км, в том числе длина подвесных толкающих конвейеров — более 13 км.

Внедряемая на заводе автоматизированная система управления и планирования производства включает в себя систему управления толкающими конвейерами и систему учета поступления и движения продукции в корпусе.

Опыт, накопленный в объединении при создании новых и перевооружении действующих цехов и производств, позволяет успешно решать задачи по дальнейшему развитию производственных мощностей в текущей, десятой пятилетке.

Работа в условиях производственного объединения показала целесообразность дальнейшего углубления специализации производства, что обеспечит наиболее эффективную организацию производства и систему его управления.

В этих целях продолжается отделение производства мелких серий от поточно-массового и размещение его на самостоятельных производственных площадях. В частности, для специализации мелкосерийного производства легковых автомобилей большого класса типа «Чайка» строится новый производственный корпус. В настоящее время узлы и детали этого автомобиля изготавливаются в цехах поточно-массового производства с использованием оборудования в технологических потоках легковых автомобилей основных моделей. Это создает определенные организационные трудности из-за увеличенной номенклатуры однотипных деталей на одном производственном участке с разной программой и различными техническими требованиями. Кроме того, использование специализированного оборудования и инструмента с поточных линий затрудняет проведение текущей модернизации и смену моделей автомобилей.

Новый корпус состоит из двух блоков, соединенных пешеходной галереей. Разделение корпуса на блоки обусловлено требованиями санитарной и пожарной безопасности к производству деталей из пенополиуретанов. В основном блоке размещаются участки механической обработки, прессово-кузовные, сборки, окраски и обойки кузовов, металлопокрытий, общей сборки и испытания автомобилей.

Особенностью спроектированных технологических процес-

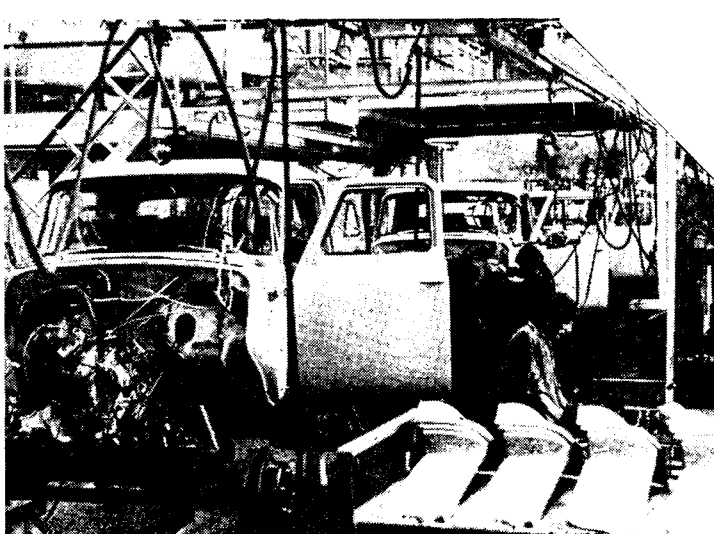


Рис. 2. Конвейер стоечного типа в цехе сборки грузовых автомобилей Горьковского автозавода

сов механической обработки является применение широкоуниверсальных станков с числовым программным управлением, что обеспечит более легкую переналадку оборудования. Принятая технология штамповки и сборки кузовов с использованием пресс-молотов с программным управлением, гидравлических прессов с полиуретановыми подушками, осадочно-растяжных станков и другого оборудования позволит значительно снизить расход свинцово-оловянистого припоя при опайке и рихтовке кузовов.

Защитно-декоративную окраску кузовов предусматривается выполнять на напольных конвейерах методом пневмораспыления и сушки в камерах с автоматическим регулированием температуры.

Сборка автомобилей будет осуществляться на стендах. Все автомобили должны проходить диагностический контроль эффективности работы тормозной системы, правильности регулировки передних колес и двигателя с анализом отработавших газов. Перед отправкой потребителю на поверхность автомобиля будет наноситься специальный консервирующий состав.

В корпусе предусмотрены новые виды гальванопокрытий, в том числе черное декоративное хромирование и металлопокрытие деталей из пластмасс.

Во втором блоке корпуса будет размещено производство деталей из пенополиуретанов для интерьера кузовов всех легковых автомобилей.

Большие работы предстоят по развитию заготовительных цехов. В настоящее время с юго-восточной стороны промышленной площадки автозавода ведется подготовка территории под строительство нового кузнечного цеха, где предполагается изготавливать тяжелые заготовки типа балок передних осей, коленчатых валов двигателя, шестерен главной передачи грузовых автомобилей. Штамповка основных деталей запроектирована на автоматизированных линиях, созданных на базе кривошипных горячештамповочных прессов усилием 6300 тс, и молотовых линиях с массой падающих частей до 16 000 кг.

Перед штамповкой заготовки будут нагреваться в индукционных нагревателях, термическую их обработку предполагается вести в газовых механизированных печах конвейерного и толкательного типов.

Ранее на Горьковском автозаводе был освоен процесс горячего накатывания зубьев ведомых шестерен заднего моста после предварительной механической обработки, давший значительный экономический эффект. В новом кузнечном цехе предусматривается дальнейшее совершенствование этого процесса. Заготовки ведомых шестерен, полученные на раскатном стане, будут подаваться на специальные станы для формообразования зубьев в горячем состоянии. Механическая обработка шестерен в механосборочном цехе будет проводиться уже на базе формованного зуба. Это позволит получить значительную экономию металла, а также улучшить прочностные свойства зубьев шестерен.

Дальнейшая специализация предполагает передачу производства рессор на специализированный завод в г. Синельниково. После прекращения изготовления рессор и ввода в эксплуатацию нового кузнечного цеха на автозаводе появится возможность проведения технического перевооружения действующего кузнечного производства на более высокой технологической базе, что сможет обеспечить увеличение производственных мощностей. При этом предполагается перевести изго-

товление ряда деталей типа шестерен с горизонтально-ковочных машин на горячевысадочные автоматы, организовать штамповочные линии на базе кривошипных горячештамповочных прессов усилием 1600—4000 тс с применением ковочных валцов — для деталей с вытянутой осью, а также штамповочные линии для деталей типа крестовин со штамповкой в разъемных матрицах, перевести изготовление деталей на станы клиновой прокатки, заменить молоты штамповочными прессами с электронагревом заготовок и др.

Увеличение объема выпуска отливок в объединении осуществляется как за счет доведения до проектных мощностей цехов Саранского литейного завода «Центролит» им. 50-летия ВЛКСМ, включенного в 1976 г. в состав объединения, так и за счет технического перевооружения и реконструкции действующих литейных цехов головного завода. Особенно большой объем работ предстоит выполнить по литейному корпусу ковкого чугуна с полной реконструкцией литейного цеха № 1.

Проектом предусматривается без остановки работ в цехе выстроить во дворе между формовочным и обрубным отделениями двухэтажное здание с развернутой площадью около 11 тыс. м<sup>2</sup>, что даст возможность разместить две автоматические формовочные линии и смесеприготовительную систему к ним. Одновременно подвергнется реконструкции устаревшее плавильное отделение цеха с заменой вагранок индукционными плавильными печами. Применение индукционной плавки позволит организовать производство отливок из высокопрочного чугуна, что в свою очередь даст возможность увеличить выпуск литья. Кроме того, расширение литейного цеха № 1 позволит продолжить техническое перевооружение литейного корпуса.

В текущем пятилетии будут продолжены работы по техническому перевооружению и улучшению условий труда в литейных цехах № 2 и 4. В этих цехах вводятся автоматические линии для изготовления литейных форм, монтируются автоматические смесеприготовительные системы, автоматизируются операции заливки, очистки и обработки отливок, повышается культура производства.

Для обеспечения потребности в запасных частях к автомобилям семейства ГАЗ в объединении в этой пятилетке заканчиваются работы по строительству заводов запасных частей в городах Арзамасе и Чернигове и созданию на них проектных мощностей. Кроме того, разработано технико-экономическое обоснование и предполагается осуществить строительство нового механосборочного корпуса № 10 на площадке, примыкающей к территории Горьковского автозавода. В этом корпусе предусмотрено организовать производство наиболее дефицитных узлов и деталей, прежде всего специальной номенклатуры. Корпус предполагается строить из типовых конструкций с применением сборного железобетона. Максимальное использование универсального оборудования даст возможность при необходимости изменять номенклатуру изготавливаемых запасных частей.

Полный цикл технологической обработки, включая консервацию и упаковку запасных частей, позволит отгружать продукцию из корпуса непосредственно потребителям.

Кроме строительства нового корпуса намечено осуществить ряд мероприятий по увеличению выпуска запасных частей в действующих цехах головного завода, на Арзамасском и Черниговском заводах автозапчастей, а также на Канибадамском

заводе «Автозапчасть» за счет установки дополнительного технологического оборудования.

В производственном объединении «ГАЗ», так же как и на других предприятиях отрасли, в текущем пятилетии будет значительно увеличено производство прогрессивного технологического оборудования. Мощности по выпуску такого оборудования к концу пятилетия должны достичь 35 млн. руб. в год, что равно годовому объему производства большого специализированного станкостроительного завода.

Для решения этой задачи предполагается осуществлять широкую кооперацию производства между заводами объединения с выделением производственных площадей из числа действующих и строящихся на Горьковском автозаводе, Горьковском заводе штампов и пресс-форм, Горьковском заводе мостов грузовых автомобилей, Арзамасском заводе автозапчастей.

Для нужд производственного объединения «ГАЗ» и других автозаводов страны будет освоено производство высокоточных круглошлифовальных станков, находящихся на уровне лучших мировых образцов, в том числе многокруговых и для силового шлифования, холодновысадочных пресс-автоматов, холоднотамповочных одно- и многопозиционных прессов усилием 100 и 200 тс со средствами автоматизации и механизации. Уже изготовлены первые образцы высокопроизводительных дробебетных барабанов для литейных цехов.

Это современное технологическое оборудование вместе с аналогичным оборудованием, осваиваемым на других автозаводах и объединениях отрасли, будет служить залогом в деле дальнейшего технического перевооружения объединения в последующих пятилетках, в том числе повышения грузоподъемности и дизелизации грузовых автомобилей, увеличения объемов их производства при сохранении численности работающих.

Задачи, поставленные перед производственным объединением «ГАЗ» по техническому перевооружению на десятую пятилетку, кроме работ по увеличению выпуска запасных частей включают в себя значительное обновление конструкций грузовых и легковых автомобилей с улучшением их технико-экономических показателей, качества и конкурентоспособности.

Одной из важнейших задач технического перевооружения является экономия материалов и металла, прежде всего черного проката. В связи с этим на Арзамасском заводе автозапчастей предполагается создать цех для холодной объемной штамповки деталей взамен автоматной обработки, что позволит сэкономить более 8 тыс. т проката в год.

Намечены также другие мероприятия по повышению мощностей основных и вспомогательных цехов объединения за счет внедрения новой техники и технологии, освоения нового высокопроизводительного оборудования.

Для решения сложных технических и инженерных задач требуются высококвалифицированные кадры. В целях улучшения подготовки кадров на головном заводе объединения заканчивается сооружение многоэтажного учебного центра с учебно-производственной базой.

Претворяя в жизнь решения XXV съезда КПСС, руководствуясь постановлением ЦК КПСС «О работе партийных организаций Горьковского автомобильного завода в условиях производственного объединения», коллектив объединения активно работает над дальнейшим совершенствованием производства, увеличением мощностей по выпуску высококачественной продукции, повышением эффективности производства, над успешным выполнением заданий десятой пятилетки.

УДК 629.113.002:621.9

## Конструкционная сталь с защитным хромовым покрытием

Ю. К. БЕЛОВ, Е. П. ПОНОМАРЕНКО, В. И. ФАЛКОН,

А. И. БУРДО, В. Д. КАЛЬНЕР, В. А. КОВРИГИН

УкрНИИспецсталь

**В** СВЯЗИ с широким развитием автомобилестроения возникла необходимость изыскания новых, более совершенных и экономичных материалов. Прежде всего это относится к стальному прокату улучшенного профиля и сортамента, а также с защитными покрытиями.

Большой интерес представляет стальной прокат (полоса) с диффузионным хромовым покрытием, получаемый по технологии, разработанной УкрНИИспецсталью.

Рассмотрим технологию получения стального проката с защитным покрытием, его свойства и область применения.

Защитные покрытия хрома наносятся на движущуюся стальную ленту в вакууме. Диффузионный слой образуется при испарении нагретого феррохрома (сплава, содержащего 70% хро-

ма и 30% железа) и конденсации его паров на нагретой стальной ленте. Перед металлизацией ленту нагревают до температур, обеспечивающих взаимную диффузию хрома конденсированного слоя и железа стальной матрицы.

Лента с покрытием имеет серебристый металлический или матовый оттенок, шероховатость поверхности  $Ra=0,63 \div 1,25$  мкм ( $\nabla 7$ ). Получаемое покрытие имеет толщину 30—160 мкм с концентрацией хрома на поверхности 18—69% (остальное железо).

На низкоуглеродистой стали типа 08кп (08Ю) получены различные структуры защитного слоя (рис. 1), что зависит от условий металлизации.

Изменяя скорость подачи паров феррохрома к защищаемой

поверхности и скорость диффузии их в подложку, можно увеличивать или уменьшать зоны слоя. Чисто диффузионный слой (рис. 1, а) получен при ограниченном поступлении паров металлатора к нагретой стальной поверхности. Увеличение массопереноса сублимированных паров к стальной поверхности обеспечивает получение на ней двухзонного конденсатно-диффузионного слоя (рис. 1, б). Концентрация хрома на поверхности такого слоя достигает 70—80%.

Высокотемпературные процессы диффузионного насыщения поверхности могут сопровождаться образованием гетероструктур (рис. 1, в), отличающихся от конденсатно-диффузионных наличием граничных внедрений инородных фаз (карбидов, нитридов).

Необходимое количество углерода, азота и других элементов поступает в реакционную зону из газовой фазы (остаточные газы в вакуумной камере) или из стальной матрицы.

Диффузионные хромовые покрытия изучали металлографическими методами (толщина и соотношение зон, структура слоя и его микротвердость и т. д.), спектральными и микроаналитическими (концентрация хрома на поверхности и распределение его по глубине).

В переходной зоне диффузионного слоя между слоем и матрицей образуется тонкая прослойка перлита, обогащенная углеродом (рис. 1). Выше находится зона  $\alpha$ -твердого раствора хрома в железе или железа в хrome. Содержание хрома на поверхности диффузионного слоя составляет 30—50% (табл. 1).

Таблица 1

Толщина ленты в мм	Толщина слоя в мкм			Содержание хрома на поверхности в %
	напыленная зона	диффузионная зона	полный слой	
0,6	3	28	31	18,8—21,5
0,6	5	37	42	35—37,1
0,6	22	44	66	53—55,3
1,2	10	42	52	49,3—52,5
1,5	16	49	65	60,2—64
2,0	11	30	41	48—52,8
2,0	23	72	95	65—69

По глубине  $b$  слоя (рис. 2) содержание хрома уменьшается от максимального на поверхности до исходного в стали. Плавный ход кривой распределения хрома нарушается в точке перегиба и связан с наличием границы превращения  $\gamma \rightarrow \alpha$  при температуре хромирования. Микротвердость  $H_{\mu}$  хромированного слоя примерно пропорциональна концентрации хрома в нем. Аномальное отклонение микротвердости наблюдается только в переходной перлитной зоне, обогащенной углеродом, поступившим из сердцевины.

Концентрация хрома на поверхности (табл. 1), определенная спектральным методом, представляет собой усредненные значения на глубину 10—15 мкм (глубина пробы слоя искровым разрядом). Микроаналитическим методом на микрозонде «Камека» получены истинные значения концентрации хрома в каждой точке по глубине покрытия.

Спектральный и микроаналитический методы анализа дают возможность оценить содержание хрома в покрытии в целом. Для производственных целей можно ориентироваться на результаты спектрального анализа поверхности материала

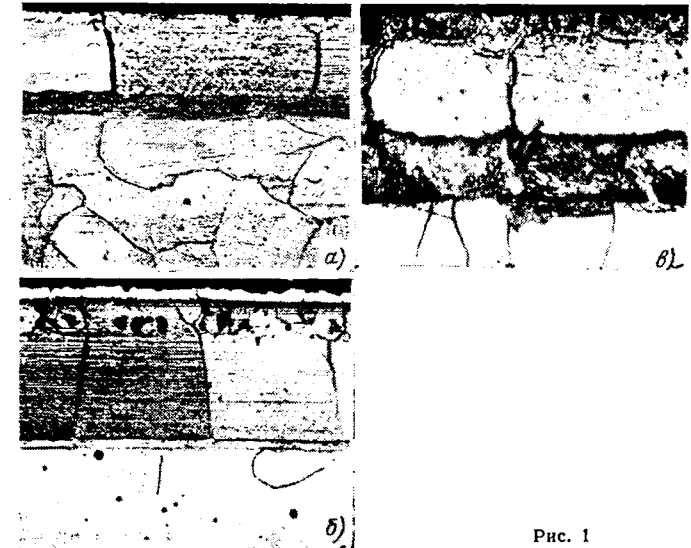


Рис. 1

(погрешность определения  $\pm 8\%$ ). Анализ поверхности покрытий, имеющих толщину, соизмеримую с глубиной пробы искровым разрядом, будет давать заниженные результаты.

Конденсатная зона слоя отличается высокой концентрацией хрома ( $\sim 80\%$ ) и повышенной микротвердостью (250—260 кгс/мм<sup>2</sup>). Пластичность высокохромистого покрытия поэтому меньше, чем диффузионного. Присутствие карбонитридных включений в поверхностном слое (рис. 1, в) также уменьшает пластические свойства диффузионного хромового покрытия.

Исследование механических свойств хромированной стали 08кп с диффузионным хромовым покрытием показало, что они незначительно отличаются от механических свойств исходного материала (табл. 2) и не выходят за нормы ГОСТ 9045—70 и ГОСТ 380—71 для низкоуглеродистых конструкционных сталей. С увеличением толщины конденсатно-диффузионного слоя (более 60 мкм) заметно уменьшается пластичность материала.

Таблица 2

Толщина		Механические свойства			Глубина выдавливания (по Эриксену) в мм
полосы в мм	слоя в мкм	$\sigma_T$ в кгс/мм <sup>2</sup>	$\sigma_B$ в кгс/мм <sup>2</sup>	$\delta$ в %	
1	40—47	18,0	32,8	31,2	10,2
1	52—65	19,7	33,3	28,7	9,8
1	58—70	22,5	36,3	28,5	9,7
2	55—60	19,2	33,8	42,3	—
2	66—72	18,8	34,5	40,0	—
2	95—100	22,8	36,8	35,7	—

Глубина выдавливания (по Эриксену), характеризующая склонность металла к штампуемости, зависит от толщины слоя, концентрации хрома в нем и ряда других факторов. Получен металл для нормальной и глубокой вытяжки (табл. 2), что позволяет производить из него широкий сортамент изделий, в том числе и штамповкой.

Конденсатная зона слоя при вытяжке может растрескиваться (рис. 3), но диффузионный подслоя сохраняет высокие антикоррозионные свойства (содержание хрома в нем 20—30%). Изучение привеса  $q$  образцов на воздухе показало, что при высоких температурах  $T$  сталь с хромовым покрытием может работать до 800°C (рис. 4, кривая 1). Ресурс работы такого материала при температуре 800°C составляет 250—300 ч, при температуре 700°C — более 500 ч. Более высокие жаростойкие свойства (кривая 2) получены при увеличении концентрации хрома и толщины защитного слоя ( $b=50\div 90$  мкм, содержание хрома более 50%).

Испытания в химических средах (азотной кислоте, конденсате отработавших газов и др.) проводили на хромированной стали с разной степенью вытяжки. Высокую стойкость (1-й балл стойкости) показали образцы с защитным слоем более 50 мкм при концентрации хрома на поверхности 50—64% (время испытания 500 ч); 2-й балл коррозионной стойкости получен при концентрации хрома на поверхности 18—30%.



Рис. 3

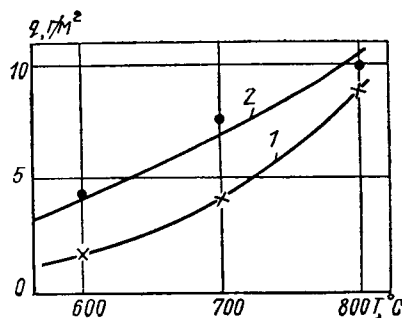


Рис. 4

На основании анализа физико-механических, прочностных, коррозионных свойств хромированной полосы и особенностей вакуум-диффузионной металлизации предполагается организовать централизованное производство полос повышенной штампуемости (коррозионная стойкость два-три балла) и нормальной штампуемости (коррозионная стойкость один-два балла).

Разбивка полос по штампуемости на две группы позволяет получить хромированные полосы для глубокой вытяжки — при толщине диффузионного слоя 30—50 мкм и концентрации хрома на поверхности 20—30%, а также высокой коррозионной стойкости — при толщине диффузионного слоя 50—80 мкм и концентрации хрома на поверхности 40—60%.

Себестоимость хромированной полосы, по предварительным данным, примерно на 30% больше, чем полосы без защитного покрытия, но в 2 раза меньше, чем нержавеющей стали, вместо которой она может применяться.

УДК 621.9.04.022-29

## Шаржирование поверхностного слоя стальных штампованных сепараторов подшипников

В. И. ЕЛИСЕЕВ, кандидаты техн. наук Л. И. МАРКУС, А. П. БАБИЧЕВ

Всесоюзный научно-исследовательский конструкторско-технологический институт подшипниковой промышленности

В РАБОТАХ [1 и 2] отмечается, что после виброабразивной обработки закаленных и отожженных конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов наблюдается схватывание металла с абразивными зернами, в результате чего на поверхности возникают характерные адгезионные пятна.

Известно, что присутствие абразива в поверхностных слоях контактирующих деталей в значительной мере определяет их эксплуатационные свойства [3]. В связи с этим были исследованы интенсивность и степень шаржирования поверхностного слоя деталей абразивными частицами при виброобработке в различных абразивных наполнителях.

Шаржирование поверхностного слоя холоднокатаной сепараторной ленты из сталей 08кп и 10кп исследовали на образцах, представляющих собой штампованные из бунтовой ленты плоские диски диаметром 60 и толщиной 2,5 мм, а также на плоской поверхности дна заготовок сепараторов конических роликоподшипников, обработанных на экспериментальном вибрационном стенде с рабочей камерой объемом 18 л. Образцы и заготовки партиями по 5 шт. обрабатывали в различных наполнителях. Виброобработка осуществлялась при постоянном прокачивании 2%-ным водным раствором продукта «ТОСОЛ-ОИЗ» на режимах: амплитуда колебаний 3 мм, частота 16,6 Гц.

Для анализа изменения интенсивности шаржирования поверхностного слоя материала сепараторной ленты от длительности виброобработки образцы исследовали через 30, 60 и 90 мин пребывания в контейнере. В качестве рабочего наполнителя применяли бой абразивных кругов марок 24А25СМ2К, 24А25СТ1К, ЭК45ЧТ6К грануляции 10 и 15 мм, фарфоровые шары диаметром 6 и 12 мм, а также формованные гранулы ПТ-10 и ПТ-15.

В ряде случаев, чтобы получить высокий класс шероховатости и блестящую поверхность, детали после виброабразивной зачистки подвергают виброполированию в среде стальных шаров. В связи с этим изучали степень шаржирования поверхности образцов после двухстадийной обработки: 30 мин в указанных выше абразивных наполнителях с последующей виброполировкой в течение 20 мин в среде стальных закаленных шаров диаметром 3—8 мм.

Кроме того, проведены исследования принципиальной возможности разрушения адгезионных соединений продуктов износа абразивного наполнителя с металлом и удаления с поверхностного слоя частиц абразива с использованием технологических приемов ультразвуковой очистки. Для этой цели применяли барабанно-шнековую машину ультразвуковой мойки модели МАКС-2, созданную на Первом государственном подшипниковом заводе. Источником ультразвуковых колебаний служили магнитострикционные преобразователи ПМС-6-22 мощностью 2,5 кВт, частотой 20 кГц. Питание осуществлялось от генератора УЗГ-2-10. Моющий водный раствор содержал 15—20% тринатрийфосфата и 0,2—0,3% смачивателя ОП-10. Температура раствора 55—60°C.

Исследования обработанной поверхности проводили с помощью качественного спектрального анализа методом суммарной экспозиции при последовательном обжиге девяти участков исследуемой поверхности. В качестве нижнего электрода использовали анализируемый образец. Верхним электродом служил неподвижный медный стержень диаметром 6 мм, заточенный на конус. Источником возбуждения являлся

генератор ИГ-3, работавший в режиме искры. Продолжительность обжига составляла 10 с, суммарная экспозиция — 90 с. Применяемые режимы обжига обеспечивали получение спектра с исследуемой поверхности на глубине 6—10 мкм. Во время исследований применяли кварцевый спектрограф средней дисперсии ИСП-28 с шириной щели 19 мкм. Фотопластинки — спектрографические типа 1, светочувствительность 6 ед.

Плотность почернения спектральных линий измеряли на регистрирующем микрофотометре МФ-2. При этом плотность почернения проявленных изображений спектральных линий на фотографической пластинке являлась исходной величиной для вычисления относительной интенсивности спектральных линий и ее сопоставления с концентрациями эталонов.

Для определения качественных изменений, происшедших в поверхности образцов в результате виброобработки, измеряли почернение аналитической пары спектральных линий с близкими длинами волн: Al — 3082 Å (линия основы алюминия) и Fe — 3083 Å (линия основы исследуемой стали), а также Si — 2516,1 Å в сравнении с Fe — 2518,2 Å.

Выбор спектров данных элементов для сравнения объясняется отсутствием алюминия и незначительным содержанием кремния (следы) в составе испытуемых сепараторных сталей, в то время как эти материалы составляют основу используемых при виброобработке абразивных наполнителей.

Отсчетная шкала микрофотометра МФ-2 проградуирована непосредственно в значениях почернений  $S$  [4 и 5]. Простой отсчет по шкале дает величину  $S$ , и для определения разности почернений можно воспользоваться выражением  $\Delta S = S_2 - S_1$ .

В данном случае

$$\Delta S_{Al} = S_{Al}(3082 \text{ Å}) - S_{Fe}(3083 \text{ Å}),$$

$$\Delta S_{Si} = S_{Si}(2516,1 \text{ Å}) - S_{Fe}(2518,2 \text{ Å}).$$

Полученную разность почернений записывали в протокол испытаний. В качестве окончательного результата принимали среднеарифметические значения, получаемые по пяти образцам, одновременно подвергавшимся виброобработке.

Результаты экспериментального исследования шаржирования поверхностного слоя стальной холоднокатаной сепараторной ленты представлены в табл. 1.

В спектрах обработанной поверхности образцов появилась линия алюминия Al — 3082 Å и наблюдается значительная интенсификация яркости линии Si — 2516,1 Å. Это подтверждает тот факт, что в результате виброобработки произошло внедрение частиц абразива в поверхность металла. Очевидно, алюминий из связи также внедряется в обрабатываемую поверхность, так как в спектрах образцов, обработанных в бое шарошлифовальных кругов и в фарфоровых наполнителях, где основу абразивного материала составляют соединения карбида кремния и кремнезема, происходит увеличение содержания кремния и появляются также линии алюминия.

Анализ табл. 1, в которой представлены результаты фотометрирования сравнительных почернений исследуемых пар линий, позволяет сделать следующий вывод. Наибольшую степень шаржирования обрабатываемой поверхности по суммарному наличию Al и Si дал бой шлифовальных кругов марок 24А25СТ1К и 24А25СМ2К, затем — по убыванию интенсивности шаржирования — идут бой шарошлифовальных кругов марки ЭК45ЧТ6К и наполнитель ПТ-15, далее фарфоровые



Таблица 1

Вид наполнителя	Значения $\Delta S_{Al}$ при длительности процесса в мин			Значения $\Delta S_{Si}$ при длительности процесса в мин		
	30	60	90	30	60	90
ПТ-10 . . . . .	+0,14	+0,15	+0,15	-0,20	-0,18	-0,16
ПТ-15 . . . . .	+0,34	+0,37	+0,37	+0,18	+0,20	+0,23
24A25CM2K:						
грануляции 10 мм	+0,31	+0,36	+0,34	+0,11	+0,13	+0,14
грануляции 15 мм	+0,33	+0,38	+0,37	+0,14	+0,17	+0,18
24A25CT1K:						
грануляции 10 мм	+0,41	+0,43	+0,43	+0,14	+0,16	+0,18
грануляции 15 мм	+0,44	+0,48	+0,48	+0,16	+0,19	+0,21
ЭКЧ54Т6К:						
грануляции 10 мм	+0,16	+0,16	+0,19	+0,21	+0,22	+0,22
грануляции 15 мм	+0,18	+0,22	+0,21	+0,32	+0,34	+0,36
Фарфоровые шары:						
диаметром 6 мм	+0,05	+0,07	+0,04	-0,08	-0,06	-0,04
диаметром 12 мм	+0,10	+0,12	+0,15	+0,08	+0,12	+0,14

Примечание. В необработанной поверхности Al отсутствует,  $\Delta S_{Si} = -0,52$ .

Таблица 2

Вид наполнителя	Значения $\Delta S_{Al}$			Значения $\Delta S_{Si}$		
	А	Б	В	А	Б	В
ПТ-10 . . . . .	+0,12	+0,09	+0,07	-0,28	-0,21	-0,33
ПТ-15 . . . . .	+0,29	+0,29	+0,24	+0,18	+0,16	+0,12
24A25CM2K:						
грануляции 10 мм	+0,37	+0,35	+0,33	+0,11	+0,10	+0,08
грануляции 15 мм	+0,40	+0,36	+0,29	+0,14	+0,12	+0,10
24A25CT1K:						
грануляции 10 мм	+0,41	+0,40	+0,36	+0,13	+0,17	+0,12
грануляции 15 мм	+0,48	+0,46	+0,37	+0,19	+0,21	+0,16
ЭКЧ54Т6К:						
грануляции 10 мм	+0,18	+0,19	+0,14	+0,22	+0,21	+0,18
грануляции 15 мм	+0,24	+0,22	+0,16	+0,37	+0,38	+0,34
Фарфоровые шары:						
диаметром 6 мм	+0,11	+0,09	+0,06	-0,04	-0,05	-0,07
диаметром 12 мм	+0,16	+0,17	+0,14	+0,06	+0,04	-0,01

Примечание. В необработанной поверхности Al отсутствует,  $\Delta S_{Si} = -0,49$ .

шары диаметром 12 мм. Незначительную степень шаржирования дают фарфоровые шары диаметром 6 мм и наполнитель ПТ-10. Эксперименты показали также, что увеличение продолжительности виброобработки деталей свыше 30 мин не приводит к значительному увеличению шаржирования. По-видимому, интенсивность внедрения абразивных частиц в поверхностный слой при формировании нового микрорельефа можно соотносить в определенной мере с величиной образующейся шероховатости поверхности, значение которой при виброобработке материала сепараторной ленты в используемых наполнителях стабилизируется после 30—35 мин обработки.

По результатам, представленным в табл. 1, видно, что с увеличением размеров гранул наполнителя содержание абразива в обработанных образцах повышается. Это происходит потому, что увеличиваются силы контактного воздействия между абразивными частицами и поверхностью металла.

Наполнители меньшей твердости меньше шаржируют поверхность деталей при других аналогичных характеристиках. Это можно объяснить более легким разрушением абразивного материала при меньших усилиях взаимодействия с поверхностью металла и эффективным удалением промывочной жидкостью абразивных частиц из рабочего контейнера.

Как и следовало ожидать, при обработке в абразивных гранулах из электрокорунда белого (24A25CT1K) в поверхностном слое отмечается повышенное содержание Al, поскольку в основе абразивного материала этой марки содержатся соединения алюминия ( $Al_2O_3$ ). Бой шарошлифовальных кругов марки ЭКЧ54Т6К дает более интенсивное шаржирование кремнием. Это связано с тем, что основу абразивного материала шарошлифовальных кругов составляет карбид кремния черный и зеленый ( $SiC$ ).

В табл. 2 в колонках А приведены результаты фотометрирования интенсивности спектра исследуемых линий Al и Si поверхности образцов после виброабразивной обработки в течение 30 мин. В двух других колонках представлены результаты шаржирования поверхностей этих же образцов после вибрационного полирования продолжительностью 20 мин в среде стальных закаленных шагов (колонки Б), а также образцов, прошедших затем промывку в машине ультразвуковой мойки МАКС-2 (колонки В).

Анализ табл. 2 показывает, что степень шаржирования поверхности, полученная в результате виброабразивной обра-

ботки, сохраняется и при последующем виброполировании в среде металлических полирующих тел. Интенсивность спектральных линий после первой, виброабразивной и второй, виброполировочной операций меняется незначительно.

Применение ультразвуковой промывки стальных образцов после виброобработки для отделения и удаления абразивных частиц с поверхностного слоя металла оказалось также малоэффективным (табл. 2).

Таким образом, с помощью качественного спектрального анализа установлено, что при виброабразивной обработке малоуглеродистых сталей типа 08кп и 10кп поверхностный слой металла насыщается продуктами износа рабочих наполнителей. Глубина внедрения частиц и интенсивность шаржирования поверхностного слоя при фиксированных режимах обработки зависят от размера гранул наполнителя, его характеристики и времени обработки. Максимальная глубина проникновения частиц в обработанную поверхность составляла 10—13 мкм.

Наименьшая степень шаржирования поверхностного слоя деталей в процессе их виброабразивной обработки наблюдается при использовании в качестве рабочей среды наполнителей из фарфора и гранул типа ПТ производства Московского абразивного завода.

Промывка виброобработанных деталей в моечных машинах с применением ультразвуковых колебаний практически не уменьшает степени шаржирования поверхности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабичев А. П., Самодумский Ю. М. Изучение микротопографии и механизма формирования поверхности детали при виброабразивной обработке. — «Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы», 1974, № 2.
2. Ляликова Н. Т., Ерофеев Н. А. О механизме износа металла в вибрирующей абразивной среде. — «Известия вузов. Машиностроение», 1969, № 10.
3. Хрущев М. М., Бабичев А. М. Абразивное изнашивание. М., «Наука», 1970.
4. Прокофьев В. К. Фотографические методы количественного спектрального анализа металлов и сплавов. М., ГИТТЛ, 1951.
5. Зайдель А. Н., Островская Г. В., Островский Ю. И. Физика и техника спектрального анализа. М., «Наука», 1976.

## Изыскание оптимальных условий применения деформирующе-режущих прошивок при обработке поковок

С. С. ЕВСТРАТОВ, Т. Н. КОВБАС, Б. А. КОЗЛОВ

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

УДК 621.9.001:669.15

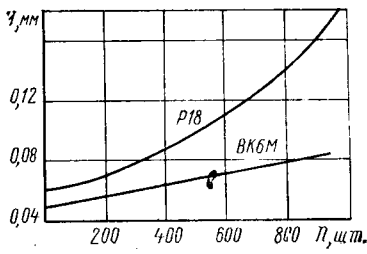
НА ОСНОВЕ разработанной на кафедре Т-1 Завода-вуза при Московском автозаводе им. И. А. Лихачева общей теории проектирования прогрессивных методов обработки [1] создан метод деформирующе-режущего прошивания<sup>1</sup>.

Схема обработки, представляющая собой чередование пластического деформирования поверхностного слоя металла с последующим его срезанием, позволяет в ряде случаев повысить

стойкость режущего инструмента до 10 раз, снизить шероховатость обработанной поверхности и увеличить производительность в 2—3 раза. Процесс осуществляется с помощью комбинированной деформирующе-режущей прошивки, состоящей из чередующихся деформирующих элементов и режущих секций.

Применение нового метода показало его высокую эффективность при прошивании предварительно обработанных отверстий. Возможность его использования при прошивании необработанных отверстий пока не изучена.

<sup>1</sup> «Открытия», изобретения, промышленные образцы и товарные знаки», 1969, № 14 (Авт. св. № 241930).



Влияние количества  $n$  обработанных деталей на износ  $I$  деформирующих элементов

При обработке поковок деталей типа колец отмечаются следующие особенности эксплуатации прошивок: работа по корке, большие натяги на деформирующие элементы [2], вызванные низкой жесткостью и большой исходной погрешностью заготовок. В этом случае секции прошивки работают в такой последовательности: 1) работа первых деформирующих

элементов по корке; 2) срезание уплотненного коркового слоя; 3) работа деформирующих элементов по обработанной поверхности; 4) работа режущих секций по уплотненной обработанной поверхности. Эти особенности прежде всего сказываются на снижении износостойкости и прочности деформирующих элементов инструмента.

Для обеспечения высокой прочности и износостойкости режущих секций и деформирующих элементов инструмента необходим правильный выбор материалов для их изготовления с заданными физико-механическими свойствами. Различные элементы и секции прошивки работают в принципиально разных условиях, что обуславливает необходимость их изготовления из различных материалов. Опыт эксплуатации деформирующе-режущих прошивок при обработке поковок из стали ШХ15 показал, что режущие секции инструмента целесообразно изготавливать из быстрорежущей стали.

Износостойкость деформирующих элементов, выполненных из твердого сплава ВК6М, значительно выше, чем элементов из быстрорежущей стали P18 (см. рисунок). Это позволяет сохранить высокую точность их формы в поперечном сечении. Так, после прошивки отверстий диаметром 34,7 мм у 1200 поковок колец некруглость деформирующих элементов прошивок увеличилась всего на 1,5 мкм. Вместе с тем некруглость деформирующих элементов в значительной степени сказывается на некруглости прошитого отверстия:

Некруглость в мкм:			
деформирующего элемента	1,5	2,0	4,5
прошитого отверстия	3,0	3,5	4,5

Однако в связи с недостаточной прочностью твердосплавных материалов область их применения ограничена. Деформирующие элементы из сплавов ВК6М и ВК10, хорошо работающие по предварительно обработанной поверхности, часто разрушаются при работе по корке, причем в этом случае возможен как продольный, так и поперечный излом. Поэтому первый деформирующий элемент, работающий по корке, рекомендуется изготавливать из быстрорежущей стали, а последующие, работающие по уже обработанной поверхности, — из твердого сплава.

Во время исследований установлено также, что в случае неправильного выбора технологии изготовления твердосплавных деформирующих элементов, работающих по обработанной поверхности, после прошивки 100—200 поковок примерно на 30—40% этих элементов появлялись трещины, приводившие в дальнейшем к их разрушению.

Известно, что прочность твердосплавных изделий при прочих равных условиях зависит в основном от уровня и знака технологических остаточных напряжений, возникающих в процессе их обработки [3—5].

Экспериментально установлено наличие тесной корреляционной связи между величиной остаточных напряжений и среднеарифметическим значением статической прочности  $\sigma_{ст}$  твердых сплавов. Математически эта зависимость выражается уравнением

$$\sigma_{ст} = \sigma_0 - k\sigma_{ост},$$

где  $\sigma_0$  — прочность твердого сплава при нулевом уровне остаточных напряжений;  
 $k$  — коэффициент регрессии, учитывающий степень влияния остаточных напряжений на статическую прочность;  
 $\sigma_{ост}$  — максимальная величина остаточных напряжений (с учетом знака).

Например, для сплава Т15К6 коэффициент  $k=0,1$ , а прочность  $\sigma_0=111,35$  кгс/мм<sup>2</sup>.

С точки зрения надежности работы твердосплавного инструмента наиболее важной его прочностной характеристикой является не среднеарифметическое значение прочности, а ее минимальная величина, гарантированная с вероятностью 90—95%. Это значение прочности является особенно важным при эксплуатации инструмента на поточных и автоматических линиях в условиях принудительного его замены. Анализ показал, что гарантированная прочность имеет еще более тесную связь с уровнем остаточных напряжений (коэффициент корреляции  $r=0,958$ ). При этом степень влияния возрастает примерно в 3 раза.

Из приведенного выше уравнения следует, что статическую прочность твердосплавного изделия можно существенно повысить путем создания в поверхностном слое сжимающих остаточных напряжений высокого уровня. Это достигается рациональным построением технологического процесса обработки изделия.

В настоящее время для обработки твердых сплавов наиболее часто применяют алмазное и электроалмазное шлифование. Поэтому в основу эксперимента были положены эти два метода. Режимы обработки варьировали в следующем диапазоне: удельное давление круга 5—10 кгс/см<sup>2</sup>, продольная подача 1—3 м/мин. Прочие условия эксперимента оставались неизменными: станок фирмы Вендт, алмазный круг 250×20 АСВ 80/63—ТМ2—5—100%, охлаждение — водный раствор нитрита и нитрата натрия. Скорость круга 20 м/с. Плотность тока при электроалмазном шлифовании 50—70 А/см<sup>2</sup>.

Обработка полученных результатов показала, что наиболее высокий уровень остаточных напряжений сжатия наблюдается при алмазном шлифовании, причем величина напряжений приближается к пределу текучести и слабо зависит от режимов шлифования.

Проведенные исследования позволили построить оптимальный технологический процесс обработки твердосплавных деформирующих элементов прошивки: сначала электроалмазное шлифование всех поверхностей деформирующего элемента, а затем чистовое алмазное шлифование всех поверхностей до окончательного размера. Подобная последовательность позволяет с наиболее высокой производительностью удалить основную часть припуска на первой стадии обработки и обеспечить требуемые физико-механические свойства рабочих поверхностей — на второй.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А. М. — «Автомобильная промышленность», 1975, № 1.
2. Кузнецов А. М., Крючков А. А. Высокопроизводительные деформирующе-режущие протяжки новой конструкции. — В сб.: Высокопроизводительный режущий инструмент (материалы семинара). М., «Машиностроение», 1974.
3. Спирина С. И., Свердлов Б. М., Спирина Н. И. — «Проблемы прочности», 1975, № 9.
4. Евстратов С. С. Остаточные напряжения в твердых сплавах при электроалмазном шлифовании и их влияние на прочность инструмента. — В сб.: Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. М., МДНТП, 1975.
5. Захаренко И. П., Созин Ю. И. и др. Изменение тонкой кристаллической структуры и остаточных напряжений I рода в зависимости от характеристик алмазных кругов и их влияние на прочность режущей кромки инструмента. — В сб.: Резание и инструмент. Харьков, ХИМЭСХ, 1974.



# Выбор методов зачистки заусенцев на автомобильных деталях

А. С. РОМАНОВ

Курганское проектно-конструкторское бюро

**ПРИ РАЗРАБОТКЕ** технологического процесса удаления заусенцев и притупления острых кромок сказывается недостаток информации о сущности и характере воздействия на детали многих методов обработки. Это затрудняет выбор наиболее оптимальных методов обработки для той или иной конкретной детали.

В результате анализа взаимодействия детали с обрабатывающей средой, на основе экспериментальных исследований и обобщений опыта предприятий отрасли нами предложен классификатор технологических методов удаления заусенцев с деталей автомобилей. В зависимости от характера основного разрушающего воздействия на заусенцы технологические методы разбиты на четыре группы: механические, химические, электрические и термические.

К механическим методам отнесены галтовка в барабанах и колоколах, виброабразивная обработка, шпиндельно-абразивная (виброшпиндельная обработка и обработка в уплотненной среде), абразивно-струйная обработка (пескоструйная, дробеструйная, абразивно-жидкостная), обработка приводными щетками и иглофрезами.

Планетарный центробежно-шлифовальный способ снятия заусенцев, рассматриваемый некоторыми авторами как самостоятельный, по характеру основного разрушающего воздействия на заусенец обрабатывающей среды идентичен галтовке в барабанах и колоколах, поэтому отдельно не рассматривается, хотя эффективность его для мелких деталей по отношению к галтовке бесспорна.

Химическими методами обработки (химико-механическим и обработкой в атмосфере горячего хлора) заусенцы удаляются путем растворения металла или сжигания его в атмосфере раскаленных газов и паров.

Электрическими методами обработки (электрохимической, электрогидравлической и ультразвуковой) заусенцы разрушаются в результате электронского разряда или электроэрозионного растворения металла.

Термическими методами обработки заусенцы удаляются под воздействием теплового удара.


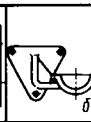
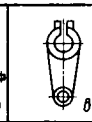
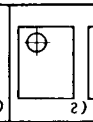
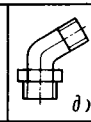
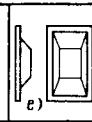
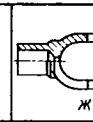
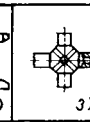
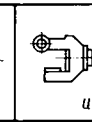
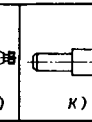
Как показал анализ, метод обработки выбирают по конструктивным признакам деталей и по их габаритным размерам.

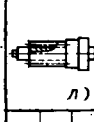
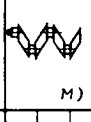
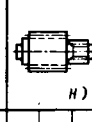
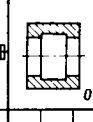
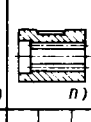
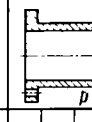
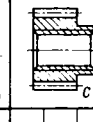
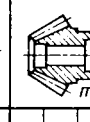
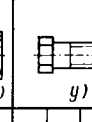
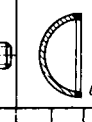
Все детали автомобилей разбивают на 20 классов, которые в свою очередь делят на группы (мелкие, средние, крупные) в зависимости от габаритов.

Так, например, к классу «Корпусные детали» относятся объемные детали, имеющие полость для размещения узлов и механизмов (блоки цилиндров, головки блоков цилиндров, картеры моторов, корпуса коробок передач, гидропневмосистем, корпуса карбюраторов и др.). Класс «Детали опорные» включает в себя кронштейны, стойки, опоры, корпуса подшипников, крышки корпусов подшипников, шатунов, кронштейнов.

Мелкими считают те детали, максимальные размеры которых не превышают по длине  $L=80$  мм, ширине или диаметру  $D=25$  мм, а по сумме составляют  $L+D<100$  мм. Масса деталей этой группы не должна превышать  $m=0,15$  кг. Параметры деталей средней группы должны быть следующими:  $L=80\div300$  мм,  $D=25\div250$  мм,  $L+D=100\div400$  мм, масса — не более 8 кг. Все остальные детали считают крупными.

Классификатор представлен для удобства в виде таблицы (см. рисунок), где условными знаками обозначены рекомендуемые и возможные к применению методы удаления заусенцев для всех 20 классов автомобильных деталей. Под реко-

Обработка																														
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Галтовка в барабанах и колоколах				△	△		△	△								△			△							△	△			
Виброабразивная	○	○		○	○		○	○		○	○		○			○	○		○	△		○	○		○	○		○	○	
Шпиндельно-абразивная																														△
Абразивно-струйная			○	○		△	○			△								△		△	△		△	○						
Приводными щетками и иглофрезами		△	○			△			△	△	○	○		△	△		△	○												
Электрохимическая	△	△		△	△			○	○							○	○	△	△	○	○	○	○							
Электрогидравлическая			○	○		△			○																		△			
Термическая	○	△		△	△		△											△		△						△				△

Обработка																														
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Галтовка в барабанах и колоколах	△						△			△																				
Виброабразивная	○	○		○	△		○	△		○	○		○	○		○	△		○	△		○	○		△					
Шпиндельно-абразивная			△			△			△	○	○		△		△	○	○	○	○	○	△	○	○	○						
Абразивно-струйная				△		○	○		○	△			△	△			△								△					
Приводными щетками и иглофрезами				△													△	○	○											
Электрохимическая	△	△		△	△		△	△					○	○		△	△	△	△	△		△	△					○	○	○
Электрогидравлическая						△											△													
Термическая	△						○	△					○	△		△	△								△					

Совмещенный классификатор деталей и методов зачистки заусенцев:

I, II, III — мелкие, средние и крупные детали; а, б — корпусные и опорные детали; в — рычаги и вилки; з — плоскостные детали; д — соединения трубопроводов, патрубков; е — тонкостенные детали; ж — карданные шарниры, скользящие фланцы; з — крестовины; и — поворотные кулаки, грузозахваты; к — гладкие валы и оси; л — шлицевые валы; м — коленчатые и кулачковые валы; н — валы-шестерни, червяки; о — гладкие втулки и кольца; п — шлицевые втулки; р — стаканы, фланцы; с, т — цилиндрические и конические шестерни; у — детали арматуры и крепежа; ф — тонкостенные детали; ○ — рекомендуемый метод обработки; △ — возможно применение метода

мендуемым методом обработки понимается наиболее рациональный (производительный, экономичный, обеспечивающий наивысшее качество обработки) из всех возможных методов. Возможное применение метода обработки означает, что данный метод можно применять в случае наличия соответствующего оборудования. Отсутствие условного знака на пересечении вертикальной графы с горизонтальной означает, что метод для данной группы деталей применять или невозможно (например, приводной щеткой нельзя обработать внутренние, недоступные поверхности), или он малопроизводителен и не обеспечивает необходимого качества обработки.

Рекомендация для одной группы деталей нескольких методов обработки означает, что эти методы равноценны, и технолог выбирает необходимый метод в зависимости от наличия оборудования или возможности его приобретения.

Анализ основного разрушающего воздействия на заусенцы всех технологических методов их зачистки и притупления острых кромок на деталях автомобилей, а также опыт ряда заводов отрасли позволяют сделать некоторые выводы.

Материал детали, чистота и точность обработки, играющие

доминирующую роль при установлении режимов обработки и материала режущего инструмента (абразивного наполнителя, материала и жесткости ворса щетки и т. д.), а также при выборе рабочей жидкости (электролита, состава газа и т. п.), не являются определяющими во время назначения метода обработки. Поскольку большинство автомобильных деталей достаточно габаритные, неэффективно применять химико-механический и ультразвуковой методы удаления заусенцев. По этой причине они не включены в таблицу. Данные методы обработки можно, очевидно, применять только на заводах Глававтоприбора. Метод обработки в атмосфере горячего хлора не нашел промышленного применения у нас в стране, поэтому также не включен в таблицу.

Наиболее универсальны и производительно механические методы удаления заусенцев и притупления острых кромок на автомобильных деталях.

Пользуясь классификатором деталей и методов зачистки заусенцев, технолог сравнительно точно может назначить рациональный метод удаления заусенцев на деталях после механической обработки.

## ИНФОРМАЦИЯ

УДК 629.113.028(430.1)

### НОВЫЕ ГРУЗОВЫЕ АВТОМОБИЛИ ФРГ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

**ВЕДУЩИЕ** автомобильные фирмы ФРГ Бюссинг-НАГ, Хеншель, Клокнер-Гумбольдт, Дайтц, Крупп под общим руководством фирмы МАН и при участии Федеративного транспортного ведомства разработали новый типоразмерный ряд грузовых автомобилей повышенной проходимости с колесной формулой 4×4, 6×6, 8×8 грузоподъемностью 5, 7 и 10 т. Изготовление основных узлов и агрегатов было распределено между отдельными фирмами. Например, двигатель изготавливает фирма Дайтц-Мотор, гидротрансформатор, коробку передач, раздаточную коробку — фирма Цанрадфабрик, ведущие оси с планетарными редукторами в ступицах колес — фирмы МАН и Даймлер-Бенц. Сборку автомобилей и изготовление кабины осуществляет фирма МАН.

На рис. 1 показаны различные модификации этих автомобилей: грузоподъемностью 5 т (а), 7 т (б), 10 т (в), с кузовом, опрокидывающимся на три стороны (г), и с погрузочным краном, стрела которого имеет грузоподъемность 1 т (д).

В последующем число модификаций

этих автомобилей предполагается увеличить, что обусловлено необходимостью создания на их базе специализированных автомобилей.

На грузовых автомобилях грузоподъемностью 5 т с колесной формулой 4×4 устанавливается V-образный восьмицилиндровый дизель фирмы Дайтц-Мотор воздушного охлаждения, рабочим объемом 12,7 л, мощностью 256 л. с. (DIN) без турбонаддува с непосредственным впрыском топлива, а на коммерческих автомобилях с колесной формулой 4×2 — шестицилиндровый дизель OM352A фирмы Мерседес-Бенц с водяным охлаждением, рабочим объемом 5675 см³, мощностью 172 л. с. при 2800 об/мин.

Автомобили грузоподъемностью 7 и 10 т с колесной формулой 6×6 и 8×8 оснащаются V-образным восьмицилиндровым дизелем BFL 413 фирмы Дайтц с воздушным охлаждением и турбонаддувом мощностью 320 л. с. (DIN) и крутящим моментом 99 кгс·м. Угол развала блоков цилиндров восьмицилиндрового V-образного двигателя составляет 90°.

Смазка двигателя осуществляется под

давлением. Для обеспечения надежной смазки двигателя при кренах автомобиля в нижнем картере смонтированы нагнетательный и отсасывающий масляные насосы. Поршни в цилиндрах смазываются и охлаждаются струей впрыскиваемого масла. Главный поток масла очищается двумя фильтрами, дополнительная фильтрация масла происходит в параллельном потоке.

Пуск двигателя при низких температурах облегчается свечами накаливания, установленными во впускном трубопроводе. Чтобы сократить время замены двигателя, в системах смазки и питания установлены быстроразъемные соединения.

На автомобилях применена трансмиссия, состоящая из гидротрансформатора WSK 400 с блокировкой сцепления, шестиступенчатой синхронизированной коробки передач ZFSG-90 и раздаточной коробки ZFA 600/3D.

В раздаточной коробке предусмотрен планетарный механизм, выполняющий функции межосевого дифференциала, распределяющий крутящий момент между передними и задними мостами в соотношении 1:1,8. Привод на все колеса включен постоянно, межосевой дифференциал может быть заблокирован кулачковой муфтой.

Фирмы МАН и Даймлер-Бенц совместно разработали для этого семейства автомобилей ведущие передние оси с управляемыми колесами и встроенными планетарными передачами в ступицах колес. Это позволило выполнить картеры дифференциалов главных передач относительно небольших размеров и получить увеличенный дорожный просвет.

На всех автомобилях этого семейства применена независимая рессорно-рычажная подвеска с гидроамортизаторами с жесткостью спиральных пружин 10—40 кгс/мм. Такая подвеска обеспечивает достаточно большой ход колес 130—140 мм и хорошие ходовые качества автомобилей по местности.

Тормоза автомобилей — колодочного типа. Тормозная система гидропневматическая. Тормоза передних колес имеют гидравлический привод с пневмати-

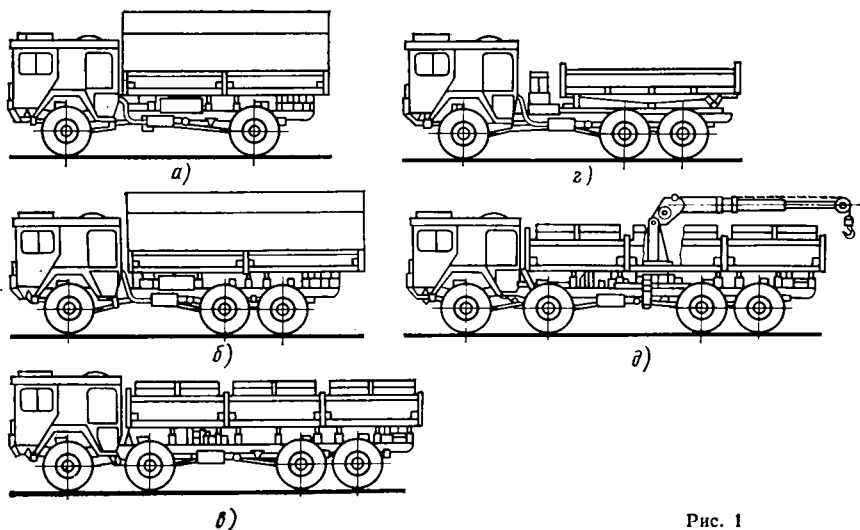


Рис. 1

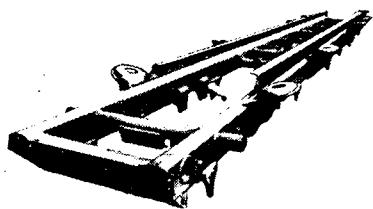


Рис. 2

ческим сервоусилителем. Тормоза задних колес приводятся в действие через пневматические двойные тормозные цилиндры с пружинным энергоаккумулятором и соответствующую систему тяг и рычагов. Все колесные тормоза одностороннего действия с внутренним расположением колодок с автоматической регулировкой. Стояночный тормоз действует через пружинный энергоаккумулятор только на задние колеса. Пружинный энергоаккумулятор при повреждении пневматической системы может быть механически заблокирован.

Электрооборудование соответствует современным техническим требованиям. Цветная маркировка проводов, условные обозначения, а также отпечатанные на табличках электрические схемы включения приборов облегчают обслуживание и поиск неисправностей. Четыре стандартные аккумуляторные батареи напряжением 12 В, емкостью по 100 А установлены слева за передним мостом. Для облегчения технического обслуживания аккумуляторов предусмотрены специальные телескопические выдвижные направляющие для извлечения батарей. Установлены генератор переменного тока напряжением 24 В, емкостью 35 А, транзисторный реле-регулятор и стартер мощностью 4,4 кВт (6 л. с.), напряжением 24 В.

В электрооборудовании предусмотрены фары головного света с галогенными лампами.

Параметры	Данные автомобилей грузоподъемностью в т.		
	5	7	10
Система охлаждения	256	Воздушная	
Мощность двигателя в л. с.	14,2	320	320
Общий вес в т.	18	18,1	23,3
Удельная мощность в л. с./т	18	17,7	13,7
Максимальная скорость в км/ч	88	88	88
Колесная формула	4×4	6×6	8×8
Размер шин в дюймах	14,00—20	14,00—20	14,00—20
Колесная база в мм	4600	3800+1400	1930+3670+1400
Длина автомобиля в мм	7970	8570	10 770
Длина грузовой платформы в мм	5000	5600	7100
Клиренс в мм	415	415	415
Угол проходимости в град:			
передний	45	45	45
задний	40	42	45

Конструкция рамы этих автомобилей в значительной степени отличается от конструкции рам автомобилей предыдущих выпусков. Продольные лонжероны коробчатого профиля и трубчатые поперечины образуют закрытую конструкцию (рис. 2) с повышенной жесткостью на кручение и изгиб, а также с более высокой собственной частотой колебаний.

Кабина водителя изготовлена из стальных листов. В ней можно разместить трех человек с полным снаряжением, сиденье водителя регулируемое, сиденья членов экипажа не регулируются. Приборная панель оснащена контрольными приборами и световыми сигналами, показания которых легко понятны по условным и цветным обозначениям. Благодаря вынесенной вперед кабине водителя достигнута хорошая обзорность дороги. Усилия на рулевом колесе рассчитаны так, что дают водителю возможность «чувствовать» дорогу. Позади кабины водителя компактно размещены двигатель, различные агрегаты, четыре аккумуляторные батареи и запасное колесо. Кабина водителя жестко укреплена на раме. Для технического обслуживания и ремонта агрегатов имеются большие люки, закрытые

крышками. Охлаждающий воздух собирается через люк на крыше кабины водителя. Полезная длина грузовой платформы 7100 мм, ширина 2350 мм.

Пол грузовой платформы деревянный, армированный сталью. Борты, изготовленные из стандартных алюминиевых профилей, имеют общую высоту 900 мм, из них 200 мм — высота наращиваемых бортов. Продольный борт разделен на три части. Грузовая платформа закрывается тентом.

В таблице приведены основные технические данные нового семейства автомобилей большой грузоподъемности.

Реверсивную лебедку фирмы Ротцеллер с тяговым усилением 5 т монтируют посередине на раме автомобиля. Привод лебедки гидравлический.

Погрузочный кран грузоподъемностью 1 т, смонтированный впереди первой задней оси на левой стороне автомобиля, обеспечивает загрузку всей площади грузовой платформы. Стрела крана телескопическая. Механик, обслуживающий кран, находится слева, позади вертикальной оси вращения, и перемещается вместе с краном. Две опоры крана выдвигаются при помощи гидравлических устройств.

Канд. техн. наук И. И. СЕЛИВАНОВ

## РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННЫХ КУЗОВОВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113.001

(В порядке обсуждения)

**М**АССОВОЕ производство легковых автомобилей требует стабильности конструкции. Однако легковой автомобиль, предназначенный для индивидуального пользования, в большой степени подвержен влиянию моды на внешнюю форму и внутреннее оборудование. Вследствие этого задача создания кузовов, отвечающих запросам потребителя, в условиях массового производства автомобилей становится все более актуальной и острой.

Одним из путей удовлетворения особенностей производства и спроса может быть известный конструкторский принцип: «из стандартных элементов — нестандартное целое». К стандартному элементу предъявляются следующие основные требования: он должен быть абсолютно приемлемым для современного уровня производства по длительности, экономичности, обслуживанию и т. п. Кузова, составляемые из таких элементов, можно заранее выбрать по каталогу и по заказам составлять программу производства. Система ремонта и снабжения запчастями, при которой

по желанию можно обновить или изменить кузов в соответствии с запросами потребителя, будет более простой.

Трудность разработки автомобильного стандартного элемента заключается в сложности и многообразии внешних форм.

Несмотря на многообразие, все кузова легковых автомобилей имеют единую основу и прием построения, который определяется в конечном итоге расположением человека внутри автомобиля. Вследствие этого в качестве главного элемента следует выделить из кузова его остов — пространство для пассажиров. Как показывает анализ, остов — наиболее стабильная часть автомобиля.

Можно принять остовы двух-трех вариантов, на основе которых формируется гамма кузовов. Это будет равноценно 30—40 различным кузовам.

Наиболее сложно находить плоскости разрезов или плоскости (линии) сопряжений элементов кузова с остовом. От правильного определения линий разрезов зависят долговечность гаммы ку-

зовов данного остова и производственные затраты, поэтому поиску линий разрезов должно быть уделено большое внимание, их следует тщательно прорабатывать и обосновывать.

По назначению автомобиля и по его вместимости определяют необходимое водителю и пассажирам пространство с помощью метода многоугольных шаблонов [1] для нахождения пространственного положения каркаса остова (рис. 1). Затем осуществляют общую компоновку легкового автомобиля для получения заданной развесовки и уточ-

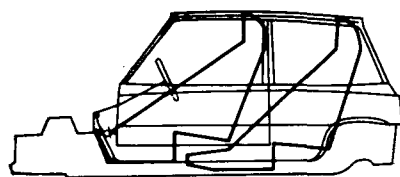


Рис. 1

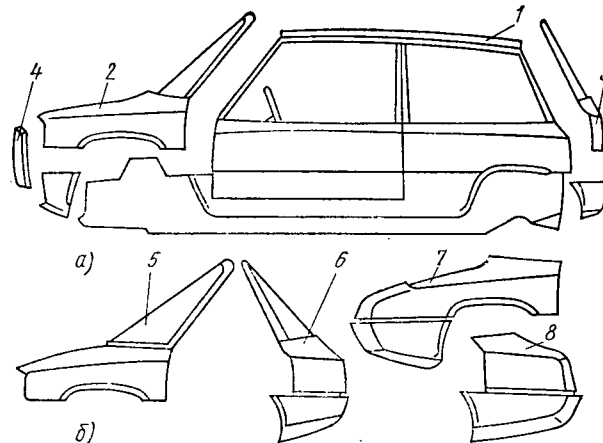


Рис. 2

разъемов: ветрового стекла вместе с рамкой, капота с верхней половиной переднего крыла (целесообразно иметь на передних и задних крыльях горизонтальное членение), нижней части переднего крыла, передней части кузова, заднего стекла вместе с рамкой или крышкой багажника, нижней части заднего крыла, панели задней части кузова. Эти основные членения можно разбить на более мелкие. Способ стыкования должен быть одинаков, чтобы использовать без

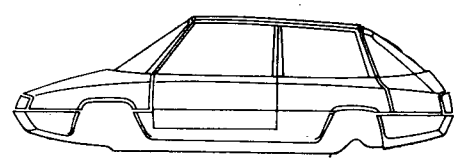


Рис. 4

соединяемых элементов. При таком способе производства удачно сочетается специализация технологии производства и возможность изготовления индивидуальных автомобилей по запросам потребителей.

На рис. 2, а показана базовая модель микролитражного автомобиля, созданного из основных элементов сборки: остова 1, капота 2 с ветровым стеклом, задней панели 3 со стеклом, декоративной решетки 4. На рис. 2, б дополнительные элементы под сборки 5—8. Комбинация остова 1 с различными элементами позволит получить девять моделей кузовов (рис. 3, варианты I—IX).

Габаритная длина базовой модели двухдверного четырехместного легкового автомобиля 3 м, а наиболее длинной модели (вариант IX) — 3,7 м. Однако это позволяет снабжать модели разными двигателями, оборудованием, изменять величину багажника, т. е. комбинировать и видоизменять удобства по запросам потребителей, используя каталоги, где представлены различные кузова и их оборудование, указана цена и др.

Изложенный метод членения кузова можно взять за основу при разработке новой модели. Наибольший эффект он принесет, если будет принят как принцип конструирования автомобиля в целом, включая элементы интерьера, дополнительное оборудование, агрегаты и узлы шасси и силовой передачи.

На рис. 4 приведен один из вариантов модели кузова при иной конфигурации дополнительных элементов.

Проведенный анализ показал, что можно создавать гамму кузовов на основании остовов выпускаемых моделей, т. е. в существующих условиях производства.

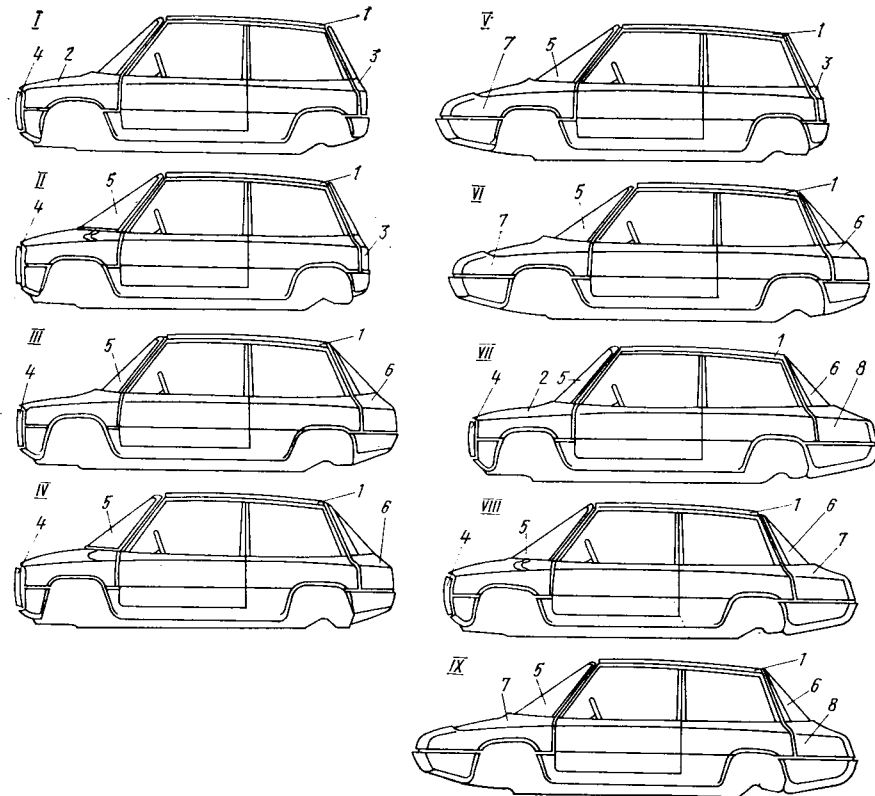


Рис. 3

нение каркаса остова. На этом основании ведут поиск унифицированной гаммы кузовов по формообразованию с использованием метода сопоставительного анализа моделей и прототипов [2].

Для получения различных комбинаций кузовов необходимо иметь линии

переналадки главный сварочный кондуктор при изготовлении гаммы кузовов одного остова, а также стандартизированные элементы сборочных подвесок.

Таким образом, в массовом производстве автомобилей находится постоянный остов кузова и несколько при-

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашкин В. А. — «Автомобильная промышленность», 1975, № 12.
2. Ашкин В. А. — «Автомобильная промышленность», 1976, № 2.

В. А. АШКИН

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ

УДК 658.516 (083.7)

**О**ТРАСЛЕВАЯ нормаль ОН 025 201—68 «Передачи гидромеханические. Типы и основные параметры» была введена в действие в апреле 1969 г. За прошедшее время в СССР и странах СЭВ были разработаны новые типы легковых и грузовых автомобилей, автобусов и двигателей. Вышел в свет ГОСТ 20228—74 «Гидротрансформаторы грузовых автомобилей, автобусов и тракторов. Основные парамет-

ры». Типаж гидropердач для грузовых автомобилей и автобусов также был скорректирован в 1973 г. Все это обусловило необходимость разработки взамен отраслевой нормы отраслевого стандарта, в который внесены указанные изменения.

ОСТ 37.001.065—75 «Автомобили. Передачи гидромеханические. Основные параметры», разработанный взамен ОН 025 201—68, распространяется на

гидромеханические передачи легковых и грузовых автомобилей и автобусов. Он устанавливает основные параметры гидромеханических передач, на базе которых должны разрабатываться технические задания на проектирование новых изделий.

В отличие от ОН 025 201—68 (п. 1), не распространяющейся на гидромеханические передачи, производство которых было начато до утверждения на-

стоящей нормали, ОСТ 37.001.065—75 (п. 3) не распространяется на гидромеханические передачи, техническое задание на проектирование которых утверждено до введения данного стандарта. Такой подход не обязывает при проектировании гидромеханических передач пересматривать утвержденное техническое задание.

Основные параметры гидромеханических передач в отраслевых нормали и стандарте представлены в таблицах. В отраслевом стандарте таблица несколько изменена за счет изъятия графы, характеризующей прозрачность гидротрансформаторов, параметры которых определяются ГОСТ 20228—74. Кроме того, в таблице отраслевой нормали раздел «Применение» представлен в качестве обязательного. Это ограничивает возможность использования того или иного типа гидромеханической передачи на автомобилях разного типажа. В отраслевом стандарте данный раздел носит рекомендательный характер. Типы, классы и группы легковых и гру-

зовых автомобилей и автобусов, а также максимальные значения крутящих моментов и мощностей двигателей согласованы с соответствующими типажами.

По сравнению с ОН 025 201—68 в ОСТ 37.001.065—75 за счет включения трехступенчатой гидромеханической передачи ГМ3-24 со средним значением величины максимального крутящего момента двигателя 24 кгс·м число типов гидропередач для легковых автомобилей увеличено с двух до трех. Гидропередачу можно устанавливать на легковых автомобилях среднего класса I и II групп. Для автомобилей этого же типа вместо гидромеханической передачи ГМ3-45 с двух или трехступенчатым редуктором и диапазоном передаточных чисел 1,7—2,5, рассчитанной на работу с двигателем мощностью 150—300 л. с., отраслевой стандарт предусматривает гидропередачу ГМ3-50 с трехступенчатым редуктором, диапазоном ступеней 2,0—2,5 при работе с двигателем 250—350 л. с.

Количество типов гидромеханических передач для городских автобусов не увеличилось, однако характеристики гидромеханических передач изменились: ГМ2-40 заменена на ГМ2-50, а ГМ2-80—на ГМ3-80.

В ОСТ 37.001.065—75 также изменились средние значения величин максимальных крутящих моментов и число ступеней в гидромеханических передачах, предназначенных для работы на грузовых автомобилях.

Гидромеханическая передача ГМ4-40 заменена гидромеханической передачей ГМ4-70, гидромеханические передачи ГМ4-80 и ГМ4-100 заменены ГМ5-100, а гидромеханическая передача ГМ4-200 заменена ГМ6-200. Для автомобилей грузоподъемностью 14—15 т в отраслевой стандарт включена гидромеханическая передача ГМ6-120.

Кандидаты техн. наук Н. Д. МАЗАЛОВ,

В. В. АЛЕШИН

НАМИ

УДК 621.73.073

## ШТАМП НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

**П**РИ ХОЛОДНОЙ листовой штамповке деталей из полосового или ленточного материала широко применяется фиксация шага подачи при помощи шаговых упоров различного типа [1 и 2]. Стандартные [2] упоры кроме фиксации подаваемого в зону штамповки материала предопределяют серьезные недостатки, снижающие эффективность штамповки.

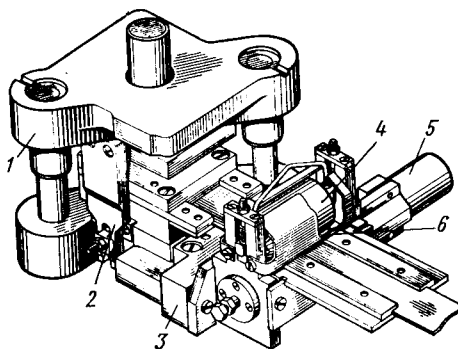
Применение шаговых ножей и ножевых шаговых упоров (ГОСТ 18736—73—ГОСТ 18739—73) позволяет с достаточной точностью ( $\pm 0,02$  мм) подавать материал вручную или несложными механизмами (например, валковыми) во время работы пресса в автоматическом режиме. Однако при таком способе фиксации увеличиваются технологические отходы в результате обрубки части материала шаговыми ножами. В зависимости от толщины и ширины штампуемой заготовки этот дополнительный отход может составлять 5—20%. При этом резко снижается коэффициент использования материала.

Жесткие и утопающие упоры (ГОСТ 18740—73—ГОСТ 18757—73) не снижают коэффициента использования материала, но исключают возможность автоматизировать подачу материала. Во время ручной подачи штамповщик обязан поднять материал над матрицей штампа выше уровня упора, перенести материал над упором на расстояние, приблизительно равное величине шага подачи, опустить его на матрицу и подать в сторону упора до соприкосновения перемычки между выруб-

ками с упором. При таком способе подачи и фиксации материала производительность труда низкая, коэффициент использования технологических возможностей прессового оборудования малый, процент брака из-за ошибок штамповщика и возможность производственного травматизма значительны.

В штампе, показанном на рисунке, применена новая схема фиксации шага подачи материала, позволившая устранить недостатки, присущие штампам со стандартными упорами. Подаваемый материал фиксируют два упора — основной и вспомогательный, которые взаимодействуют с перемычкой полосы поочередно и позволяют ступенчато перемещать ее на каждый шаг подачи за два перехода. Сначала полоса подается на часть шага и удерживается вспомогательным упором, а затем — на оставшуюся часть шага и окончательно фиксируется основным упором. Полоса должна находиться под воздействием постоянно действующего в направлении упоров усилия. Это усилие создается рукой штамповщика или каким-либо простейшим механизмом. Пресс в данном случае может работать в автоматическом режиме.

В штампе 1 последовательность взаимодействия упоров с перемычками ленточного материала обеспечивается механизмом 2. С помощью кронштейна 3 к нижней плите штампа прикреплен толкающий механизм, основными элементами которого являются нижний (ведущий) 4 и подпружиненный к нему верх-



ний 5 валки. Вращение ведущему валку сообщает электродвигатель 6. При штамповке деталей из полос такой же механизм прикрепляется к противоположной стороне штампа.

Применение штампов новой конструкции позволяет повысить коэффициент использования материала и облегчить труд штамповщиков.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. Л., «Машиностроение», 1971.
2. Штампы листовой штамповки. Детали и сборочные единицы. Ч. 1. ГОСТ 18732—73 — ГОСТ 18785—73. М., Изд-во стандартов, 1973.

Я. В. БОРОВИНСКИЙ

УДК 681.2:531.7

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ГОЛОВКИ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

**П**РИМЕНЕНИЕ измерительных головок для прецизионных измерений в автомобильном производстве способствует повышению точности, надежности и эффективности контроля.

Измерительные головки разделяются на четыре основные группы: зубчатые, рычажно-зубчатые, пружинные и пружинно-оптические.

В первую группу входят зубчатые измерительные головки — индикаторы часового типа, выполняемые по ГОСТ 577—68. Это наиболее распространенные средства контроля отклонений от заданных размеров. С их помощью также контролируют глубину широких и узких пазов, уступов, буртиков, выточек и др., используя для этого сменные

измерительные наконечники разных форм и длин, изготавливаемые силами предприятия. Из опыта заводов установлено, что комплектом наконечников (определяемым по характеру выполняемых работ) можно проводить измерения в местах, недоступных при работе с нормальным наконечником.

Индикаторы моделей ИЧ-2 — ИЧ-50

имеют диапазон измерений соответственно от 0—2 до 0—50 мм. Для контроля на станках, работающих с охлаждающими жидкостями и в средах с повышенной концентрацией абразивной пыли, применяют герметизированные индикаторы. Наконечники индикаторов всех типов оснащены твердым сплавом, а оси зубчатых колес установлены на технических камневых опорах.

Для измерений на станках, когда возможны резкие движения и удары по направлению оси измерительного стержня, предназначен индикатор модели ИЧ-5р, механизм которого защищен от вредного воздействия резких движений.

Индикаторы часового типа выпускают также многие зарубежные фирмы. Например, фирма Мар (ФРГ) изготавливает индикаторы, защищенные от ударов (модель 803), брызгозащищенные (модель 809), водо- и маслoneпроницаемые (модель 810). Измерительные стержни и хвостовики этих индикаторов выполнены из закаленной нержавеющей стали.

Рычажно-зубчатые индикаторы бокового действия (ГОСТ 5584—61) характеризуются небольшими габаритными размерами и малыми измерительными усилиями. Измерительные наконечники таких индикаторов можно поворачивать на угол 90° в обе стороны от их осевого положения, а также изменять направление действия измерительного усилия.

Индикаторы бокового действия применяют для контроля размеров и отклонений от геометрических форм цилиндрических и плоских поверхностей и взаимного их расположения, для контроля размеров в труднодоступных местах и в тех случаях, когда требуется контроль с малым измерительным усилием.

Рычажные индикаторы бокового действия выпускают трех типов: с боковым расположением шкалы и поворотом рычага в плоскости, перпендикулярной плоскости шкалы, с передним расположением шкалы и поворотом рычага в плоскости, параллельной шкале, с торцовым расположением шкалы.

В индикаторах с малой ценой деления (ГОСТ 16924—71) отсутствует переключатель изменения направления измерительного усилия. Переключение происходит автоматически при нажатии на измерительный рычаг с правой или

левой стороны наконечника. Такое устройство предохраняет механизм от повреждения при резком движении рычага. Кроме того, при изменении направления действия измерительного усилия положение стрелки по шкале не меняется, как у индикаторов с переключаемым измерительным усилием. Оси измерительного рычага и рычага с сектором смонтированы на миниатюрных шарикоподшипниках, а другие оси — на камневых опорах. Благодаря этому обеспечивается высокая чувствительность и износостойкость индикатора. Поворот измерительного наконечника происходит в плоскости, перпендикулярной плоскости шкалы, что облегчает условия проведения измерений. Усилие поворота измерительного рычага 200 сН. Измерительная сфера рычага выполняется из твердого сплава. Индикатор комплектуется тремя наконечниками.

Индикаторы бокового действия используют иногда в сочетании с оптической делительной головкой при контроле погрешности окружного шага зубчатых колес, в том числе мелкозубчатых ( $m=1,0 \div 0,1$  мм).

Рычажно-зубчатые индикаторы бокового действия швейцарской фирмы Теза также выполнены с устройством для автоматического переключения направления измерительного усилия. В этих индикаторах оси измерительного рычага и ведущего штыря смонтированы на малых шарикоподшипниках.

Основные технические данные индикаторов бокового действия отечественного производства, а также аналогичных индикаторов зарубежных фирм приведены в табл. 1.

Рычажно-зубчатые головки предназначены для измерений с высокой точностью линейных размеров и отклонений от геометрических форм. Их погрешность в несколько раз меньше, чем индикаторов часового типа.

Рычажно-зубчатые головки изготавливаются однооборотными (ИГ) и многооборотными (МИГ) нескольких типов: размеров, выполняемых по ГОСТ 18333—73 (1ИГ и 2ИГ), ГОСТ 9696—75 (1МИГ, 2МИГ), техническим условиям (модель 05205 с расширенным числом оборотов) и др.

В механизме головок предусмотрены компенсационные устройства, позволяющие добиваться юстировкой соответ-

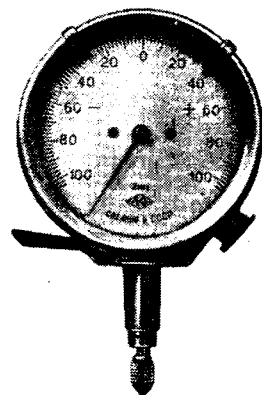


Рис. 1. Рычажно-зубчатая измерительная головка типа ИГ

вия метрологических параметров нормам точности ГОСТа. Благодаря этому создаются условия для сравнительно быстрого восстановления головок в эксплуатации и удлинения срока их службы.

Головки типа МИГ и модели 05205 применяют при измерениях, когда требуется малая цена деления и большие пределы измерения, а модель 06302 — при контроле деталей малой жесткости (из мягких сплавов, цветных металлов, тонкостенных и др.), а также, когда требуется исключить возможную погрешность, связанную с недостаточной жесткостью штатива или стойки.

В головках типа ИГ (рис. 1) использована двухрычажная схема с зубчатой передачей, а в головках МИГ — такая же схема в сочетании с зубчатой передачей, имеющей синусно-кулисный механизм и три зубчатые пары. Возможно восстановление (ремонт и юстировка) этих головок.

Из зарубежных образцов наиболее интересными являются измерительные рычажно-зубчатые головки фирмы Мар: «Гросс-Миллиметр 1000А» с ценой деления шкалы 1 мкм, диапазоном показаний 200 мкм и «Гросс-Миллиметр 1000В» с диапазоном показаний 100 мкм; «Супраметр», «Миллиметр», «Компраметр» с ценой деления шкалы 5 мкм

Таблица 1

Рычажно-зубчатый индикатор		Цена деления шкалы в мм	Диапазон показаний в мм	Основная погрешность головки в мкм		Вариация показаний в мкм	Измерительное усилие в сН	Диаметр сферы измерительного наконечника в мм	Изготовитель
Модель	Тип			на участке 0,1 мм	на всем диапазоне показаний				
ИРБ	Боковое расположение шкалы	0,01	0,8	5	10	3	10—30	3; 2; 1	Завод «Красный инструментальщик», СССР То же
ИРБ-1	Увеличенный диаметр шкалы и большой интервал деления	0,01	0,8	5	10	3	30—60	3; 2; 1	
ГИРБ-30, ГИРБ-60	Боковое расположение шкалы	0,002	0,16	2 на участке 0,04 мм	4	1	30; 60	3; 2; 1	
ИРЗП	Переднее расположение шкалы	0,01	0,8	5	10	3	До 50	3	.
ИРТ	Торцовое расположение шкалы	0,01	0,8	5	10	3	10—30	2	.
«Тезастест»: 1262, 1464, 1202	—	0,01	0,8	—	До 10 (фактически)	3	20—30	3; 2; 1	Теза, Швейцария
1253, 1453, 1204	—	0,002	0,2	—	2—4 (фактически)	До 2	До 20	2	
«Тезастест-II»	—	0,002	±0,05	2	4—10 (фактически)	2	15—20	2	
«Пуппиктест»: 800SM	—	0,002	0,28	—	3—10	2—4	40—70	2	Мар, ФРГ
800S	—	0,01	0,8	—	—	—	—	3	
800SG	—	0,01	0,8	—	—	—	—	3	
3537	Малогабаритный шуп	0,01	1,0	—	До 15	До 5	60	3	ФМЦ, ГДР
«Файнтастер»: 512-204	—	0,01	0,8	—	—	—	—	3; 2; 1	
513-205	—	0,002	0,2	—	—	—	—	3; 2; 1	Митуйой, Япония



Модель измерительной рычажно-зубчатой головки	Цена деления шкалы в мкм	Диапазон показаний в мм	Основная погрешность в мкм						Вариация показаний в мкм	Измерительное усилие в сН
			в пределах $\pm 30$ делений	свыше $\pm 30$ делений	на одном обороте стрелки	на участке 1 мм	на участке 2 мм	на участке 5 мм		
1ИГ	1	0,1	$\pm 0,4$	$\pm 0,7$	—	—	—	—	0,12	1500
2ИГ	2	0,2	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	—	—	—	—	0,4	150
1МИГ (05301)	1	1	—	—	2	3	—	—	0,3	200
2МИГ (05201)	2	2	—	—	3	4	6	—	0,7	200
05205	2	5	—	—	3	4	6	8	—	150
06302	1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	50
«Файнстастер»	1	0,1	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	—	—	—	—	0,1	100
«Миллимесс 1003»	1	0,1	—	$\pm 0,5$	—	—	—	—	0,1	100
«Супрамесс 1003S»	0,5	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—

(у всех этих головок 100 делений по шкале); «Центимесс 100» и «Децимесс 10» с ценой деления шкалы соответственно 0,01 и 0,05 мм и числом делений шкалы 25 и 30.

Все головки типа «Миллимесс» обладают высокой износостойкостью (около 1 000 000 условных измерений) и малой основной погрешностью порядка 0,3—0,5 цены деления шкалы при цене ее деления до 1 мкм и 0,1—0,2 цены деления шкалы для головок с ценой деления шкалы грубее 1 мкм.

Головки используются в высокоточных контрольно-сортировочных автоматах, измерительных приборах, технологических измерительных устройствах и др. Возможна установка поля допуска с помощью указателей.

Технические характеристики рычажно-зубчатых головок отечественного производства, выпускаемых Ленинградским инструментальным заводом, а также головок «Файнстастер» фирмы ФМЦ, «Миллимесс 1003» и «Супрамесс 1003S» фирмы Мар приведены в табл. 2.

Пружинные и пружинно-оптические измерительные головки выпускаются четырех основных типов: микрокаторы ИГП, малогабаритные головки — микаторы ИПМ, пружинно-оптические оптикаторы П, рычажно-пружинные головки — миникаторы ГРП. Первые три типа головок — осевого действия, четвертый — бокового. Головки выполняются с различными схемами передаточных механизмов и различными ценами деления шкалы.

Основными достоинствами пружинных измерительных головок всех моделей являются малая цена деления шкалы; возможность работы с переменной ценой деления шкалы; наличие механизма, защищенного от ударов и свободного от внешнего трения; высокая чувствительность; отсутствие погрешности обратного хода; сравнительно малая погрешность прибора; наличие головок, имеющих малое и переменное измерительное усилие; долговечность работы; наличие в механизме компенсирующих звеньев, облегчающих ремонт и юстировку их в процессе эксплуатации; повышенная точность измерений отклонений от геометрических форм; возможность контроля деталей, обладающих малой жесткостью (тонкостенных или изготовленных из цветных металлов).

Стойки, на которых устанавливаются оптикаторы и микрокаторы, должны обеспечивать достаточную жесткость. Использование пружинных головок в стойках оптико-механических приборов существенно повышает метрологические характеристики приборов, улучшает условия работы (отсчет по шкале без помощи окуляра) и др. В целях повышения точности измерений и производительности контроля рекомендуется в измерительных лабораториях, кон-

трольных пунктах и других метрологических службах оборудовать стойки горизонтальных оптиметров оптикаторами или микрокаторами для измерений только наружных или только внутренних размеров. Применение пружинных головок вместо окулярных или проекционных оптиметров дает значительный экономический эффект.

Все пружинные головки базируются на передаточном пружинном механизме, используемом в разных вариантах во всех моделях головок. Мультипликатором механизма головки служит бронзовая лента толщиной 6 мкм, шириной 0,15 мм, завитая спиралью в разных направлениях от ее середины. Лента прикреплена одним концом к регулируемой подвеске, а другим — к упругому угольнику, жестко соединенному с измерительным стержнем. К перемычке ленты прикреплена стрелка диаметром 0,05—0,08 мм. Во время измерений при перемещении измерительного стержня лента растягивается, способствуя повороту стрелки, величина которого определяется по шкале.

Пружинные измерительные головки — микрокаторы (рис. 2) выпускаются по ГОСТ 6433—72 нескольких разновидностей: с расширенным диапазоном показаний (модель 10ИГП), с регулируемым измерительным усилием (модели 11613—11613), с малым измерительным усилием (модели 0ИГП—ИГП). Указанные головки предполагается заменить одним микрокатором с регулируемым усилием 0—150 сН, предназначенным для прецизионных измерений высокоточных деталей (тонкостенных и выполненных из мягких металлов), в том числе нежестких конструкций.

Пружинные измерительные малогабаритные головки — микаторы (рис. 3) выпускаются по ГОСТ 14712—69. Они имеют увеличенный диапазон измерений и малый посадочный диаметр, что позволяет закреплять их в стойках и штативах для индикаторов часового типа, а также встраивать в технологические измерительные приспособления и устройства. Микаторы выпускаются с измерительным усилием 100 сН — тип ИПМ и уменьшенным — тип ИПМУ.

Рычажно-пружинные измерительные головки — миникаторы (рис. 4), выпускаемые по ГОСТ 14711—69, используются в основном для определения отклонений от геометрических форм деталей, измерения линейных размеров, контроля деталей в труднодоступных местах, измерений при работе на координатно-расточных станках и их наладке. При контроле прецизионных зубчатых колес, в том числе малых модулей, миникаторы целесообразно сочетать с оптическими делительными головками.

Миникаторы имеют два измерительных рычага: длинный 32 мм и сферой диаметром 1 и 1,5 мм и длиной 71 мм со сферой диаметром 3,5 мм. Державку, в которой закрепляется миникатор, можно поворачивать на угол, нужный при измерениях. Специальным винтом стрелку миникатора устанавливают на нullo по шкале.

Пружинно-оптические измерительные головки — оптикаторы (рис. 5) выпускаются по ГОСТ 10593—74. У головок широкий диапазон показаний ( $\pm 125$  делений по шкале). В передаточном механизме вместо стрелки к скрученной ленте прикреплено зеркальце. Пучок лучей, направленный на него от лампы

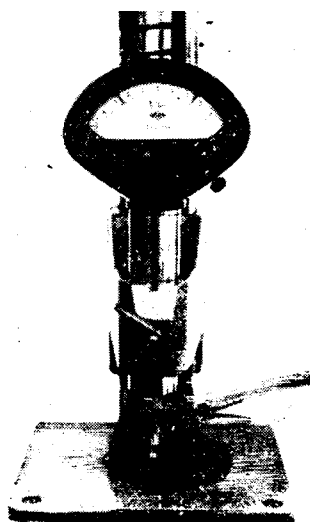


Рис. 2. Пружинная измерительная головка типа ИГП (микрокатор)

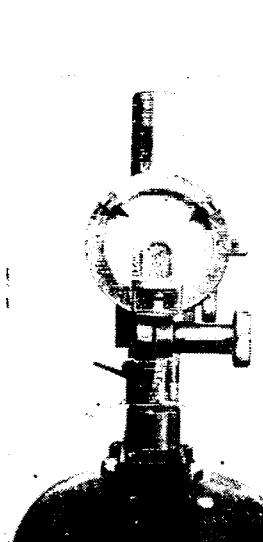


Рис. 3. Пружинная измерительная малогабаритная головка типа ИПМ (микатор)



Рис. 4. Рычажно-пружинная головка (миникатор)

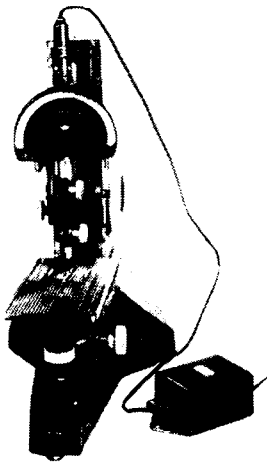


Рис. 5. Пружинно-оптическая измерительная головка (оптикатор)

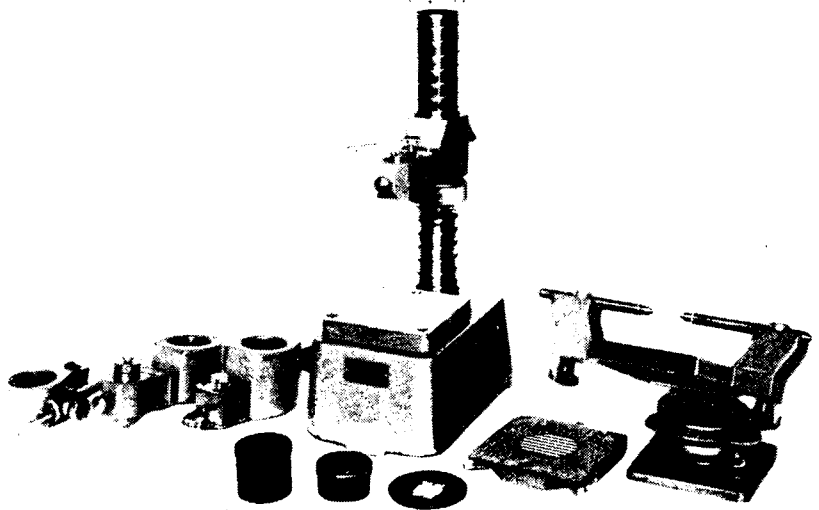


Рис. 6. Стойка для высокопрецизионных измерительных головок

накаливанию через конденсатор и объектив, отражается в виде светового пятна с изображением визирного штриха. При повороте зеркальца световое пятно перемещается по шкале. На пути пучка лучей предусмотрены зеленый и красный светофильтры, устанавливающиеся с помощью двух головок для обозначения границ поля допуска на шкале. Оптикаторы устанавливаются в жесткие стойки, встраивают в измерительные приборы, контрольно-сортировочные автоматы, технологические устройства повышенной жесткости и точности.

Пружинные измерительные головки выпускает также ряд зарубежных фирм, в том числе ФМЦ (ГДР) и Юханссон (Швеция).

Микрокаторы моделей 3805 и 3800 фирмы ФМЦ имеют шкалу с ценой деления соответственно 0,5 и 1 мкм, измерительное усилие до 250 сН. Их погрешность выражается формулой

$$\pm \left( 0,2 + \frac{n}{100} \right) \text{ мкм.}$$

где  $n$  — число делений, отсчитанное по шкале.

Микрокаторы модели 3815 этой же фирмы имеют шкалу с ценой деления 1 мкм, измерительное усилие до 200 сН. Погрешности этой головки находят по формуле

$$\pm \left( 0,2 + \frac{n}{150} \right) \text{ мкм.}$$

Пружинно-оптические головки — оптикаторы модели 3825 выпускаются со шкалой, имеющей цену деления 0,1 мкм, модели 3830 — 0,2 мкм. Их измерительное усилие — до 230 сН. Погрешности этих оптикаторов составляют соответственно

$$\pm \left( 0,03 + \frac{n}{2000} \right) \text{ мкм;}$$

$$\pm \left( 0,05 + \frac{n}{2500} \right) \text{ мкм.}$$

По желанию заказчиков фирма предоставляет оптикаторам измерительные наконечники 12 форм и около 25 типов размеров.

Микрокаторы, микаторы и миникаторы фирмы Юханссон по конструкции и

схеме аналогичны приборам отечественного производства. Цена деления шкалы микрокаторов этой фирмы — от 0,02 до 2 мкм с диапазонами показаний 2—100 мкм по шкале, измерительное усилие 250 сН. Модели 510-3 — 510-9 имеют погрешность  $\pm 1\%$ , а модель 510-11 с ценой деления шкалы 0,02 мкм — погрешность  $\pm 2,5\%$ . Посадочный диаметр 28 мм. Микаторы моделей 500А-2 — 500А-7 с посадочным диаметром 8 мм имеют шкалы с ценой деления 0,2—5 мкм, диапазон показаний 30—400 мкм, измерительное усилие 75—100 сН, погрешность  $\pm 1\%$ . Разновидностью являются микаторы модели 509 с посадочным диаметром 28 мм, ценой деления шкалы 0,2 и 1 мкм, измерительным усилием 250 сН. Погрешность прибора около  $\pm 1\%$ .

По заказам фирма поставяет сменные измерительные наконечники пяти видов: с плоской, сферической, игольчатой и другими измерительными поверхностями.

Технические характеристики пружинных головок приведены в табл. 3.

Конструкции стоек и штативов, в которых закрепляют измерительные головки, имеют большое значение при высокоточных измерениях. Основные их размеры и допускаемые величины деформации приведены в ГОСТ 10197—70. Перед применением рекомендуется проверить и установить действительные величины деформации стойки или штатива в зависимости от применяемой головки. Поскольку гибкие штативы особенно подвержены деформации, достигающей 0,04 мм, пользоваться ими рекомендуется в основном для грубых контрольных работ. На практике часто используют штативы с малым диаметром колонки и горизонтального стержня при значительных измерительном усилии и массе головки. Это приводит к большим погрешностям из-за деформации штатива или стойки в связи с их недостаточной жесткостью. Так, вследствие лишь перепада измерительного усилия головки (80 сН для индикаторов типа ИЧ) погрешность измерения достигает 0,05—0,08 мм. Особая осторожность необходима при работе с измерительными головками, имеющими шкалу с ценой деления менее 0,01 мм. Такие головки используют часто со штативами и стойками, предназначенными для индикаторов

часового типа. Погрешность измерения в этих случаях из-за недостаточной жесткости штатива или стойки достигает 0,02 мм при перепадах измерительного усилия 30—60 сН, допускаемых у головок с малой ценой деления шкалы.

Измерительные головки с малым измерительным усилием и незначительным перепадом можно применять на стойках и штативах с меньшей жесткостью.

Промышленностью выпускаются: стойки четырех моделей — для головок со шкалой, имеющей цену деления 0,5—10 мкм, обычные штативы трех типов — для головок со шкалами, имеющими цену деления 0,001—0,01 мм, штативы с магнитным основанием — для головок со шкалами, имеющими цену деления 0,002—0,01 мм, и штативы облегченного типа с немагнитными и магнитными основаниями — для головок со шкалами, имеющими цену деления 0,001 мм. Усилие отрыва штативов ШМ-I и ШМ-ПН с магнитным основанием от поверхности шероховатостью 1,25—0,8 мкм по ГОСТ 2789—73 достигает 300 Н, а штативов ШМ-ПВ — не менее 1000 Н. При более чистой поверхности усилие закрепления основания значительно увеличивается.

Для измерения с помощью головок, имеющих шкалы с ценой деления 0,001 мм и менее, предназначены стойки модели 07101 (рис. 6). Благодаря усовершенствованной конструкции стойка обладает большой жесткостью и чувствительностью при настройке головки, возможностью закрепления головок со шкалой, имеющей цену деления менее 0,001 мм, большим удобством настройки на нуль, возможностью производить измерения деталей большой массы, увеличенным гарантийным сроком службы (три года вместо одного), большим комплектом принадлежности и дополнительных частей, благодаря чему расширены пределы применения стойки.

Дополнительными узлами к стойке являются регулируемый стол с выступающей сферической вставкой для аттестации концевых мер размером до 20 мм; регулируемый стол с ребристой поверхностью и выступающим средним ребром для контроля концевых мер размером до 150 мм; круглый стол с возможностью регулирования для установ-



Измерительная пружинная головка		Цена деления шкалы в мм	Диапазон показаний в мм	Предел допускаемой погрешности на любом участке шкалы в мкм		Вариация показаний в делениях шкалы	Измерительное усилие в сН	Изготовитель	Примечание
Тип	Модель			до 30 делений	более 30 делений				
Микрокатор высокоточный	002ИГП 002ИГПУ 005ИГП 005ИГПУ	0,00002 0,00002 0,00005 0,00005	0,0008 0,0008 0,004 0,004	0,015 0,015 0,03 0,03	0,02 0,02 0,05 0,05	1/2 1/2 1/2 1/2	150 25—50 150 25—50	Ленинградский экспериментальный завод	ТУ завода-изготовителя
Микрокатор	01ИГП—2ИГП 5ИГП 10ИГП	0,0001—0,002 0,005 0,010	0,008—0,120 0,300 0,600	$\pm 0,1 \div 0,8$ $\pm 2,0$ $\pm 3,0$	$\pm 0,15 \div 1,2$ $\pm 0,3$ $\pm 5,0$	1/3 1/4 1/4	150—200 300 300	То же	ГОСТ 6933—72, посадочный диаметр 28 мм
Микрокатор: с малым измерительным усилием с регулируемым измерительным усилием	01ИГПУ—1ИГПУ 11613 11513 11413 11313	0,0001—0,001 0,0001 0,0002 0,0005 0,0010	0,008—0,600 0,008 0,120 0,300 0,600	$\pm 0,1 \div 0,4$ $\pm 0,1$ $\pm 0,15$ $\pm 0,25$ $\pm 0,4$	$\pm 0,15 \div 0,6$ $\pm 0,15$ $\pm 0,20$ $\pm 0,40$ $\pm 0,60$	1/3—1/4 1/3 1/3 1/3 1/4	50 40—150 40—150 40—150 40—150	.	То же
с весьма малым измерительным усилием	11609 11509 11409 11309	0,0001 0,0002 0,0005 0,0010	0,006 0,120 0,300 0,600	0,05 0,1 0,15 0,3	0,1 0,15 0,3 0,5	1/3 1/3 1/3 1/3	5; колебание не более 1 сН	.	ТУ завода-изготовителя
Микрокатор с нормальным и уменьшенным измерительным усилием	02ИГП 02ИГПУ 05ИГП 05ИГПУ 1ИГП 1ИГПУ 2ИГП	0,0002 0,0002 0,0005 0,0005 0,001 0,001 0,002	0,02 0,02 0,05 0,05 0,10 0,10 0,20	0,15 0,15 0,3 0,3 0,5 0,5 1,0	0,3 0,3 0,5 0,5 1,0 1,0 2,0	1/3 1/3 1/3 1/3 1/3 1/3 1/3	100 50 150 50 150 50 150	.	ГОСТ 14712—69, посадочный диаметр 8 мм
Миникатор	10301	0,001	0,08	0,5	1,0	1/3	150	.	При длине рычага 32 мм. Посадочный диаметр 4 мм
		0,002	0,16	1,0 (до 20 делений)	2,0 (более 20 делений)	1/3	150	.	При длине рычага 71 мм. Посадочный диаметр 8 мм
Оптикатор	01П—1П	0,0001—0,001	0,024—0,250	$\pm 0,05 \div 0,4$ (до 100 делений)	$\pm 0,1 \div 0,8$ (более 100 делений)	1/3	150	.	ГОСТ 10593—74, посадочный диаметр 28 мм

ки его рабочей поверхности параллельно измерительной поверхности плоского наконечника измерительной головки; кронштейн для установки измерительных головок с присоединительным диаметром 8 мм; кронштейн с упором для контроля больших партий шаров и цилиндров; центры для проверки формы

цилиндрических деталей, контроля зубчатых колес и др.; приспособление для контроля толщины металлической ленты и диаметра проволоки; ножевидная опора; измерительный ножевидный наконечник.

Рассмотренные типы измерительных головок являются важным средством

метрологического обеспечения автомобильного производства и предназначены для широкого применения в технологических приспособлениях и устройствах при проведении измерений на металлообрабатывающих станках, автоматических линиях и в цехах вспомогательного производства.

А. В. ЭРВАЙС

УДК 629.113.608.1

## ИЗОБРЕТАТЕЛИ И РАЦИОНАЛИЗАТОРЫ — ПЯТИЛЕТКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА

**Н**ОВЫЙ подъем политической и трудовой активности трудящихся, широкий размах социалистического соревнования вызвал XXV съезд Коммунистической партии Советского Союза, который наметил основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг.

В Отчетном докладе XXV съезду Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР товарищ Л. И. Брежнев указывал, что успех научно-технической революции, ее благотворное воздействие на экономику, на все стороны жизни общества не могут быть обеспечены усилиями только научных работников. Все большую роль приобретает вовлечение в этот исторического значения процесс всех участников общественного производства, всех звеньев хозяйственного механизма.

Коллективы объединений, предприятий и научно-исследовательских институтов автомобильной промышленности на основе широко развернутого социалистического соревнования за претворение в жизнь решений XXV съезда КПСС обеспечили досрочно, 28 декабря 1976 г. выполнение народнохозяйствен-

ных планов отрасли за 1976 г. по объему реализованной продукции и росту производительности труда.

Объем производства в отрасли увеличился по сравнению с 1975 г. на 7,5%. Наряду с увеличением выпуска автомобилей в отрасли проделана большая работа по повышению долговечности и качества выпускаемой продукции.

Повышению технического уровня и конкурентоспособности автомобилей способствовало использование в их конструкции изобретений. Так, в конструкции автомобилей, аттестованных на Государственный Знак качества, использовано: 49 изобретений в ГАЗ-53, 48 изобретений в ЗИЛ-131, 16 изобретений в БелАЗ-540, 20 изобретений в МАЗ-500 и т. п.

Большой вклад в достижение указанных результатов внесли изобретатели и рационализаторы отрасли. За девятую пятилетку в производстве использовано 4450 изобретений и 312 000 рационализаторских предложений с экономией 261 млн. руб.

Всесоюзный общественный смотр использования изобретений и рационализаторских предложений в народном хозяйстве, объявленный ВЦСПС на 1974—

1975 гг., в значительной мере способствовал подъему творческой активности трудящихся. За 1974—1975 гг. на предприятиях было внедрено 1986 изобретений, 132 000 рационализаторских предложений с экономией 120 млн. руб., в том числе от изобретений 11,2 тыс. руб.

Большое внимание министерством уделяется развитию творческой активности изобретателей и рационализаторов, созданию условий для их плодотворной творческой работы. Например, на Калужском заводе автомобильного электрооборудования создана творческая лаборатория Заслуженного рационализатора РСФСР Г. И. Сергеева.

Практикуются и широко используются общественные формы участия трудящихся в изобретательстве и рационализации. Только в 1975 г. было создано 2954 творческих комплексных бригады, 459 общественных технологических, конструкторских и патентных бюро.

За последние годы значительно повысился уровень разработок научно-исследовательских институтов, проектно-конструкторских и технологических бюро, увеличилось число разработок, выполненных на уровне изобретений.

В 1976 г. в тематических планах научно-исследовательских институтов, планах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ предприятий было использовано более 2000 изобретений.

За период 1975—1976 гг. подано в Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР 3120 заявок на предполагаемое изобретение, в том числе 920 от научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро. Положительное решение получили 42% рассмотренных заявок.

Министерство придает большое значение расширению и укреплению связи специалистов науки и производства. Современный этап развития научно-технического прогресса характеризуется повышением комплексности технических решений, которые должны охватывать весь цикл того или иного производственного процесса и в то же время базироваться на прочной организационной и технологической основе. В связи с этим неизбежно усложняется организационный механизм цикла «исследование — разработка — внедрение», который может быть решен объединенными усилиями многих научных и производственных коллективов.

Для решения наиболее важных проблем производства практикуется заключение творческих договоров. Так, НИИАвтоприборов осуществляет творческое содружество с 15 предприятиями нашей и смежных отраслей, НИИТавтопром — с 23, НАМИ — с 32 и т. д.

Например, специалистами НИИТавтопрома совместно с Автозаводом им. Ленинского комсомола был разработан на уровне изобретения процесс штамповки кузовных деталей с предварительным растяжением, что позволило получить экономию 220 т черного проката.

В творческом содружестве специалистов Минского филиала НИИТавтопрома и Минского автозавода разработано и внедрено изобретение машины для приготвления и набивки быстротвердеющих смесей с экономией 45 тыс. руб.

Всего по министерству на 1 января 1977 г. действуют 405 договоров о научно-техническом содружестве. Так Автозавод им. Ленинского комсомола совместно с НАМИ проводит работу по снижению токсичности отработавших газов двигателя автомобилей «Москвич». НАМИ с ЦКТБ колесного производства работают над совершенствованием и созданием конструкции колес автомобилей, прицепов и полуприцепов, борются за снижение веса колес и трудových затрат.

НАМИ, Горьковский автозавод, Заволжский моторный завод имени 50-летия СССР и Минавтотранс УССР разрабатывают и осуществляют комплекс мероприятий, направленных на повышение качества и надежности автомобилей ГАЗ-53А и двигателя 3МЗ-53А.

Запорожский автозавод «Коммунар», НАМИ и Автополигон НАМИ проводят исследовательские работы по повышению безопасности конструкций автомобилей «Запорожец». Запорожский автозавод «Коммунар» совместно с НИИАвтоприборов создают и испытывают новые виды электрооборудования.

Всесоюзный конструкторско-экспериментальный институт автобустроения,

Госавтотранс, Министерство автомобильного транспорта УССР, автобусные заводы: Львовский, Павловский, Ликинский проводят совместно работы по определению фактической надежности и ресурса автобусов ЛАЗ, ПАЗ и ЛиАЗ, разрабатывают и внедряют мероприятия по повышению качества и надежности автобусов.

Такие же договоры по улучшению конструкций заключены Ярославским моторным заводом, Уральским и Горьковским автозаводами и др.

Многолетняя практика работы институтов с заводами отрасли показывает, что любая работа по созданию нового процесса, машин может быть успешно завершена лишь при условии полного взаимопонимания и взаимной помощи специалистов завода и института по всем стадиям работы от исследований до полной реализации разработки.

В период смотра использовано много ценных, высокоэффективных изобретений и рационализаторских предложений, направленных на механизацию и автоматизацию производства, экономии металла и материалов, улучшение качества продукции.

Горьковский автозавод получил 100 тыс. руб. экономии от использования автоматических линий для изготовления полусей, что обеспечило экономию 1,9 кг проката черного металла на одну заготовку. Работа выполнена на уровне изобретения.

На Московском автозаводе им. И. А. Лихачева по рационализаторскому предложению группы авторов (А. А. Панин, М. Е. Дякин и др.) внедрена оптимальная конструкция сердцевины трехрядного радиатора. Получена экономия 309 тыс. руб.

На предприятиях в период смотра родились новые ценные начинания. Заводским советом Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов на Московском автозаводе им. И. А. Лихачева поддержаны и распространены начинания лучших рационализаторов г. Москвы — бригадиров слесарей Г. Д. Баранчикова и З. Б. Багаутдинова по принятию личных творческих планов, направленных на повышение производительности труда за счет механизации вспомогательных и ручных работ. Этот почин поддержали более 2500 рационализаторов и 140 творческих комплексных бригад.

За достижение высоких показателей в общественном смотре шесть предприятий автомобильной промышленности: Ярославское объединение Автодизель, производств. объединение «ГАЗ», Куйбышевский завод автотракторного электрооборудования им. А. М. Тарасова, Автозавод им. Ленинского комсомола, Кутаисский автозавод им. Г. К. Орджоникидзе, Ржевский завод автотракторного электрооборудования отмечены премиями. Коллективы этих предприятий добились отличных результатов во всех сферах технического творчества.

За активное участие в смотре использования изобретений в народном хозяйстве 100 человек награждены Почетным знаком ВЦСПС.

Широко развитое на предприятиях отрасли социалистическое соревнование позволило значительно повысить творческую активность трудящихся и получить в 1976 г. экономии только от использования изобретений 12 млн. руб., что превышает в 2,5 раза экономии, достигнутую в 1975 г. Анализ деятель-

ности показал, что предприятия и организации отрасли располагают дополнительными резервами. Ими принято к разработке и внедрению более 1300 изобретений. Это большой потенциал, и необходимо добиваться сокращения сроков реализации изобретений.

Перед автомобильной промышленностью в десятой пятилетке стоят важные задачи. В десятом пятилетии автомобильная промышленность должна обеспечить прирост объема продукции отрасли более чем на 40%, повысить производительность труда на 36%, должен быть расширен типаж выпускаемой автомобильной техники с учетом растущих требований народного хозяйства.

Значительно будут усилены работы по созданию средств, уменьшающих загрязнение окружающей среды отработавшими газами.

Средняя грузоподъемность автомобилей выпуска 1980 г. в целом по стране будет увеличена с 4,13 т в 1975 г. до 5,6 т, а с учетом прицепной техники — с 4,9 до 6,37 т. В 4 раза больше будет выпускаться прицепов к тракторам, производство запасных частей увеличится в 1,5 раза.

Дальнейшее развитие получит подшипниковая промышленность, особенно будет расширено производство специальных, приборных и прецизионных подшипников.

Объем выпуска электрооборудования и приборов в отрасли увеличится на 58%.

В области технологии автомобилестроения в десятой пятилетке предусматривается провести работы по техническому перевооружению производства, внедрению более производительных и экономичных процессов, обеспечивающих стабильное качество продукции, улучшению условий труда, совершенствованию организации производства, созданию собственной станкостроительной базы.

Для выполнения контрольных цифр заданий в основных видах технологии необходимо следующее:

1. В литейном производстве довести выпуск отливок прогрессивными методами за пятилетие с 13 до 55%. Имеется в виду плавка в индукционных и дуговых печах, формовка на автоматических линиях, изготовление стержней на автоматах и полуавтоматах, автоматизированная очистка и обрубка литых и т. п. За счет совершенствования технологии литейного производства экономия металла должна составить 8—14%, а рост производительности труда 25—35%.

2. В кузнечном производстве увеличить выпуск заготовок повышенной точности не менее чем в 2 раза, т. е. довести его удельный вес до 50% общего выпуска. Намечено расширение номенклатуры деталей, штампуемых на криошипных горячештамповочных прессах, ковочных автоматах и станах поперечно-клиновой прокатки; с 25 до 70 тыс. т должен возрасти объем деталей, изготавливаемых холодным выдавливанием. Это даст возможность повысить производительность труда в кузнечном производстве на 25—30%, а экономия проката составит 8—12%.

3. В порошковой металлургии реально определяется рост выпуска деталей с 5 тыс. до 16 тыс. т.

4. В листовой амповочном производстве за счет повышения уровня механизации и автоматизации, применения ру-

лонного проката, новых процессов типа штамповки с растяжением повысить производительность труда на 25—40%, а экономии листового проката увеличить на 6—10%.

5. В термической обработке повысить производительность труда на 25—30% за счет дальнейшей механизации и автоматизации операций загрузки и выгрузки, применения таких прогрессивных видов обработки, как ускоренное газовое азотирование, газовая цементация и нитроцементация, автоматизации управления и регулирования основными параметрами процессов.

6. В механической обработке наряду с продолжением работ по комплексной автоматизации и механизации повысить режимы обработки за счет применения современного инструмента.

Объем применения неперетачиваемых пластин в отрасли целесообразно довести с 12 до 70% от всего твердосплавного инструмента.

В сварочном производстве за счет совершенствования технологии и повышения уровня автоматизации производства производительность может быть повышена до 30%.

В десятой пятилетке намечается также выполнение большого объема работ, направленных на повышение уровня автоматизации производства и совершенствование процессов, обеспечивающих повышение стойкости против коррозии лакокрасочных и металлических покрытий с доведением уровня применения прогрессивных методов окраски до 80—85%, а экономии лакокрасочных материалов — до 5—10%.

Итогом Всесоюзного общественного смотра явилась выставка «Изобретательство и рационализация—77», проведенная на ВДНХ СССР в январе—апреле 1977 г. По своим масштабам выставка превосходит ранее проводившиеся в стране выставки по пропаганде достижений изобретателей и рационализаторов. В создании экспозиции принимали участие более 2000 предприятий и организаций, 98 министерств и ведомств.

На площади 17 тыс. м<sup>2</sup> представлено 30 тыс. лучших работ участников Всесоюзного общественного смотра ВЦСПС. На базе выставки проведено 80 пятидневных учебных мероприятий, в том числе 10 совещаний, 24 школы, 56 встреч и др.

Автомобильная промышленность представила на выставку 82 экспоната, из них 70 натурных, в том числе 11 действующих. Разработки выполнены на уровне изобретений, более 80% из них внедрены в производство. Можно отметить хорошие работы НИИТавтопрома и его Минского филиала, производственных объединений «ЗИЛ», «ГАЗ», АвтоАЗ, Курганского проектно-конструкторского бюро, Четвертого государственного подшипникового завода.

Из наиболее интересных экспонатов нужно отметить зубокалибровочный автомат модели 2108, разработанный НИИТавтопромом, он предназначен для

окончательной обработки зубьев ведомых конических колес, изготовленных предварительно горячим накатыванием или зубонарезанием. Процесс обеспечивает точность изготовления зубчатого венца не ниже 7-й степени по ГОСТ 1758—56 и чистоту поверхности зубьев V6—V7.

Техническая характеристика автомата следующая:

Производительность в шт/ч	60—75
Максимальный диаметр обрабатываемого колеса в мм	320
Максимальный торцовый модуль обрабатываемого колеса в мм	8
Максимальный припуск на обработку одной стороны зуба в мм	0,12
Угол между осями шпинделя изделия и шпинделя инструмента в град.	160
Максимальное усилие подачи шпинделя инструмента в тс	25
Максимальный ход шпинделя инструмента в мм	190
Число оборотов шпинделя инструмента в минуту (с бесступенчатой регулировкой)	60—150
Габаритные размеры в мм	4200×2350×1120
Масса в кг	14 000

На выставке представлено устройство для базирования и вращения деталей типа колец приборных подшипников в сочетании с различными конструкциями автоматических загрузочных и разгрузочных устройств, разработанное на ГПЗ-4, применяется на фаскошлифовальных и суперфинишных автоматах.

Устройство позволяет обрабатывать кольца с малой торцовой поверхностью и кольца из стали 11X18M. Габаритные размеры устройства составляют 50×80 мм, масса равна 2 кг.

Автомат модели АВК-3, разработанный на ГПЗ-4, предназначен для шлифования желобов внутренних подшипниковых колец методом врезания на неподвижных опорах. Правка абразивных кругов на автомате осуществляется алмазными роликами, что позволило обеспечить скоростной процесс, так как стойкость алмазных роликов во много раз превышает стойкость одиночных алмазов. Автомат снабжен оригинальным загрузочным устройством. Техническая характеристика автомата приводится ниже.

Наружный диаметр обрабатываемых колец в мм	15—35
Высота колец в мм	6—16
Частота вращения шлифовального круга в об/мин	2400
Чистота обработки поверхности (класс)	9
Точность обработки в мкм	20
Скорость резания в м/с	45—50
Время цикла в с	12
Производительность в шт/ч	300
Вместимость загрузочного бункера (количество колец)	300—400
Источник питания	Трехфазная сеть переменного тока напряжением 380 В, частотой 50 Гц
Источник сжатого воздуха	Заводская сеть давлением 4—6 ат
Габаритные размеры автомата в мм	1490×845×2130
Масса в кг	1100

Намоточный станок-автомат предназначен для намотки якорей электродвигателя с нечетным числом пазов. Обес-

печивает намотку с одновременным образованием выводов по числу секций. Техническая характеристика следующая:

Число витков в секции (с переналадкой)	10—50
Диаметр наматываемого провода в мм	0,2—1,5
Производительность в шт/смену	400
Скорость намотки в об/мин:	
в начале секции	60
в середине	1500
к концу намотки	60
Число электродвигателей	4
Габаритные размеры в мм	1200×100×60
Масса в кг	350

Станок-автомат внедрен на Калужском заводе автомотоэлектробоорудования. Получена экономия 22,5 тыс. руб.

Автомат для сборки болтов или винтов с плоскими и зубчатыми шайбами разработан Курганским проектно-конструкторским бюро. Поштучная выдача шайб и сборка их с болтами (винтами) осуществляется с помощью электромагнитных устройств системы ЭМАГО. Электромагнитные устройства позволяют выдавать шайбы практически независимо от отклонений их размеров.

С помощью электромагнитной втулки осуществляется надежная сборка комплектов, втулка также может быть применена для наживления резьбовых деталей или их свинчивания.

При замене подающего электромагнитного устройства автомат может быть применен для сборки болтов или винтов с пружинными шайбами, а также для сборки деталей типа вал — втулка, винт — гайка определенных размеров.

Применение быстродействующего поворотного стола обеспечивает высокую производительность автомата; надежный контроль собираемых деталей и собранных комплектов; возможность перенастройки автомата на сборку болтов (винтов) с двумя шайбами; возможность компоновки автомата с устройствами для накатки резьбы (с целью получения неразбирающихся комплектов) или с кассетными устройствами. Ниже приводится техническая характеристика автомата.

Производительность в шт/ч	4000
Установленная мощность в кВт	0,6
Габаритные размеры в мм	980×700×990
Масса в кг	350

Автомат для сборки болтов М6 с зубчатыми шайбами внедрен на Волжском автозаводе им. 50-летия СССР.

Поворотные механические столы СП-400 и СП-200 являются представителями разработанной транспортной системы и предназначены для применения в многопозиционных сборочных автоматах в качестве кругового транспортного устройства и привода исполнительных механизмов. Столы отличаются простотой конструкции, высокой производительностью и надежностью в работе. Столы СП-400 и СП-200 разработаны Курганским проектно-конструкторским бюро.

**В. Б. ПАУТОВА**

**Министерство автомобильной промышленности**

Автомобильная промышленность № 10, 1977 г.

**В** НАСТОЯЩЕЕ время важное значение приобрела проблема защиты окружающей среды от вредных выбросов промышленных предприятий. Большое количество вредных выбросов в атмосферу выделяют металлургические и литейные предприятия, особенно выпускающие отливки из черных и цветных металлов. Участки приготовления и транспортирования формовочных материалов, выбивки, очистки, обрубки в литейных цехах обычно оборудуются пылеулавливающими установками, которые относительно просты и экономичны в работе. Однако технически значительно труднее осуществить улавливание вредных ваграночных выбросов.

Характер и количество этих выбросов в большой степени зависят от качества и состояния металлозавалки, прежде всего от качества скрапа. Количество пылевых выбросов колеблется от 4,5 до 18,5 кг на 1 т проплава. Размеры частиц пыли в ваграночных выбросах в среднем равны 4—50 мкм. Частицы размером 50 мкм и более, составляющие 45—85% веса всей пыли, удаляются из газового потока простыми средствами, тогда как для удаления частиц размером менее 10 мкм требуются более сложные и дорогие устройства.

Действующие в США требования к запыленности ваграночных газов, выбрасываемых в атмосферу, и к эффективности пылеулавливающих установок разделяются на слабые, умеренные и жесткие. В соответствии со слабыми требованиями допускается содержание пыли в воздухе от 0,85 кг и более в 1 т газа и 1 г и более в 1 м<sup>3</sup> газа; эффективность пылеулавливания около 60%. Умеренным требованиям отвечают величины 0,4—0,8 кг/т, 0,4—0,9 г/м<sup>3</sup> и 60—80%, а жестким — 0,1 кг/т, до 0,1 г/м<sup>3</sup> и свыше 95%.

Пылеулавливающие установки, обеспечивающие очистку ваграночных газов до содержания 1 г пыли в 1 кг газа, очень дороги. Установки средней эффективности, задерживающие в основном крупные частицы, стоят дешевле. В зависимости от качества скрапа и техники загрузки вагранки могут давать 5—20 кг выбросов на 1 т выплавленного чугуна.

Норма содержания пыли и других загрязнений в очищенных ваграночных газах находится по районам США в пределах 1—8,5 г в 1 кг газа.

По данным Ассоциации итальянских литейщиков, для чугунолитейного цеха, производящего ежедневно за восьмичасовую смену 30 т средних отливок, удельное количество пыли по всему цеху составляет в среднем около 50 кг/т. Таким образом, в течение дня общий вес выделяемой пыли достигает 1,5 т.

Помимо ваграночных выбросов следует улавливать пахучие и едкие газы, которые выделяются при изготовлении стержней и форм из смесей на смоляных связующих и при заливке форм по моделям из пенного полистирола. Работы в этой области продолжаются, так как пока не найдено эффективных и практических решений этой проблемы.

Для очистки ваграночных газов в настоящее время применяют центробежные, матерчатые, мокрые пылеуловители и электрофильтры.

Центробежные пылеуловители предназначены для очистки воз-

духа от частиц пыли малых и средних размеров. Обыкновенные циклоны применяют в тех случаях, когда большая часть пылевых частиц крупнее 40 мкм. Обслуживание такой установки недорого, начальные затраты составляют 5—8 долл. на 1 м<sup>3</sup>/мин.

Высокоэффективные центробежные пылеуловители, задерживающие 90% содержащихся в воздухе пылевых частиц размером 5 мкм, состоят из нескольких малых циклонов, смонтированных в одном кожухе. Эксплуатационные расходы при использовании многоциклонных пылеуловителей выше, а начальные затраты достигают 15 долл. на 1 м<sup>3</sup>/мин для малых и 9 долл. на 1 м<sup>3</sup>/мин для более крупных установок.

К высокоэффективным сухим пылеуловителям относятся также динамические осадители, в которых задерживается 90—95% пылевых частиц размером 3 мкм и выше. В зависимости от размера установки начальные затраты составляют 9—15 долл. на 1 м<sup>3</sup>/мин.

Применение центробежных пылеуловителей, выполненных в виде группы циклонов, дает хорошие результаты, но количество улавливаемой в них пыли в большой степени зависит от ее фракционного состава.

Фирмой Америкен Эйр Филтр создан мокрый центробежный пылеуловитель (рис. 1). Цилиндрический кожух аппарата разделен перегородками на две камеры, первая из которых соединяет впускное и выпускное отверстия. Внутри расположена крыльчатка. Вторая камера соединена с вспомогательным циклоном. В центре первой камеры установлена форсунка, разбрызгивающая жидкость по поверхности лопаточного колеса. Выходные концы лопаток образуют каналы, по которым пыль вместе с частью воздуха выбрасывается во вторую камеру, откуда очищенный воздух возвращается в первую камеру через зазор и частично попадает вместе со шламом в циклон, где окончательно очищается. Шлам из аппарата удаляется через специальный люк.

Чтобы температура ваграночных газов не превышала перед циклонами 330°C, их разбавляют примерно трехкратным количеством воздуха. Содержа-

жание пыли в очищенных газах составляет 250—520 мг/м<sup>3</sup>, что соответствует степени очистки 86%.

В мультициклонах ваграночные газы очищаются до остаточного содержания пыли 1,5 кг на 1 т чугуна при работе на холодном дутье. Эти установки просты в обслуживании и надежны в работе.

Например, мультициклон, работающий в течение 17 месяцев без ремонта, обеспечивает очистку газов до 1,5 кг пыли на 1 т чугуна даже при расходе отходящих газов на 35% больше проектного (проектная производительность 20 000 м<sup>3</sup>/ч при температуре 150°C).

Матерчатые пылеуловители очищают воздух от мелких частиц пыли. Такие установки требуют большой производственной площади и хорошего ухода. Начальные затраты составляют 30 долл. на 1 м<sup>3</sup>/мин для малых установок и 15 долл. на 1 м<sup>3</sup>/мин для больших. Монтаж больших установок может существенно увеличить начальные затраты.

Для изготовления матерчатых пылеуловителей применяются синтетические ткани (дакрон, орлон), а в случае работы при высоких температурах — стеклоткань. Эти пылеуловители работают при температуре воздушного потока, равной или выше точки росы. Для них может потребоваться вспомогательная аппаратура, контролирующая влажность.

К матерчатым пылеуловителям относятся рукавные фильтры, степень очистки в которых составляет 95—99,9%. За рубежом наиболее широко применяются фильтры из стекловолоконистой ткани. Температура отходящих газов в них может достигать 1000°C.

Крупнейшая из пылеулавливающих установок с матерчатыми фильтрами очищает 84 000 м<sup>3</sup>/мин воздуха массой 112 т. От мест образования пыли загрязненный воздух через зонты и трубопроводы отсасывается эксгаустером и подается в пылеуловитель, матерчатые элементы которого изготавливаются в виде труб или мешков разной длины. Поступая в пылеуловитель, загрязненный воздух теряет скорость, и тяжелые частицы пыли выпадают в бункер. Более мелкие частицы, остающиеся в воздушном потоке, поступают через открытые концы в матерчатые трубы, образуя осадок на их внутренней поверхности. Проходя через этот фильтрующий осадок и пористые трубы, воздух освобождается от пыли и выходит из установки очищенным.

Для очистки труб от пыли периодически с помощью заслонки на короткое время приостанавливают подачу загрязненного воздуха. Эта операция может выполняться автоматически. Существуют также устройства с непрерывной очисткой труб, позволяющие подавать загрязненный воздух без перерыва. Пыль, выбитая из вертикально подвешенных труб, падает в бункер, из которого затем удаляется.

Матерчатые трубы изготавливают длиной 1,8—8,2 м, диаметром 150—300 мм. В одной установке может быть от 12 до 70 000 труб.

Очистка рукавов, выполненных из стекловолокна, затруднена из-за низкой прочности и эластичности этого материала. Обслуживание такого пылеуло-

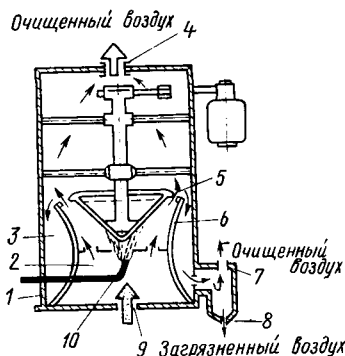


Рис. 1. Пылеуловитель фирмы Америкен Эйр Филтр:

1 — цилиндрический кожух; 2, 3 — первая и вторая камеры; 4 — отверстие для выпуска воздуха; 5 — каналы; 6 — крыльчатка; 7 — циклон; 8 — люк для спуска шлама; 9 — отверстие для впуска загрязненного воздуха; 10 — форсунка

вителя обходится дорого. Тканевые фильтры чувствительны к влажности газов при приближении их температуры к точке росы, что при розжиге вагранки и окончании плавки может привести к взрыву.

Мокрые пылеуловители применяются в основном в тех литейных цехах, которые имеют достаточное количество воды и располагают средствами для уборки шламовых отходов.

При умеренном или большом содержании в воздухе крупных пылевых частиц используются статические промыватели, задерживающие 55—80% частиц размером 10 мкм и более. Расход воды при этом составляет 0,3—0,4 л на 1 м<sup>3</sup>/мин воздуха.

Для очистки воздуха с большим содержанием мелких пылевых частиц применяют мокрый динамический осадитель. Такие установки задерживают 95% частиц крупнее 2 мкм и 98% — крупнее 3 мкм.

Область применения и эффективность действия центробежных мокрых пылеуловителей та же, что и у мокрых динамических осадителей. Расход воды равен 0,4—0,7 л на 1 м<sup>3</sup>/мин воздуха.

Высокоскоростные мокрые пылеуловители, получившие широкое распространение за рубежом, стоят примерно в 5 раз дешевле, чем электрофильтры, и занимают меньше площади.

Мокрые пылеуловители применимы для любых вагранок холодного и горячего дутья, причем отходящие от них газы могут отбираться как над загрузочным окном, так и под ним.

Английская фирма Ведаг создала модель мокрого ротационного пылеуловителя (рис. 2), имеющего оригинальный принцип действия. Запыленный ваграночный газ поступает в аппарат с ротором, имеющим высокую частоту вращения. Ротор действует как центробежный распылитель, одновременно создавая звуковые волны, достигающие ультразвукового уровня и способствующие коагуляции и осаждению мелкодисперсных частиц пыли. Диспергированная ротором вода дробится на мелкие и крупные капли. Крупные осаждаются в шламоборнике, а мелкие, находясь в газообразном состоянии, достигают скорости, близкой к звуковой, и создают постоянно обновляющуюся газожидкую среду. Турбулентное перемешивание капель воды с частицами пыли и ультразвуковая коагуляция обеспечивают интенсивное отделение пыли от газового потока.

Фирмой ВХС-Аппаратбау (ФРГ) разработан вихревой мокрый пылеуловитель низкого давления, обеспечивающий

степень обеспыливания до 99,9%. Установка потребляет мало энергии, работает бесперебойно, не имеет сопел и узких мест, опасных в отношении закупорки. Потери на испарение отсутствуют, что исключает расход пресной воды.

Модель трехступенчатого мокрого пылеуловителя создана английской фирмой Огустс Лимитед специально для отсоса и очистки ваграночных газов. Первую его ступень составляет гидравлический колпачковый затвор, смонтированный над вагранкой и улавливающий 50—60% пылевых частиц, вторую ступень — стандартный гидрофильтр, связанный трубопроводами с вагранкой и доводящий степень очистки ваграночных газов от пыли до 90%. В стандартный гидрофильтр встроена третья ступень — высокопроизводительный пылеуловитель с индивидуальным вентилятором; из третьей ступени выходят газы, обеспыленные до 99%.

Мокрый пылеуловитель «Турбекс» швейцарской фирмы Элекс АГ прост в обслуживании и не требует особого ухода. Запыленный воздух течет по водной поверхности отстойника и, распределяясь равномерно по всему сечению, поднимается снизу через перфорированную пластмассовую плиту и находящуюся над ней турбулентную зону водяной пены в двухкамерный пластинчатый каплеотделитель, а оттуда в выходной патрубок.

При прохождении воздуха через плиту и пенистую зону создается потеря давления, достаточная, чтобы вода из отстойника через особые стояки поступала в зону промывки, в связи с чем не требуется установка насоса. Высота зоны водяной пены регулируется перепусками, в результате чего загрязненная вода снова отводится в нижнюю часть отстойника. Таким образом вода постоянно циркулирует.

Электрофильтры задерживают почти 100% пыли, содержащейся в воздухе или отходящих газах. Начальные затраты на электрофильтры довольно высоки, но тем не менее эти установки за рубежом находят широкое применение. Эффективность их действия в большой степени зависит от конструкции и качества исполнения вытяжных зонтов и воздухопроводов.

Для очистки ваграночных газов используют как сухие, так и мокрые электрофильтры. Мокрые электрофильтры позволяют обеспыливать влажные газы, в частности отходящие от вагранок, работающих на горячем дутье, после их охлаждения. Сухие электрофильтры применяют только в тех случаях, если полностью исключена опасность проникновения воздуха в систему и образования горючей смеси.

Очистка ваграночных газов в электрофильтре предусмотрена в новом чугулитейном цехе Цинциннати Миллинг Машинс Лтд (Англия), производящем за неделю при работе в одну смену 200 т станочных отливок массой до 20 т. Вагранка горячего дутья с водяным охлаждением, производительностью 10 т/ч имеет внутренний диаметр 1,37 м и высоту 40 м. Воздух температурой 450°C, нагретый в отдельно стоящем воздухонагревателе, подается в вагранку в количестве 9400 м<sup>3</sup>/ч через охлаждаемые водой медные фурмы. Отходящие газы в количестве около 14 000 м<sup>3</sup>/ч температурой 1100—1250°C, пройдя через первичный пылеосадитель, поступают в мокрый скруббер, откуда выходят охлажденными до 260°C и на-

правляются в электрофильтр. Коронирующие электроды электрофильтра изготовлены из нержавеющей стали. Разность потенциалов между коронирующими и осадительными электродами достигает 70 кВ. Из трубы высотой 22 м выходят очищенные газы.

С осадительных электродов пыль удаляется с помощью магнитных ударников, высоту падения которых можно регулировать. Для очистки коронирующих электродов предусмотрена система высокочастотных вибраторов. Пыль с электродов падает в бункер, из которого периодически выгружается закрытым транспортером в барабан, куда подается вода в количестве 1000 л/ч.

Для эффективной очистки вредных выбросов от вагранок фирма Гессельштафт фюр Хютенверксан-лаген (ФРГ) выпускает газоочистительные установки, состоящие из газоохладителя, дезинтегратора-газопромывателя и каплеотделителя. Эти установки обеспечивают техническую безопасность при минимальном уходе и гибкость в эксплуатации; постоянное содержание остаточной пыли в соответствии с допускаемыми нормами даже в момент плавки; отделение сернистого ангидрида; нечувствительность к высоким температурам неочищенного газа.

Установка монтируется над отстойным резервуаром. Мутная вода из отстойника поступает в фильтр-пресс или отводится из установки. Вода, необходимая для охлаждения и очистки газов, используется по принципу циркуляции. Дополнительная вода требуется лишь для покрытия потерь на испарение.

Дезинтегратор работает по следующему принципу: газ, выходящий из охладителя, поступает по двум патрубкам в очистительную камеру установки. Проходящий снаружи в камеру ротационный вал приводит во вращение конусообразные разбрызгиватели. Поступающая промывочная вода распыляется вращающимися коническими разбрызгивателями и равномерно распределяется по всей камере. Благодаря центробежной силе смесь газа с водой ударяется о неподвижные прутки боковой стенки камеры. Это приводит к еще большему дроблению водно-газовой смеси и способствует пропитыванию влагой частиц пыли. Процесс повторяется до тех пор, пока капельки воды с частицами пыли не достигнут внутренней поверхности камеры, по которой они стекают в отстойник. Каплеуловитель очищает газ от частиц воды.

Благодаря установке дезинтегратора-газопромывателя на работающих вагранках достигается полное поглощение дыма. Вагранка снабжена кольцеобразной газоотсасывающей камерой, расположенной ниже колошникового отверстия и улавливающей 100% колошникового газа. Поступлению в камеру атмосферного воздуха препятствуют специальная набивка и автоматическое регулирование давления аспирации. Во время плавки после загрузки последней шихты набивка заменяется особой крышкой, закрывающей колошниковое отверстие. Рабочая температура колошникового газа колеблется от 200 до 500°C. Дезинтегратор легко выдерживает и более высокие температуры, до 1000—1300°C.

Если в вагранке производится газ высокой теплотворной способности, его целесообразно очищать до остаточного содержания пыли 50—100 мг с последующим сжиганием газа в рекуператоре

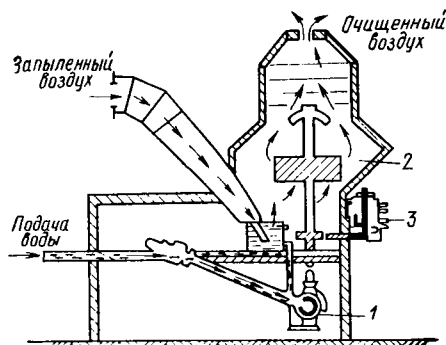


Рис. 2. Пылеуловитель фирмы Ведаг: 1 — водяной насос; 2 — ротационный пылеуловитель; 3 — привод ротора

или в котельной топке. Очищенный до такой степени газ при сжигании не загрязняет теплообменники, что способствует повышению срока их службы.

Тип пылеуловителя	Степень обеспыливания в %	Остаточная концентрация пыли в мг/м³
Скруббер Вентури . . . . .	99,9	7—20
Дезинтегратор . . . . .	99,0	50
Мокрый электрофильтр . . . . .	98,3	47,4
Мокрый пылеуловитель „Со-ливор“ . . . . .	97—98	150
Пенный аппарат . . . . .	95—96	150
Сухой электрофильтр . . . . .	94	60

В таблице приведены данные, которые дают возможность сравнить эффективность очистки ваграночных газов с помощью различных пылеуловителей. Наиболее эффективно очистка ваграночных газов осуществляется путем до-

жигания их после предварительной очистки указанными средствами.

Для использования тепла сожженных газов применяется радиационно-конвейерный рекуператор, который соединен непосредственно с камерой сгорания, а при помощи газопроводов — с эксгаустером. Теплообмен происходит в условиях противотока нагнетаемого воздуходувкой воздуха и отсасываемых эксгаустером продуктов сгорания.

В США применяется система очистки ваграночных газов, в которой в качестве очистителя использован фильтр из нейлона или стекловолокна. Дожигание окиси углерода производится непосредственно в вагранке.

Фирма Стрико (ФРГ) применила схему очистки ваграночных газов от пыли в тепловом циклоне с дожижением в нем газов и последующим использованием их тепла для нагрева в теплообменнике воздуха, подаваемого в вагранку.

При дожижении окиси углерода в ваграночных газах, как правило, применяя горелки инжекционного типа. К кожуху вагранки приваривают одну

или две стальные коробки, которые служат для размещения туннеля газовой горелки и крепления ее к фронтальной плите. Тангенциальное направление выброса продуктов сгорания природного газа из туннелей способствует большей турбулентности пламени и является необходимым условием возникновения зон повышенной температуры футеровки печи.

Горелки инфракрасного излучения также находят широкое применение за рубежом. Стабильная работа этих горелок в условиях задуваемости зависит от формы и размера керамической панели, являющейся излучающим элементом в горелке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. „Automotive Industries“, 1972, № 12; 1975, № 1, 4, 6, 11.
2. „Maschine und Werkzeug“, 1975, № 16.
3. „Ingenieurs de l'Automobile“, 1974, № 2.
4. Проспект японской фирмы «Нитто Босэки К°, Лтд.», 1975 г.

**Б. А. САХАРОВ**

УДК 629.113(94+931)

## АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ АВСТРАЛИИ И НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ

**Н**АЧАЛО развития австралийской автомобильной промышленности относится ко второму десятилетию XX века. Однако все автомобильные фирмы в Австралии представляют собой филиалы крупнейших американских, европейских и японских фирм. Уже в 1917 г. общий выпуск в Австралии грузовых, легковых автомобилей и мотоциклов составил около 50 000 шт. Спустя 50 лет, в 1967 г. автозаводами Австралии и Новой Зеландии было уже выпущено 410 тыс. автомобилей. В последние 5—6 лет среднее годовое производство автомобилей на австралийском континенте колеблется в пределах 452 тыс. шт., а в Новой Зеландии — около 80 тыс. шт.

Автомобилизация в Австралии достигла высокого уровня. В автомобильной отрасли Австралии занято примерно 83 тыс. человек, что составляет около 7% общего числа работающих во всей промышленности страны. Годовой оборот автомобилестроения составляет 7,9% оборота всей промышленности. Стоимость годового экспорта автомобилей (за 1973/74 г.) составляет 12,9% стоимости экспорта всей промышленности.

Автомобильные предприятия Австралии подразделяются на три группы. К первой группе относятся три фирмы, изготавливающие легковые автомобили: Джeneral Моторс-Холден Пти Лтд, Форд Мотор Компани оф Австралия Лтд. и Крайслер Австралия Лтд.

Все эти фирмы представляют собой филиалы крупнейших американских автомобильных концернов, причем австралийский филиал фирмы Форд является дочерним предприятием его канадского филиала.

Ко второй группе относятся четыре фирмы, которые занимаются сборкой автомобилей из частей, привозимых из

Англии, Франции, Японии и других стран, а также изготавливаемых на месте. В их число входят следующие: Лейланд Мотор Корпорейшен оф Австралия Лтд. — филиал английского автомобильного концерна Бритиш Лейланд Мотор Корпорейшен; Австралиан Мотор Индастриз Лтд. — местная австралийская фирма, в которой 50% капитала принадлежит японскому автомобильному концерну Тоёта; Мотор Продюсер Лтд; Рено Австралия Пти Лтд. — филиал французского автомобильного концерна Рено.

К третьей группе относятся около 20 местных промышленных фирм смежных производств, поставляющих для автомобилестроения различные оборудование и вспомогательные материалы.

Для японского концерна Тоёта Австралия является вторым по величине автомобильным рынком, а Новая Зеландия — пятым. Если в 1966 г. концерн Тоёта экспортировал в Австралию 7640 автомобилей в разобранном виде, то в 1975 г. — 35 040 шт., а в Новую Зеландию 7200, т. е. в 5,5 раза больше по сравнению с 1966 г.

Несмотря на производство автомобилей внутри стран, Австралия и Новая Зеландия ежегодно импортируют их из промышленно развитых стран Европы, Северной Америки и Японии (табл. 1).

Программа австралийского правительства предусматривает увеличение доли деталей и узлов местного производства в легковых автомобилях к 1980 г. до 85%. В связи с этим японские автомобильные фирмы Тоёта, Ниссан Мотор и Мицубиси Мотор приняли решение организовать на месте (т. е. в Австралии) производство двигателей для автомобилей, собираемых из частей на автосборочных заводах в г. Мельбурне и других городах. Доля деталей и узлов местного производства

в легковом автомобиле «Колт Галант», сборка которого осуществляется в Австралии, достигла уже 65%.

В табл. 1 приведены данные об импорте автомобилей в Австралию. В это число входят автомобили как в собранном, так и в разобранном виде. Однако количество автомобилей, импортируемых в Австралию в собранном виде, ежегодно возрастает. Так, если в 1973/74 финансовом году было импортировано 91,5 тыс. автомобилей в собранном виде, то в 1974/75 финансовом году — до 147,9 тыс. шт.

Основным поставщиком была Япония (124,8 тыс. шт.). Из Италии было ввезено 7,9 тыс. автомобилей, из ФРГ 5,7 тыс. шт., из Швеции 4 тыс. шт., из Англии 2,5 тыс. шт., из Франции 1,7 тыс. шт.

Ежегодно увеличивается и объем продажи новых автомобилей на австралийском рынке (табл. 2). Наибольшая доля приходится на легковые и грузопассажирские автомобили.

Общие капиталовложения японских фирм за границей оцениваются 14 млрд.

Таблица 1

Страны, из которых ввозятся автомобили	Количество ввозимых автомобилей		
	легковых и комбинированных	грузовых, автобусов и др.	Всего
Англия . . . . .	59 408	15 075	74 483
Бельгия . . . . .	13	3	16
Италия . . . . .	10 406	763	11 169
Канада . . . . .	7	1 043	1 050
США . . . . .	594	1 313	1 907
Нидерланды . . . . .	4	14	18
Франция . . . . .	18 882	1 103	19 985
ФРГ . . . . .	27 094	3 657	30 751
Швеция . . . . .	9 104	1 217	10 321
Япония . . . . .	225 398	67 391	292 789



Таблица 2

Автомобили	Количество автомобилей, проданных в Австралии		
	в 1973 г.	в 1974 г.	в 1975 г.
Легковые . . . . .	402,1	413,7	402,6
Грузопассажирские . .	57,8	61,9	70,0
Грузовые . . . . .	109,5	110,2	117,1
Автобусы . . . . .	2,4	2,7	3,5

марок ФРГ, причем 5,9% из них приходится на Австралию и Новую Зеландию, что составляет ~820 млн. марок ФРГ.

Австралия и Новая Зеландия отличаются высокой степенью насыщенности автомобилями. Так, в 1975 г. на 1000 жителей в Австралии приходилось 419 автомобилей, из них 338 легковых и комбинированных и 81 грузовой. В том же году в Новой Зеландии на 1000 жителей приходилось 414 автомобилей, из них 350 легковых и комбинированных, и 64 грузовых.

Австралия и Новая Зеландия имеют

значительный автомобильный парк. В 1975 г. в Австралии он превышал 6 млн. автомобилей, в том числе более 4,5 млн. легковых, а в Новой Зеландии автомобильный парк насчитывал свыше 1,25 млн. автомобилей, в том числе 1 млн. легковых (табл. 3).

Таблица 3

Виды автомобилей	Автомобильный парк 1975 г. в шт.	
	Австралии	Новой Зеландии
Легковые . . . . .	4 899 700	1 059 600
Грузовые и автобусы . .	1 165 000	194 000
Всего . . . . .	6 064 700	1 253 600

Австралия и Новая Зеландия располагают также хорошей сетью автомобильных дорог. В Австралии протяженность автомобильных дорог равна 863 тыс. км, причем дороги с твердым покрытием составляют 418 тыс. км.

В Новой Зеландии автомобильные дороги по состоянию на 31/III 1974 г.

имели протяженность 94,8 тыс. км, длина государственных автострад составляла 11,8 тыс. км.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Бюллетень Иностранной Коммерческой Информации». 9/XII 1976, № 147, с. 3.
2. «Мировая экономика и международные отношения», 1977, № 1, с. 81.
3. „Bus — Fahrt“, 1940, № 2, с. 48.
4. „Tatsachen und Zahlen“, 1975, с. 386—387.
5. „International Road Federatoin“ („IRF“), 1975, с. 33, 70.
6. „Nachrichten für Außenhandel“, 3/VI 1976.
7. „Automotive News“, 30/VIII 1976, с. 16—17.
8. „SAE-Australian“, I-II, 1976, № 1, v. 36, с. 4—7.
9. Frölich F, Multinationale Unternehmen, Entstehung, Organisation und Management, Nomos Verlagsgesellschaft, 1974, с. 207.

Канд. экон. наук М. А. КЛЕМЕНТЬЕВ

УДК 621.74:65.011.56

## НОВОСТИ В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ ЗА РУБЕЖОМ

### Автоматизация литья под давлением

Фирма Triulzi S.p.A. (Италия) большое внимание уделяет автоматизации и контролю литья под давлением: дозированию и заливке расплава, извлечению отливок из формы, смазке формы и пресующего поршня. Хорошо работает устройство с горизонтально перемещающейся заливочной ложкой, которая опускается и при этом разламывает окисную пленку, не захватывая ее, затем берет чистый расплав. Автоматизировано дозирование и заливка — с помощью пневмосистемы расплав из печи подается по металлопроводу в камеру прессования. Для этого используют машины типа Rotocast.

Автоматизировано также извлечение отливок из формы. Осуществляется оно с помощью универсальных роботов или манипуляторов, которые подают отливку из пресс-формы в бак для охлаждения или под обрубной пресс, а также с помощью приспособлений и приборов, которые извлекают отливку, подают ее в бак для охлаждения, затем на конвейер или в обрубной пресс. При этом осуществляется контроль на полноту, а также размерный контроль.

Смазку наносят на форму из форсунок, находящихся вне формы или вносимых в разъем формы после каждой запрессовки.

Контроль за техническим процессом — это важная предпосылка для частичной и полной автоматизации. Самый простой способ контроля — ручной. Кроме того, применяют дистанционное управление процессом с помощью электронной потенциометрической системы, причем новейшей считается электронная система с перфокартами. Сложные процессы прессования контролируют прибором „Speed-O-Trol“, работающим с помощью зонда.

Электронным устройством „Autoload“ контролируют усилие загибания пресс-формы, а также корректируют его. На направляющих колоннах машины устанавливают датчики для измерения де-

формации колонн. Полученные значения сравниваются с оптимальными, и, если необходимо, устройством автоматически осуществляет корректировку.

Электронная система „Hydralarm“ предусмотрена для защиты машины. Действует она следующим образом. В тех случаях, когда не работает система смазки, гидрожидкость находится на пределе, фильтр гидросистемы забился или вентиль всасывающего трубопровода должен быть закрыт, машина отключается.

Для дальнейшей автоматизации литья под давлением разрабатывается создание на предприятии единого центра управления машинами, которые будут работать в полностью автоматическом цикле.

„Giesserei-Praxis“, март, 1977, № 5, с. 72—77.

### Новая серия прессов

#### для холодной штамповки

Серию прессов для холодной штамповки выпустила фирма National Machinery (США и ФРГ). Новый пресс «1250 Former» — шестипозиционный, предназначен для обработки заготовок или проволоки диаметром до 33,5 мм. Можно регулировать отрезание заготовок от 10 до 240 мм. Скорость изготовления 45—50 дет/мин в зависимости от формы. Уровень звука поддерживают специальными оборудованием в пределах 85 дБ. Подающая система состоит из пяти небольших и четырех больших роликов. Для подачи материала и его выпрямления предназначены первые ролики. Они двигают конец новой катушки с проволокой к двоянной паре подающих роликов.

Этот пресс является наименьшим в данной серии. Размеры его 3,71×7,11 м; вес 87 500 кг.

Пресс «1500 Former» — пятипозиционный. На нем обрабатывают заготовки и проволоку диаметром 38 мм и длиной 288 мм. Производительность пресса 40—45 дет/мин. Вес пресса 150 000 кг.

Самый большой пресс «1875 Former» шестипозиционный весом 225 000 кг. Он предназначен для обработки заготовок и проволоки диаметром 47,6 мм и длиной 300 мм. Производительность его 30—35 дет/мин.

„Metallurgia and Metal Forming“, апрель 1977, т. 44, № 4, с. 181.

### Горячее изостатическое прессование порошковых заготовок

Штамповка заготовок из нитрида кремния методом горячего изостатического прессования осуществляется на предприятиях фирмы ASEA Ltd., а также может быть использована в автомобильной промышленности.

Из этого материала изготавливают детали, вращающиеся в рабочем положении, и обычные стационарные детали для работы при температуре 1300—1400°C.

Применяемая ранее технология изготовления деталей из нитрида кремния методом горячего прессования при использовании графитовых штампов обладала недостатком в уровне пористости, а также имела ограничения при изготовлении деталей сложной формы.

Для горячего изостатического прессования фирма применяет пресс „ASEA Quintus“. На этом прессе осуществляют спекание и уплотнение. Диаметр камеры горячей зоны 1180 мм, а высота 2030 мм. Температура спекания 1260°C, давление в камере 2000 бар.

При изготовлении деталей сложной формы и повышенной точности можно применять эту технологию.

„Metallurgia and Production Engineering“, май, 1977, т. 130, № 3358, с. 407—408.

### Двузубый зенкер для удаления заусенцев с кромок отверстий

Фирмой Josef Binkert AG (ФРГ) создан двузубый зенкер GH—SP. Он состоит из оправки с вставленными в ее конец двумя жестко связанными друг с другом ножами. В том случае, когда



превышается заранее установленная величина подачи или при погружении зеркера в глубь отверстия, ножи утапливаются в оправке. Стенки отверстия при этом не повреждаются. Благодаря существованию жесткой связи и фиксации ножей в строго определенном положении зеркером можно обрабатывать отверстия с выточками, канавками и поперечными каналами. Регулирующим винтом устанавливают давление пружины на ножи. Эти ножи можно легко заменять. Зенкерами такой конструкции обрабатывают отверстия диаметром от 5 до 18 мм.

„Maschine und Werkzeug“, май 1977, № 9, с. 32, 34.

#### Уплотнение порошков при использовании электрических разрядов высокого напряжения

Ведутся экспериментальные исследования в области уплотнения длинных тонких прутков из порошка нержавеющей стали с использованием электрического разряда высокого напряжения. Во время разряда высокого напряжения через частицы порошка возникает интенсивное магнитное поле, направляющее частицы с периферии радиально к центру.

Для получения электрических разрядов применяется оборудование, которое состоит из ряда конденсаторов (15×5,32 мкФ) мощностью 16 кДж при максимальном напряжении 20 кВ.

Электрический разряд от конденсатора проходит через заготовки весом по 5 г из порошка нержавеющей стали 18/10. Прутки обладают равномерным уплотнением (длина 45 мм, диаметр 6 мм). Первоначальное напряжение 4,5 кВ и наибольшее 6 кВ.

Для уплотнения образцов весом до 15 г, длиной 130 мм и диаметром 7 мм было выбрано первоначальное напряжение до 10 кВ. Когда прессовки удаляли из стеклянного контейнера-трубы, отме-

тили, что после уплотнения небольшие частицы порошка не соединились. На электронных микроснимках разрушенной поверхности поперечного сечения и цилиндрической поверхности прессовки, подвергшейся напряжению 10 кВ, не наблюдалось разницы в микроструктуре и степени сварки между частицами.

„Metallurgia and Metal Forming“, март 1977, т. 44, № 3, с. 125—127.

#### Автоматическая линия протягивания синхронизаторов

В ФРГ фирмой Karl Klink, Werkzeug- und Maschinenbau, liefern создана линия протягивания синхронизаторов для коробок передач грузовых автомобилей.

Автоматическая линия состоит из вертикального станка для охватывающего протягивания „RISZ 16×1600×320“ и специального трехпозиционного вертикального станка для охватывающего протягивания „RIS 20×1850“. Эти станки оборудованы независимыми одна от другой гидравлическими системами привода. У трехпозиционного вертикального станка каждая из трех рабочих позиций также имеет независимую систему привода. Скорость протягивания на станке „RIS 20×1850“ составляет 5 м/мин, а скорость обратного хода 9 м/мин. Соответственно с этим скорость протягивания на станке „RISZ 16×1600×320“ отрегулирована на 5 м/мин. Для подачи заготовок предназначен транспортер, загрузочно-разгрузочное устройство, механическое устройство для удаления заусенцев, транспортер для готовых деталей и магнитный транспортер для удаления стружки (в час образуется около 63 кг стружки).

На автоматической линии можно обрабатывать синхронизаторы шести типовых размеров. Диапазон размеров указанных деталей следующий: наружный диаметр 160—200 мм, ширина наружных зубьев 35—40 мм, внутренний диаметр 100 мм, ширина внутренних зубьев 22—26 мм, толщина ребра 8 мм. Синхронизаторы

для коробок передач изготовляют из цементированной стали прочностью примерно 750 кН/мм<sup>2</sup>.

Детали обрабатываются на линии в следующем порядке. После токарной обработки они подаются транспортером к станку для внутреннего протягивания. Подача осуществляется с помощью специального гидравлического устройства разобщенно. Поданную деталь захватывают клещи и переносят на рабочую позицию станка, где протягивается эвольвентный зубчатый венец. После обработки деталь снова захватывают клещи и переносят на первую позицию станка для охватывающего протягивания, где устанавливают на оправку. Во время обработки деталь подается оправкой снизу вверх через неподвижную протяжку. Максимальное усилие протягивания составляет 200 кН. Во время обработки в протяжку подается большое количество смазочно-охлаждающей жидкости с целью хорошего охлаждения протяжки и детали, а также для полного удаления образующейся стружки. Подобным способом деталь обрабатывается на всех трех позициях станка. На первой позиции протягиваются зубья по периметру синхронизатора, на второй — шесть проемов между зубчатыми секторами на половину глубины, а на третьей — проемы на полную окончательную глубину. С одной позиции на другую детали переносятся клещами, причем после прохода через протяжку деталь захватывают клещи, опускают вниз и помещают на оправку соседней позиции. После обработки на станке с детали удаляют заусенцы, и она подается на отводящий конвейер. Для обработки синхронизаторов шести типовых размеров необходимо 15 протяжек охватывающего типа.

Производительность линии 60 шт/ч. „Werkstattstechnik“, март 1977, № 3, с. 179—183.

## КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

С. В. Венцель. Смазка и долговечность двигателей внутреннего сгорания. Киев, «Техника», 1977.

**В**ЛИЯНИЕ смазки на износ и долговечность машин вообще, двигателей внутреннего сгорания в частности, очень большое. Гидродинамическая теория смазки благодаря работам русских и зарубежных ученых совершенна. Остается только внимательно изучить накопленный опыт, доходчиво его изложить и тем самым сделать достоянием работников, встречающихся со смазкой на практике. Издание книги, где изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований по влиянию смазки на износ, целесообразно и актуально.

В рецензируемой книге оригинально решен вопрос о сроке службы масла, научно обоснованы предлагаемые рекомендации по повышению срока службы масла, поэтому книга представляет большую научную и практическую ценность.

В первой главе книги автор изложил основные положения теории трения, износа и смазки машин. В последующих четырех главах он на основе исследований дает практические рекомендации.

Во второй главе изложены результаты исследования по влиянию отложений на ресурс двигателя. Физико-химические свойства отложений зависят от физико-химических свойств

масла и условий их образования, по этой же причине неодинаково и влияние их на долговечность двигателя.

Эффективность масла, стабильность его свойств, влияние масла на износ двигателя зависят от многих факторов, основными из них являются физико-химические свойства и условия работы. Об этом хорошо написано в третьей главе.

Об износе сопряжений двигателя внутреннего сгорания, их долговечности повествует четвертая глава. Удачно использован принцип Ле-Шателье-Брауна для оценки связи износостойкости и процессов старения масла.

Анализ эффективности системы смазки двигателей внутреннего сгорания, выбору оптимального сорта масла, присадок и фильтрующих устройств, величины давления подачи масла с целью сведения к минимуму интенсивности изнашивания посвящена пятая, заключительная глава.

Книга написана на высоком научном уровне, иллюстрирована большим экспериментальным материалом. Раскрыта физическая сущность явлений, характеризующих работу сопряжений двигателя.

Однако при чтении возникают некоторые неясности. Так, на стр. 20 отмечено, что подшипник может расплавиться при холодном масле. Не указано, о какой температуре идет речь: в картере двигателя или на поверхности трения. Вероятно,

в картере, так как при высоких нагрузках температура масла на поверхности трения высокая.

На стр. 81 не очень четко выражена мысль о трехстадийном старении масла, наличие которого объясняется крайней изношенностью двигателя. Поскольку срок службы масла гораздо меньше срока службы двигателя, то третьего периода бурного старения масла не должно быть, а просто параметры предложенной зависимости должны быть другими в изношенном двигателе, кривая старения более крутая, чем у неизношенного двигателя.

На стр. 83 автор пишет, что после математической обработки результатов, полученных при анализе проб масла на щелочность, отобранных из систем смазки двигателей, установлено, что изменение щелочности в процессе эксплуатации происходит по экспоненциальной зависимости. В данном случае очень интересно было бы увидеть физическое обоснование в аналитической форме этой зависимости, тогда бы она выступала как функциональная.

На стр. 84 для линейного уравнения скорости снижения щелочности угловой коэффициент определяли по экспериментальным данным как частное от деления перепада ординат (значений щелочности) на среднее значение щелочности в границах участка. На самом деле для определения коэффициента следует взять частное от деления значений скорости ее изменения на среднюю щелочность. Это, вероятно, так и было при расчетах, а ошибка вкралась при написании или редактировании.

На стр. 99 написано, что для всех автомобильных карбюраторных двигателей технически целесообразным сроком службы до первого капитального ремонта следует считать 200 тыс. ч. Должно быть 200 тыс. км. На стр. 131 написано, что вертикальная плоскость наибольшего износа (по окруж-

ности), как правило, располагается в плоскости качения шатуна. Должно быть не качения, а качания шатуна.

Несколько противоречивы утверждения на стр. 158 и 159, поэтому механизм насосного действия поршневых колец не вполне ясен, однако другого объяснения движения масла в камеру сгорания не дается. В то же время говорится, что при износе канавок под кольца по высоте, т. е. при увеличении торцовых зазоров, расход масла резко усиливается.

На стр. 176 сказано, что расход масла через подшипник пропорционален зазору в кубической степени. Следовало бы дать доказательство этого или привести литературную ссылку, где есть доказательство, так как в литературе есть и другие данные. На стр. 178 третий сверху абзац напечатан два раза подряд.

В целом по книге желательно видеть аналитическое описание приведенных физических, химических и других процессов, а также побольше графиков, иллюстрирующих течение закономерностей.

Приведенные замечания касаются неточностей при редактировании или опечаток, а также носят характер пожеланий. В целом книга содержит много нового в области смазки двигателей внутреннего сгорания и вносит значительный вклад в теорию и практику повышения долговечности двигателей. Рекомендуем инженерно-техническим работникам, занимающимся конструированием, изготовлением, эксплуатацией двигателей, а также работающим в области смазочных материалов, использовать книгу в своей деятельности.

**Д-р техн. наук Ф. Н. АВДОНЬКИН,  
канд. техн. наук А. С. ДЕНИСОВ**

## РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ

УДК 629.113.621.43.001

**Применение метода математического планирования экспериментов при испытании систем зажигания.** Злотин Г. Н., Староверов В. В., Треплин В. А. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Рассмотрено использование метода центрального композиционного рототабельного равномерного планирования второго порядка при использовании протекания характеристик пробивных напряжений в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов работы двигателя и угла опережения зажигания. Табл. 2. Рис. 1. Библ. 5.

УДК 629.113.621.44

**Исследование изнашиваемости коленчатых валов дизелей ЯМЗ-240 и ЯМЗ-240Н.** Голубничий Н. Т. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Приведены данные об износах шатунных шеек и беговых дорожек коленчатых валов двигателей ЯМЗ-240 и ЯМЗ-240Н в условиях эксплуатации. Табл. 2. Рис. 4. Библ. 2.

УДК 662.76:629.113

**Детонационная стойкость водородно-воздушных смесей.** Варшавский И. Л., Мищенко А. И., Талда Г. Б. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Приведены результаты экспериментального исследования детонационной стойкости водородно-воздушных смесей различного состава, даны зависимости детонационной стойкости этих смесей от коэффициента избытка воздуха и показано влияние добавок воды на детонационную стойкость водородно-воздушной смеси. Рис. 2. Библ. 9.

УДК 629.113.03:624.14

**Оценка топливной экономичности снегоболотоходов.** Вержбицкий А. Н., Крестовников Г. А. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Приведена методика и экспериментальные данные определения топливной экономичности снегоболотоходов для различных эксплуатационных условий. Табл. 2. Рис. 4. Библ. 2.

УДК 629.113.621.434.013

**Комплексная оценка эффективности при оптимизации метрологических показателей диагностирования автомобилей.** Сергеев А. Г. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Предложена методика комплексной оценки эффективности оптимизации метрологических показателей диагностирования с учетом надежности автомобиля. Рис. 6. Библ. 4.

УДК 629.113.012.5:001.4

**Исследование сопротивления качению шин на роликовых стендах.** Коротков Л. И. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Приведены результаты исследования изменения коэффициента сопротивления качению в зависимости от соотношения радиуса ролика к радиусу колеса. Рис. 5. Библ. 4.

УДК 629.113.02:001.24

**О выборе веса прицепа полноприводного автомобиля, эксплуатируемого на деформируемых грунтах.** Шуклин С. А., Чистов М. П. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Приведены результаты экспериментов, показывающие целесообразность введения в характеристику полноприводного тягача, предназначенного для буксирования прицепов по деформируемым грунтам, величины максимально допустимого коэффициента сопротивления качению прицепа. Этот коэффициент можно выбирать по приведенным зависимостям с использованием тягово-скоростных характеристик тягача на заданных видах опорных поверхностей. Табл. 1. Библ. 2.

УДК 629.113.004

**Обеспечение эксплуатационной надежности легковых автомобилей.** Круглов С. М., Антонов В. Н. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Рассмотрены вопросы обеспечения эксплуатационной надежности, предложены пути увеличения технической готовности автомобиля. Рис. 2. Библ. 5.

УДК 629.113.59.001.4

**О влиянии нагрева тормозных накладок на параметры торможения автомобилей.** Нагиев А. М. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Показаны отрицательное влияние нагрева тормозных накладок на параметры торможения и метод выявления этого влияния экспериментальным путем. Рис. 4. Табл. 3.

УДК 629.113.075

**Исследование характеристик увода шины в ведомом режиме.** Голымидов А. М. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Приведены результаты стендовых испытаний по определению характеристик увода шины модели И-151 в ведомом режиме при различных нагрузках на колесо и давлениях воздуха в ней. Определено влияние угла развала колес и скоростей движения автомобиля на эти характеристики. Рис. 4. Библ. 2.

УДК 629.113.075

**К вопросу управляемости автопоезда большой грузоподъемности при прямолинейном движении.** Выгонный А. Г., Титович А. И., Ведерчик А. В. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Приведены результаты экспериментальных исследований управляемости автопоезда с различной массой прицепа по дороге, покрытой плотно укатанным снегом. Показано, что для повышения полезной производительности автопоезда необходимо улучшение его управляемости. Табл. 1. Рис. 2. Библ. 6.

УДК 629.113.002:621.9

**Конструкционная сталь с защитным хромовым покрытием.** Белов Ю. К., Пономаренко Е. П., Фалкон Е. И., Бурдо А. И., Кальнер В. Д., Ковригин В. А. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

Разработана технология получения защитного хромового покрытия на движущейся полосе при испарении нагретого сплава хрома с железом (70% хрома, 30% железа). Исследованы структура и свойства покрытия. Приведены результаты испытаний материала в химических средах и при повышенных температурах (до 800°C). Табл. 2. Рис. 4.

УДК 621.9.011:669.15

**Изыскание оптимальных условий применения деформирующе-режущих прошивков при обработке поковок.** Евстратов С. С., Ковбаст Н., Козлов В. А. «Автомобильная промышленность», 1977, № 10.

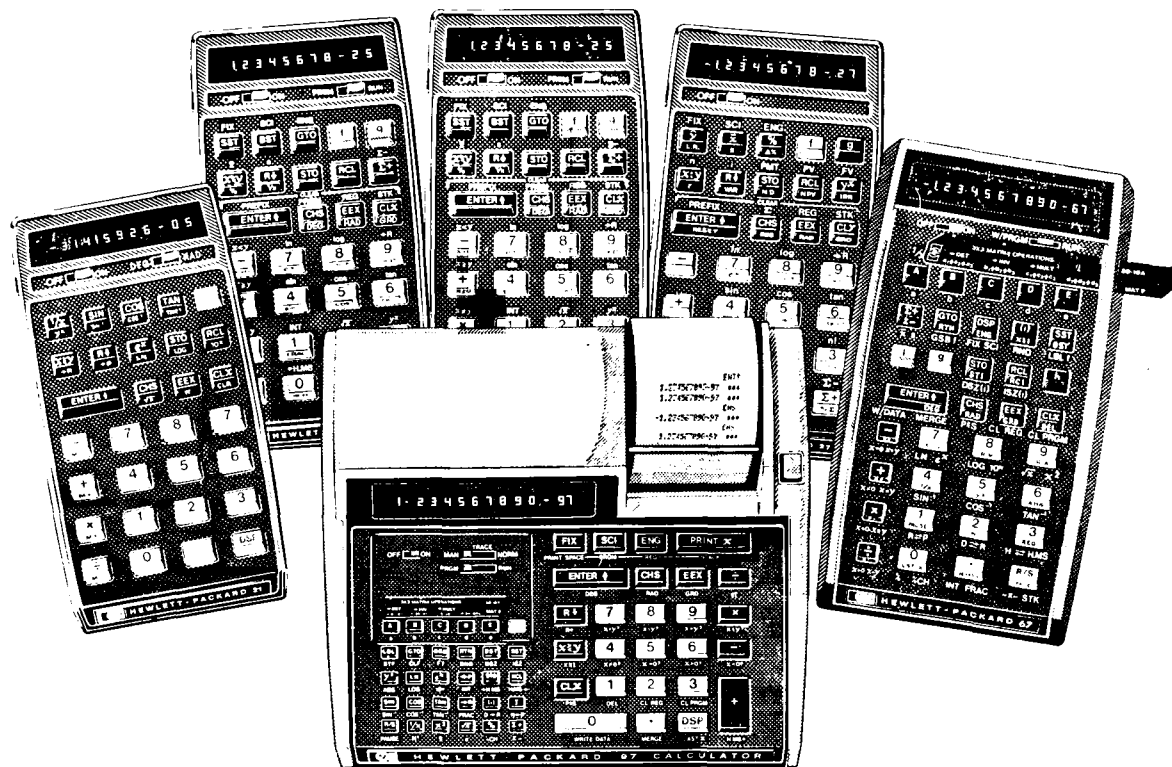
Даются рекомендации по выбору материала для режущих секций и деформирующих элементов прошивок и по построению технологического процесса их обработки, обеспечивающего получение высоких эксплуатационных характеристик инструмента путем регулирования технологических остаточных напряжений. Рис. 1. Библ. 5.

УДК 629.113.621.7.02

**Выбор методов зачистки заусенцев на автомобильных деталях.** Романов А. С. «Автомобильная промышленность» 1977 № 10.

Описаны признаки классификации деталей и методов обработки. Приведен совмещенный классификатор, который позволит выбирать рациональный метод зачистки деталей. Рис. 1.

# КАЛЬКУЛЯТОРЫ ФИРМЫ ХЬЮЛЕТТ-ПАККАРД КОМПАНИ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Их хорошо знают и ценят во всем мире ученые, инженеры, исследователи и деловые люди.

В серии ручных счетных машинок фирмы ХЬЮЛЕТТ-ПАККАРД КОМПАНИ впервые воплощены многие технические достижения, благодаря чему их конструкции отвечают современным требованиям.



Представитель фирмы в СССР:  
101000, Москва, Покровский бульвар, 4/17, кв. 12  
Тел. 294-20-24  
Телекс 7825 HEWPAC SU

Модель HP-21, как и все другие изделия фирмы ХЬЮЛЕТТ-ПАККАРД КОМПАНИ, сочетает высокое качество и достаточно низкую стоимость.

Модель HP-25 представляет собой программируемую счетную машинку для научных исследований.

Модель HP-25C аналогична модели HP-25, с сохранением памяти в выключенном виде.

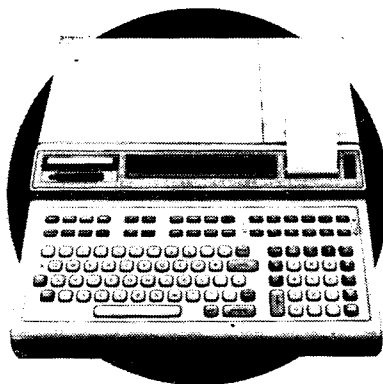
Модель HP-27 предназначена для деловых и инженерных расчетов.

Модель HP-67 является совершенным программируемым калькулятором с записью на магнитолентах.

Модель HP-97 выполняет те же функции, что и модель HP-67, но имеет также печатающее устройство.



**Модель HP 9815.** Имеет внутреннюю память емкостью 2000 шагов программы, а также встроенную кассету оперативной емкостью 96 килобайт. Эта многофункциональная модель характеризуется широким выбором клавиш для исправлений, наличием алфавитно-цифровых индикаторов и встроенного печатающего устройства. Программирование ведется на машинном языке ИПН (инверсная польская нотация).



**Модель HP 9825.** Собирает, считает, организует информацию, и если необходимо — одновременно, благодаря возможности работы в прерывистом режиме и наличию клавиатуры для прямого обращения. Обладает исключительным быстродействием, имеет внутреннюю память емкостью до 32 килобайт и кассету оперативной емкостью 250 килобайт. Может работать с промежуточными дополнительными устройствами.



**Модель HP 9831.** Имеет внутреннюю память емкостью от 8 до 32 килобайт. Снабжена кассетой с ускоренным обращением для поиска в обоих направлениях емкостью 250 килобайт, а также специальными клавишами для обращения к 24 подпрограммам путем нажатия одной-двух клавиш. Программируется на языке БЕЙСИК.

## Международный символ настольных ЭВМ

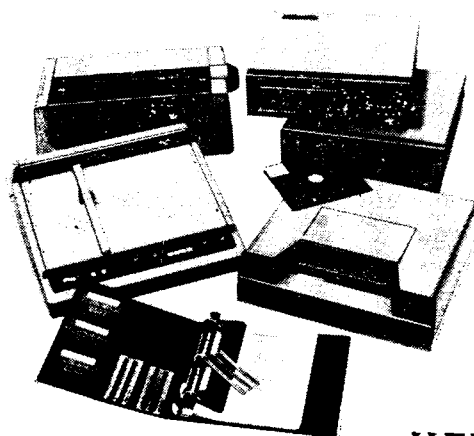
Во всем мире настольные вычислительные системы фирмы ХЬЮЛЕТТ-ПАККАРД КОМПАНИ экономят время, трудозатраты и средства десятков тысяч ученых и инженеров, деловых людей и администраторов. Стабильная и проверенная технология, современные БИС и схемы на элементах типа металл — окисел — кремний, упрощенные схемы для сопряжения, большой опыт программирования и математического обучения — все это обеспечивает экономичную и эффективную работу с полной надежностью и гибкостью.

## Экономичные и эффективные расчеты на ЭВМ Хьюлетт-Паккард

Емкость памяти настольных ЭВМ фирмы ХЬЮЛЕТТ-ПАККАРД КОМПАНИ составляет от 472 программных шагов до 32 килобайт по 8 бит. Это позволяет Вам выбрать емкость именно той внутренней памяти, которая требуется в данный момент. Более широкий диапазон выбора емкости внутренней памяти обеспечивается установкой дополнительных блоков оперативной памяти и периферийных устройств.

### Периферийные устройства

Фирма ХЬЮЛЕТТ-ПАККАРД КОМПАНИ предлагает периферийные устройства для ввода и вывода данных в той форме, какая Вам необходима. Они просто подключаются к вашей ЭВМ. Большинство из них взаимозаменяемо в основном корпусе серии 9800. Устройство ввода-вывода является стандартным для всех моделей (кроме модели 9815, к которой оно поставляется отдельно) и может быть использовано для управления технологической линией или приборами. Оно совместимо с большинством систем ЭВМ, включая новую модель HP-1B (шина сопряжения).



### Опыт программного обеспечения

Настольные ЭВМ фирмы ХЬЮЛЕТТ-ПАККАРД КОМПАНИ программируются в простых, широко употребляемых языках алгоритма. Все они совместимы с современными средствами редактирования и корректирования.

Вы можете приспособить стандартные программы к Вашим нуждам или составить свои собственные. Информацию о последних достижениях в математическом обеспечении практики программирования можно получить из инструкций по эксплуатации наших ЭВМ и регулярного журнала «Клавиатура» («KEYBOARD»).

Все это лишь часть обслуживания, обеспечиваемого фирмой ХЬЮЛЕТТ-ПАККАРД КОМПАНИ, начиная с момента получения Вами системы и на весь период эксплуатации.

**HEWLETT  PACKARD**

Представитель фирмы в СССР:  
101000, Москва, Покровский бульвар, 4/17, кв. 12.  
Тел. 294-20-24. Телекс 7825 HEWPAC SU

Приобретение товаров иностранного производства осуществляется организациями и предприятиями через МИНИСТЕРСТВА и ВЕДОМСТВА, в ведении которых они находятся. Запросы на проспекты и каталоги следует направлять по адресу: 103074, Москва, пл. Ногина, 2/5. Отдел промышленных каталогов ГИИТБ СССР. Ссылайтесь на № 3707—7/422/586.

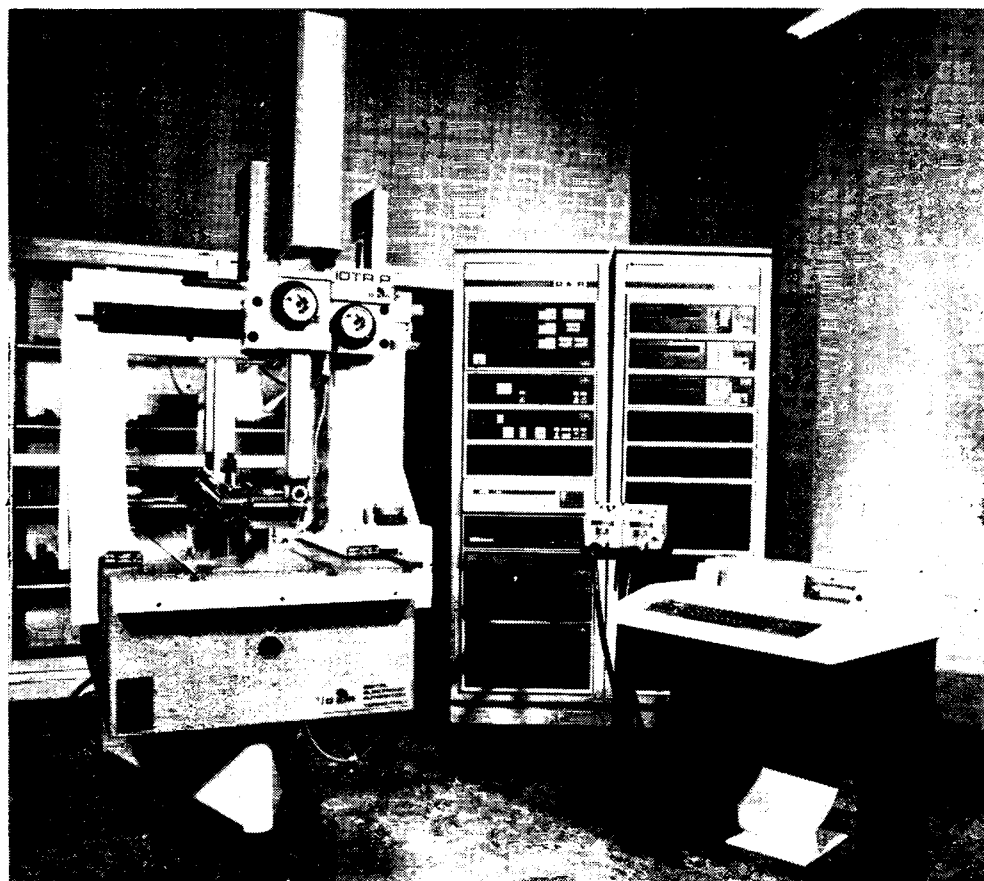
# 1000 СИСТЕМ ДЕА УСТАНОВЛЕНЫ ВО ВСЕМ МИРЕ. СВЫШЕ 100 СИСТЕМ ДЕА ОБСЛУЖИВАЮТ СОВЕТСКУЮ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

## Измерительная установка ИОТА Р:

Позволяет с высокой точностью измерять детали средних и малых размеров. Быстрая окупаемость установки обеспечивается простотой конструкции, скоростью проведения операции измерения и надежностью в эксплуатации.

Техническая характеристика:

- Опорная диабазовая плита практически недеформирувана.
- Главная каретка портала установлена на воздушных подушках.
- Оптическая измерительная система снабжена визирными шкалами.
- Имеются рукоятки для грубой и тонкой настройки каждой оси визирных шкал.
- Визирные шкалы с масштабом деления 1 мкм подсвечиваются.
- Полезный измерительный размер по осям:  
X=760 мм,  
Y=500 мм,  
Z=400 мм.
- Точность расположения по осям при 20°C:  
X=±.006 мм,  
Y=±.005 мм,  
Z=±.004 мм.



- Повторяемость установки — 4 мкм.
- Электронная система развертки — с использованием вычислительной машины.

Аналогичные технические данные заложены в приборах типов PL, PL2, PL3 предельных размеров по оси X соответственно 1320, 1800 и 2800 мм, а также в приборе типа PR с увеличенным

просветом под измерительной головкой. Кроме оборудования типа ИОТА фирма ДЕА производит приборы типов: БЕТА, ГАММА, СИГМА, ДЕЛЬТА, АЛЬФА и ЛАМБДА полезных размеров по осям:

X=16 000 мм,

Y= 6 000 мм,

Z= 4 000 мм,

с разными уровнями автоматизации.



**DIGITAL  
ELECTRONIC  
AUTOMATION  
S. p. A.**

CORSO TORINO 70—10024  
MONCALIERI  
TORINO—ITALIA  
TEL. 011 673932  
TELEX 21226