

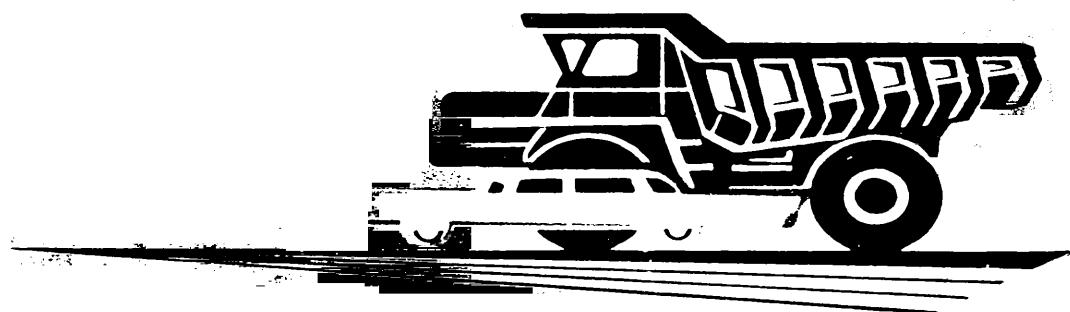
6+2(05)  
A22  
жс 32131

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

1967

1

I-12



# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

1

ЯНВАРЬ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

1967

Год издания XXXIII

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

УДК 629.113·1966—1970»

## Перспектива развития автомобильной промышленности СССР в 1966—1970 гг.

А. А. АНДЕРС

Министерство автомобильной промышленности СССР

АВТОМОБИЛЬНЫЙ транспорт в СССР является одной из интенсивно развивающихся отраслей народного хозяйства, и грузооборот его ежегодно возрастает. Велика роль автомобильного транспорта в сельском хозяйстве особенно на таких массовых работах, как вывозка хлеба и др. Все большее применение находят автомобили и автопоезда большой грузоподъемности на открытых горных разработках, вывозке леса, доставке тяжелых неделимых грузов и т. п.

Директивами ХХIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства предусмотрено увеличение грузооборота автомобильного транспорта в 1,7 раза, следовательно, к 1970 г. он должен достичь 210 млрд. т/км.

Успешное развитие металлургической и химической промышленности в прошлой семилетке 1959—1965 гг. и намечаемые планы развития этих отраслей по плану текущей пятилетки создают благоприятные условия для ускоренного развития автомобильной промышленности в текущей пятилетке.

Анализ структуры существующего транспортного парка страны и себестоимости автомобильных перевозок свидетельствует о том, что для планируемого роста грузооборота требуется не простое увеличение количества автомобилей в парке, а иной подход к решению поставленной задачи.

Проектом пятилетнего плана развития автомобильной промышленности, разработанным на основании директив, принятых ХХIII съездом КПСС, предусматривается обеспечение увеличивающихся автоперевозок в основном не за счет количественного увеличения парка, а за счет качественного его изменения и прежде всего увеличения грузоподъемности выпускаемых автомобилей и автопоездов.

Поэтому в производстве грузовых автомобилей на эту пятилетку предусматривается преимущественное увеличение выпуска автомобилей повышенной грузоподъемности, автобусов большой вместимости, автопоездов, состоящих из бортовых автомобилей с прицепами и седельных тягачей с полуприцепами, а также специализированных автомобилей для перевозки массовых грузов и товаров народного потребления.

Увеличение грузоподъемности автомобилей позволит освоить расширенный объем перевозок без резкого увеличения парка автомобилей и даст возможность снизить эксплуатационные расходы. Чтобы лучше приспособиться к структуре перевозимых грузов, необходимо внимание будет уделено производству грузовых автомобилей малой грузоподъемности (до 1 т), так как практика показывает, что перевозка мелких грузов также занимает в народном хозяйстве значительное место.

Ежегодный выпуск грузовых автомобилей за пятилетие должен вырасти от 380 тыс. шт. в 1965 г., до 600—650 тыс. шт. в 1970 г. или в 1,6—1,7 раза.

Производство грузовых автомобилей в текущем пятилетии по-прежнему будет сосредотачиваться на Горьковском автозаводе, Московском автозаводе им. Лихачева, на Уральском, Ульяновском, Кременчугском, Минском, Белорусском и Кутанско-Курганском автозаводах, а также на Саранском заводе автомобилей-самосвалов, Фрунзенском автосборочном и некоторых других.

Так, на Горьковском автозаводе будет увеличиваться выпуск грузового автомобиля ГАЗ-53А грузоподъемностью 4 т, который станет основной моделью этого завода. Снимаются с производства модели полноприводного грузового автомобиля ГАЗ-63 грузоподъемностью 2 т и грузового автомобиля ГАЗ-51 грузоподъемностью 2,5 т и соответственно заменяются новыми моделями той же грузоподъемности: ГАЗ-66 и ГАЗ-52. Завод работает над созданием и подготовкой к производству трехосного автомобиля ГАЗ-33 типа 6×4 грузоподъемностью 7 т, предназначенного главным образом для работы в сельском хозяйстве в качестве бортового автомобиля и автомобилей-самосвала. Московский автозавод им. Лихачева увеличивает выпуск грузовых автомобилей ЗИЛ-130 грузоподъемностью 5 т и седельных тягачей ЗИЛ-130В на их базе для работы в составе автопоездов с полуприцепами грузоподъемностью 8 т.

В 1967 г. завод в кооперации с Брянским автозаводом приступит к выпуску новых трехосных полноприводных грузовых автомобилей ЗИЛ-131, которые заменят выпускавшийся грузовой автомобиль ЗИЛ-157. Завод работает также над созданием и подготовкой к производству трехосного грузового автомобиля ЗИЛ-133 типа 6×4 грузоподъемностью 8 т в модификациях бортового автомобиля и седельного тягача, предназначенного для работы в составе автопоезда грузоподъемностью 16 т.

Уральский автозавод в 1966 г. полностью перешел на выпуск трехосного грузового автомобиля высокой проходимости УРАЛ-375 грузоподъемностью 5 т и трехосного дорожного грузового автомобиля Урал-377 грузоподъемностью 8 т. Выпускаемый трехосный седельный тягач на базе этого автомобиля предназначен для буксирования полуприцепов грузоподъемностью 16 т. По общему выпуску грузовых автомобилей этого семейства завод к 1970 г. должен достичь проектной мощности. Значительно увеличивается выпуск новых моделей автомобилей большой грузоподъемности — 8—12 т в различных модификациях на Минском и Кременчугском автозаводах. Наряду со значительно растущим выпуском самосвалов грузоподъемностью 27 т на Белорусском автозаводе будет развиваться выпуск самосвалов грузоподъемностью 40 т и осваиваться производство самосвалов грузоподъемностью 65 т.

Производство новых моделей грузовых автомобилей и автотуриганов, предназначенных для развозки мелкопартионных грузов, грузоподъемностью до 1 т будет расширено на Ульяновском автозаводе и вновь организуемом Ереванском автомобильном заводе в Армянской ССР.

Планируемое примерно в 4 раза увеличение выпуска автомобилей-тягачей и более широкое применение автопоездов особенно на магистральных перевозках требует соответственного увеличения производства прицепов и полуприцепов.

Наряду с развитием выпуска на существующих заводах в текущем пятилетии будут организованы новые специализированные заводы по выпуску прицепов и полуприцепов.

Общее производство автобусов за 1966—1970 гг. будет увеличено почти вдвое. Одной из задач, решаемой в этом пятилетии, является увеличение пассажировместимости выпускаемых автобусов.

На Львовском автобусном заводе основную долю выпуска будет составлять к 1970 г. новый автобус ЛАЗ-698. Это большой городской автобус предназначен для перевозки пассажиров на линиях с пассажиропотоками большого напряжения.

Ликинский автобусный завод вместо выпускающейся в настоящее время модели ЛИАЗ-158В перейдет на выпуск нового автобуса ЛИАЗ-677 большой пассажировместимости.

Рижский автобусный завод увеличивает выпуск автобусов типа РАФ-977 в модификациях туристского автобуса, маршрутного такси и автомобиля скорой помощи на базе агрегатов легкового автомобиля «Волга».

Новые модели будут поставлены на производство и на Павловском и Курганском автобусных заводах.

Особое внимание автозаводы будут уделять созданию надежных автомобилей и автобусов, способных эффективно эксплуатироваться в условиях Крайнего Севера и тропиков.

Выпуск специальных модификаций автомобилей массового производства целесообразно предусмотреть на вновь организуемых сборочных заводах с учетом их географического расположения вблизи мест потребления.

Новые модели автомобилей в этой пятилетке выгодно отличаются от старых, снимаемых с производства, уменьшением или полной ликвидацией мест, требующих смазки, увеличением гарантийных сроков, снижением расхода топлива и смазочных материалов.

Одной из важнейших проблем, стоящих перед проектно-конструкторскими организациями отрасли, является разработка мощных экономичных дизелей для грузовых автомобилей грузоподъемностью от 4 т и выше и автобусов большой пассажировместимости, а также организация их производства.

Производство легковых автомобилей в текущей пятилетке впервые превысит производство грузовых автомобилей и составит к 1970 г. около 700—750 тыс. автомобилей против 200 тыс. автомобилей в 1965 г.

Легковые автомобили будут выпускаться на действующих заводах: Московском заводе малолитражных автомобилей, Горьковском автозаводе, Запорожском автозаводе и на новых заводах.

На Московском заводе малолитражных автомобилей сравнительно недавно освоен выпуск автомобилей новой модели «Москвич-408». Этот автомобиль вполне удовлетворяет требованиям отечественных потребителей и хорошо принят на внешнем рынке. В ближайшие годы его производство будет освоено также на новом заводе в г. Ижевске.

На Запорожском автозаводе будет освоен выпуск новой модели ЗАЗ-966. Это четырех-пятиместный автомобиль с более мощным двигателем, который будет выпускаться параллельно с производством модели ЗАЗ-965.

Горьковский автозавод в 1,5 раза увеличит за пятилетие выпуск легковых автомобилей и готовит наряду с ныне выпускаемой моделью автомобиля «Волга» производство новой модели того же класса.

В текущей пятилетке будут выпускаться несколько измененные применительно к нашим условиям эксплуатации пятиместные малолитражные автомобили типа Фиат.

Выпуск автомобилей этого типа должен начаться в 1969—1970 гг. и по достижении проектной мощности завод будет выпускать 600 000 автомобилей в год.

Помимо этих указанных крупных заводов производство легковых автомобилей будет организовано также на Луцком машиностроительном заводе, где планируется организовать производство автомобилей повышенной проходимости типа 4×4 на базе агрегатов автомобиля «Запорожец».

Этот автомобиль предназначен для работы в условиях бездорожья и плохих дорог и будет выпускаться в пассажирском и грузовом исполнении главным образом для нужд сельскохозяйственных районов.

Основными направлениями опытно-конструкторских работ в автомобилестроении на эту пятилетку являются: снижение металлоемкости автомобилей, создание конструкций двигателей и автомобилей, обеспечивающих увеличение пробега до капитального ремонта, уменьшение или полная ликвидация мест, требующих смазки, увеличение пробегов между обслуживаниями, увеличение гарантийных сроков, снижение расхода топлива и смазочных материалов, рациональная унификация создаваемых конструкций.

Планируемое увеличение масштабов производства позволяет улучшить специализацию автозаводов. Это направление, которое отечественная автомобильная промышленность начала интенсивно развивать в последние годы, является основным направлением и на эту пятилетку.

Однако начатые в прошлой семилетке мероприятия являются крайне недостаточными и полностью не решили вопросов целесообразной специализации производства на комплексных автозаводах.

В текущей пятилетке будет продолжено развитие и создание новых специализированных заводов по производству отдельных агрегатов, массовых деталей, метизов, кузовной арматуры, централизованных литейных и кузнечных заводов и др. Особое внимание должно быть уделено опережающему развитию заготовительных баз.

Уровень кооперации в автомобильной промышленности в связи с этим будет значительно повышен и к 1970 г. достигнет в целом уровня современных передовых отечественных и зарубежных предприятий. Переход от строительства комплексных заводов к организации производства на базе специализации и широкой кооперации является также предпосылкой для расширения взаимного сотрудничества и привлечения к взаимным кооперированным поставкам в автомобильной промышленности в рамках СЭВа заинтересованных стран социалистического лагеря.

За прошедшее семилетие заводами и институтами автомобильной промышленности созданы новые методы и технологические процессы и высокопроизводительное оборудование для изготовления заготовок, обработки деталей и сборки машин, которые нашли свое отражение в проектах реконструкции и внедрения на заводах отрасли.

Основными направлениями в области организации и технологии производства, заложенными в пятилетний план развития автомобильной промышленности, являются:

а) дальнейшее углубление специализации производства по предметному и технологическому признаку;

б) применение прогрессивных видов заготовок, наиболее близко соответствующих размерам и формам готовых деталей (специальные виды проката, точное литье, штамповка с применением металлокерамики и т. п.);

в) внедрение новых технологических процессов и оборудования, обеспечивающих максимальный рост производительности труда и облегчение условий труда работающих;

г) повышение точности и чистоты поверхностей обрабатываемых деталей;

д) максимальная, экономически оправдываемая, механизация и автоматизация основных и вспомогательных процессов;

е) внедрение современных методов планирования и управления производством с применением средств вычислительной техники.

Осуществление планируемого роста выпуска продукции автомобильной промышленности, повышения уровня технологии и организации производства, механизации и автоматизации новых и вспомогательных работ позволит повысить производительность труда по отрасли.

В решениях XXIII съезда нашей партии нашли свое выражение те большие заботы и внимание, которые Партия и Правительство уделяют развитию автомобильной промышленности.

Успешно завершив задания первого года новой пятилетки рабочие, инженерно-технические работники и служащие промышленности отвечают на эту работу новым подъемом социалистического соревнования, инициированным повышенными обязательствами, взятыми в честь приближающегося 50-летия Великой Октябрьской социалистической революции.

# Основные направления развития конструкций автомобильного электрооборудования

Кандидаты техн. наук В. И. ШАХОВЦЕВ, Н. Н. СМЕТНЕВ

НИИАвтоприборов

**К**ОЛИЧЕСТВЕННЫЙ рост производства автомобилей и автомобильного транспорта должен сопровождаться улучшением технических характеристик автомобилей и повышением технического уровня их эксплуатации с тем, чтобы обеспечить максимальную эффективность, экономичность и надежность работы автомобильного транспорта.

Почти все системы электрооборудования являются жизненно необходимыми для нормальной эксплуатации автомобиля. Их неисправности или неудовлетворительные характеристики вызывают отказы в работе и приостанавливают или затрудняют эксплуатацию самого автомобиля.

В настоящее время исследователями и конструкторами ведутся большие работы по увеличению долговечности изделий электрооборудования до первого капитального ремонта автомобиля со сроком его пробега порядка 200 тыс. км с тем, чтобы в дальнейшем довести этот пробег до 300 тыс. км.

Повышение долговечности электрооборудования развивается в двух направлениях. Первое из них включает в себя определение наиболее слабых мест в существующих конструкциях и повышение их работоспособности за счет конструктивных улучшений, замены материалов, изменения термообработки и других мероприятий. Естественно, что при этом нельзя получить качественного скачка по увеличению срока службы изделий и поэтому наряду с перечисленными работами необходимо проводить разработку новых изделий, где принципиально меняется конструкция за счет исключения узлов, лимитирующих работоспособность агрегата. Второй путь более сложен, так как переход на новые изделия связан с длительными исследованиями, с изменениями технологий, подготовкой производства и другими мероприятиями.

Выбор того или иного пути должен диктоваться экономической целесообразностью, т. е. затраты на производство разрабатываемого изделия и его эксплуатацию должны быть меньше, чем для старых изделий, стоящих на производстве. При этом очень часто стоимость новых изделий значительно выше, чем изделий, которые они заменяют, но в то же время затраты на их эксплуатацию значительно меньше, а срок службы больше, вследствие чего в целом в народном хозяйстве получается значительный экономический эффект.

**Система электропитания.** Основным узлом, ограничивающим работоспособность генераторов постоянного тока, является щеточно-коллекторный узел. Он лимитирует возможность форсировки генераторов по числам оборотов вследствие недостаточной механической прочности коллектора. Кроме этого, при повышении мощности генератора и его чисел оборотов возникают большие износы щеточно-коллекторного узла.

В целях увеличения долговечности автомобильных генераторов с одновременным повышением коэффициента использования активных материалов необходимо переходить на применение генераторов переменного тока с полупроводниковыми выпрямителями, так как в этой конструкции исключен щеточно-коллекторный узел, функции которого выполняют полупроводники, а силовая обмотка является статорной, т. е. не вращается, что также повышает надежность этих конструкций. В нашей стране накоплен достаточный опыт по эксплуатации генераторов переменного тока, например, все основные автобусные заводы выпускают свои машины только с генераторами переменного тока.

Большинство существующих генераторов постоянного тока работает в комплекте с трехэлементным реле-регулятором, в который входят: реле обратного тока, ограничитель тока и регулятор напряжения, причем наиболее слабыми звенями всех трех элементов этой конструкции являются контактные пары, которые в процессе работы подвержены коррозионному и эрозионному износу. В случае применения комплекта переменного тока исключается необходимость в реле обратного тока, так как его функцию выполняют кремниевые диоды.

Конструкция генераторов переменного тока может быть выполнена таким образом, что характеристика генераторов в зависимости от нагрузки и оборотов имеет самоограничение,

т. е. ток генератора независимо от величины нагрузки не может превысить определенной величины. Подобные генераторы не нуждаются в применении ограничителя тока. Последний элемент регулятора — регулятор напряжения — должен оставаться при применении генераторов переменного тока, но для повышения его работоспособности необходимо разгрузить контакты.

Существующие вибрационные регуляторы одноступенчатого типа имеют предельный максимальный ток возбуждения 1,5—1,8 а. Для разгрузки контактов следует применять контактно-транзисторную схему регуляторов, в которой контактная пара регулятора размыкает ток, управляющий транзистором (0,2 а), а основной ток щунтовой обмотки управляемся транзистором.

Генераторные установки переменного тока автомобильного типа созданы НИИАвтоприборов и заводами нашей отрасли промышленности и находятся на различных этапах внедрения.

В настоящее время внедрены в промышленность генераторные установки для автомобиля «Запорожец», обладающие долговечностью 100 тыс. км пробега.

Разработанные отраслью унифицированные генераторные установки переменного тока для основных массовых автомобилей ГАЗ, ЗИЛ, МАЗ и КРАЗ в настоящее время проходят эксплуатационные испытания, а на заводах проводится подготовка производства.

Система электропитания, состоящая из унифицированного генератора переменного тока и контактно-транзисторного регулятора напряжения, может обеспечить работоспособность комплекта до 200 тыс. км пробега автомобилей.

Дальнейшее повышение работоспособности автомобильных генераторов переменного тока может быть достигнуто путем перехода на бесконтактные генераторы. Первые макетные образцы таких генераторов с неподвижной обмоткой возбуждения уже созданы. Фактически срок службы этих генераторов ограничен сроком службы его подшипников.

Контактно-транзисторный регулятор в дальнейшем должен быть заменен бесконтактным регулятором, который будет иметь работоспособность до 300 тыс. км пробега. В настоящее время ведутся исследования схем бесконтактного регулирования на различных полупроводниковых элементах, в том числе и на управляемых диодах. Эти исследования наметят окончательные пути создания наиболее надежных и экономически целесообразных систем. Следует также внимательно рассмотреть схему выпрямления, возможно, это поможет более рационально решить проблему надежности и долговечности.

**Система зажигания.** Развитие поршневых двигателей идет по пути повышения скоростей вращения, степени сжатия и числа цилиндров.

Повышение степени сжатия ведет к увеличению пробивных напряжений на электродах свечей, а одновременное повышение скорости вращения и увеличения числа цилиндров двигателя приводит к снижению вторичного напряжения, развиваемого катушкой зажигания за счет уменьшения угла замкнутого состояния контактов.

С целью повышения вторичного напряжения катушки зажигания необходимо увеличить ток в первичной цепи, т. е. ток в цепи контактов прерывателя. Величина этого тока достигла в современных конструкциях приборов зажигания 3,5—4,3 а. Эта величина является пределом работоспособности контактов, так как эрозионный износ контактов у восьмиполюсных двигателей настолько велик, что срок службы их составляет 20—30 тыс. км пробега автомобилей. В результате износ контактов увеличивается простон автомобиля.

С целью повышения срока службы контактов прерывателя необходимо снизить величину разрываемого ими тока. Это может быть достигнуто путем применения контактно-транзисторных систем зажигания. В этих системах контакты разрываются только ток управления транзистором, величина которого не превышает 0,3—0,8 а.

При таких токах практически не происходит износа контактов, и срок службы ограничивается лишь механическим износом подвижных деталей узла прерывателя. Первичный ток, имеющий величину порядка 7 а, коммутируется силовым транзистором.

Контактно-транзисторная система зажигания состоит из обычного распределителя, катушки зажигания, добавочного сопротивления и транзисторного блока. Если транзисторный блок выполнен на германовых транзисторах, то его нежелательно размещать под капотом двигателя ввиду высокой температуры в этой зоне, так как предельное значение температуры для германовых транзисторов составляет 70°.

Промышленные образцы контактно-транзисторной системы зажигания, созданные отраслью, успешно прошли испытания на восьмицилиндровых двигателях ЗИЛ-130 и намечены к внедрению в этом году.

Созданы образцы блоков на кремниевых транзисторах, предназначенные для установки под капотом, которые в настоящее время проходят испытания.

Распределитель обычного типа с кулачком, подушечкой молоточка прерывателя, вакуумным и центробежным автоматами является тем звеном, которое в дальнейшем будет лимитировать долговечность системы. Для создания систем зажигания с большой долговечностью необходимо полностью отказаться от прерывательного механизма, заменив его бесконтактным датчиком.

В качестве бесконтактного датчика может быть использован датчик магнито-электрического, емкостного или какого-либо другого типа.

Бесконтактная система зажигания с блоком на кремниевых транзисторах и катушкой зажигания, в которой применены высоковольтные пластмассовые изоляционные детали, обладающие хорошими качествами, будет иметь долговечность до 300 тыс. км пробега автомобиля. Создание двигателя, который не требует изменения угла опережения в зависимости от нагрузки, поможет исключить вакуумный автомат из системы зажигания. Центробежный автомат опережения зажигания должен быть заменен в этом случае электронной системой опережения зажигания. Бесконтактный распределитель такого типа, вероятно, будет более надежным и долговечным.

В ближайшее время вряд ли следует ожидать применения систем зажигания типа электростатической или пьезокерамической ввиду их большой сложности и малой надежности. Замена классической системы зажигания на любую транзисторную влечет за собой экономию топлива на режимах частично-го дросселирования.

**Система пуска.** В настоящее время выявляется явная тенденция широкого внедрения полузакрытых пазов с целью повышения надежности якорей статоров. Благодаря такой конструкции резко сокращаются дефекты, связанные с повреждением якоря центробежными силами.

Коллекторы стартеров в основном должны изготавляться с применением пластмасс, что повысит их технологичность и увеличит механическую прочность. Проводящие исследования в области щеточно-коллекторного узла стартеров дают вполне обнадеживающие результаты по созданию этих узлов с работоспособностью 200 тыс. км пробега автомобиля.

Наиболее слабой деталью привода стартера является муфта свободного хода. Проведенные исследования показали, что наиболее работоспособными и технологичными являются муфты свободного хода с наружным зацеплением — трехроликовая муфта для стартеров малой мощности и пятироликовая муфта для более мощных стартеров. В настоящее время эти муфты находятся на различных стадиях внедрения.

Вполне перспективны работы по созданию конструкции стартеров без реле на корпусе. Этим облегчается работа реле, так как оно может быть расположено в местах, где снижается до минимума воздействие на него вибраций и дорожных условий.

За последние годы в области пуска автотракторных двигателей применяется стартер со встроенным редуктором с общим передаточным числом 40—50; этот стартер работает при более низких величинах токов, а поэтому дает возможность системе стартер—аккумулятор работать при повышенных величинах к.п.д. Экспериментальная проверка показала, что эти стартеры по сравнению с обычными имеют более чем в 2 раза большее количество циклов прокручивания двигателей в пусковых режимах.

На дизелях объемом 20 л и более целесообразно применять каскадный пуск, т. е. иметь небольшой бензиновый пусковой двигатель с электропуском, управляемый из кабины, и в каче-

стве вспомогательной системы — пневматическую пусковую систему типа «Нова». Эта система состоит из двухступенчатого компрессора, резервуара высокого давления и распределительной головки для подачи сжатого воздуха по цилиндрам. Применение такой системы на автобусах в Швейцарии позволило резко сократить вес пусковой системы. При такой комбинации холодные пуски будут легко осуществляться за счет пуска дизеля с помощью бензинового пускового двигателя, а все последующие пуски прогретого дизеля — за счет пусковой пневмосистемы. При одинаковой надежности общий вес и стоимость такой системы меньше веса и стоимости системы *непосредственного электрического пуска*.

В настоящее время коллективом специалистов разработаны специальные моторные масла, которые изготавливаются на базе легких масел (типа веретенного) с добавкой 3—5% специальных малорастворимых полимеров. Эти масла обладают малой вязкостью при низких температурах и за счет полимеров обладают достаточной вязкостью при рабочих температурах. Эти так называемые загущенные масла уже внедрены в промышленность и получают широкое применение. Проведенные пусковые испытания двигателей на этих маслах показали большую эффективность.

Широкое применение загущенных масел даст возможность обеспечить холодные пуски при температуре до  $-20^{\circ}$ , что даст большой экономический эффект в эксплуатации за счет увеличения времени нахождения автомобиля на линии.

**Приборы.** Судя по тенденциям многих фирм, щитки приборов все более и более насыщаются сигнализаторами, так как в связи с увеличивающимися скоростями и плотностью движения внимания водителя все больше приковывается к дорожному полотну и времени для наблюдения за приборами практически не остается.

Оптимальный состав в расположении приборов и сигнализаторов на щитке должен быть рекомендован только с привлечением методов инженерной психологии, но спидометр должен сохраняться в составе щитка, хотя модель с механическим приводом должна быть со временем заменена бесконтактным электрическим типом.

Возрастание числа электродвигателей и их мощности должно привести к пересмотру существующей серии электродвигателей с целью создания широко унифицированной серии с высокими технико-экономическими показателями. При разработке этой серии следует очень внимательно изучить конструкции электродвигателей с постоянными магнитами.

Чрезвычайно заманчиво (по производственным соображениям) применение электродвигателей с печатной обмоткой якоря, но здесь могут возникнуть трудности компоновочного характера и трудности, связанные с долговечностью конструкций.

**Свечи.** Изготовление изолятора из «уралита» методом течения должно быть в самое ближайшее время заменено горячим литьем из боркорундовой массы. Это даст возможность создать более стабильные по тепловой характеристике свечи с лучшими электроизоляционными свойствами.

Герметизация свечи по корпусу должна осуществляться методом горячей осадки, что гарантирует соблюдение герметичности свечи на весь срок службы. Герметизацию по центральному электроду следует выполнять с помощью стекломергеметика.

Все перечисленные технологические процессы полностью освоены и должны в самое ближайшее время найти широкое применение на заводах отрасли.

**Осветительная аппаратура.** Головные фары автомобилей в ближайшие годы должны быть переведены на фары с применением экранированных ламп и соответствовать международным требованиям, предъявляемым к фарам типа «Европейский луч». Применение подобных фар даст возможность эксплуатировать отечественные автомобили во всех странах мира.

Дальнейшее развитие головных фар автомобиля вряд ли пойдет широко по пути четырехфарной системы, которая практически не имеет преимуществ по ближнему свету в отношении слепимости с двухфарной системой. Более вероятно широкое развитие фар прямоугольной формы. Прямоугольная форма обусловлена тем, что с точки зрения улучшения ближнего света необходимо лишь увеличение горизонтального диаметра, а уменьшение вертикального размера полезно с точки зрения архитектуры без особого вреда для светотехнических характеристик.

Все перечисленные тенденции развития конструкций автомобильного электрооборудования отражены в перспективных отраслевых планах новых разработок.



# Экономика и организация производства

УДК 629.113:65.011.4

## О группировке предприятий автомобильной промышленности для расчета групповых нормативов фондов экономического стимулирования

**А. З. РЕВЗИН, П. М. КАЦУРА**

НИИТАвтпром, Министерство автомобильной промышленности СССР

ВЫПОЛНЯЯ постановления сентябрьского (1965 г.) Пленума Центрального Комитета партии и решения XXIII съезда КПСС, предприятия и научно-исследовательские организации автомобильной промышленности проводят подготовку к переходу на новую систему планирования и экономического стимулирования производства. Всего по Министерству автомобильной промышленности на новую систему переведено в 1966 г. 20 предприятий, составляющих по объему валовой продукции 22% и по численности персонала 24% от общего выпуска продукции и численности персонала предприятий Министерства в целом.

Итоги работы 13 предприятий, переведенных на новую систему в первом полугодии 1966 г., наглядно свидетельствуют о большой эффективности новых условий планирования и экономического стимулирования производства.

Приведем некоторые данные: дополнительно к ранее утвержденному на 1966 г. плану предприятия изыскали возможность и приняли обязательства увеличить объем реализации продукции на 9,7 млн. руб., снизить себестоимость товарной продукции на 2,0 млн. руб. и увеличить плановую прибыль на 3,5 млн. руб.

За счет дополнительной прибыли значительно увеличились фонды материального поощрения и развития производства и одновременно повышен платежи в бюджет. По сравнению с 1965 г. фонд материального поощрения (по этой группе предприятий) увеличился в 1966 г. в 2,2 раза, а фонд социально-культурных мероприятий и жилищного строительства в 1,8 раза. За второй квартал 1966 г. всеми предприятиями выполнен план по реализации продукции и по прибыли. При этом и уровень выполнения плана, и темпы роста к соответствующему периоду прошлого года по предприятиям, переведенным на новую систему, значительно более высокие, чем на предприятия Министерства в целом.

План по прибылям за второй квартал 1966 г. перевыполнен 13 предприятиями на 11,6%, а к соответствующему периоду 1965 г. прибыль возросла на 25,4%, в то время как по отрасли в целом прибыль возросла примерно на 15%. Перевыполнение плана по прибыли позволило увеличить отчисление в фонды экономического стимулирования на 29,1% (сверх суммы предусмотренной в плане).

Все это свидетельствует о том, что новая система планирования и экономического стимулирования способствует существенному повышению эффективности производства и на этой основе повышает материальное стимулирование работающих, увеличивает доходы государства.

Одним из условий наиболее полного использования преимуществ хозяйственной реформы — это образование фондов экономического стимулирования на базе групповых нормативов. При групповых нормативах ликвидируется всякая уравниловка в материальном стимулировании и результаты работы каждого предприятия получают объективную экономическую оценку. Отстающие предприятия должны подтягиваться к уровню передовых. Хорошо работающему предприятию обеспечивается повышенное материальное поощрение.

Большое значение для разработки групповых нормативов имеют научно обоснованные критерии группировки предприя-

тий, определяющие состав группы. От этого зависит качество и величина групповых нормативов.

Основным принципом группировки предприятий для расчета групповых нормативов является их экономическая общность, образуемая на базе сходности условий производства. Группировка предприятий по признаку однородности или родственности выпускаемой продукции, как правило, не обеспечивает их экономической общности. Об этом говорит большой разброс в технико-экономических показателях предприятий, включаемых в группу. Такой разброс в значительной степени объясняется различием в условиях производства, которые нередко определяются причинами, не зависящими от предприятия (производственной структурой предприятий, технической оснащенностью, уровнем кооперации и специализации, материалоемкостью продукции и т. д.).

Так, например, по 10 основным автозаводам технико-экономические показатели за 1965 г. колеблются: по уровню кооперации от 39 до 69%, по коэффициенту материалоемкости продукции от 0,67 до 0,81, по фондооруженности рабочих машинами и оборудованием от 2625 до 7356 руб., по отдаче валовой продукции на 1 руб. основных промышленно-производственных фондов от 1,5 до 3,2 руб., по выработка на одного работающего от 6694 до 11965 руб. в год и по уровню рентабельности (к производственным фондам) от 10,5 до 64,3%.

Необоснованность группировки предприятий по признаку однородности выпускаемой продукции подтверждается также опытом перевода предприятий автомобильной промышленности на новую систему планирования. Так, например, отчисления от прибыли в фонд материального поощрения по заводам грузовых автомобилей, переведенных на новую структуру, утверждены Министерством в размерах, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Заводы	Рентабельность (в % к производ- ственным фондам)	Отчисления от прибы- ли в фонд материаль- ного поощрения		
		в % к фон- ду заря- ботной платы	за каж- кий реаль- ный едини- ца	за каж- кий % рента- бельности
Московский автозавод им. Лихачева . . . . .	14,74	9,74	0,1343	0,8368
Уральский автозавод . . . . .	26,63	9,12	0,493	0,2187
Белорусский автозавод . . . . .	72,9	12,9	0,237	0,963
Могилевский автозавод . . . . .	89,5	10,8	0,491	0,0647

Как видно из этих данных, уровень рентабельности по заводам, выпускающим однородную или родственную продукцию, имеет очень большие колебания. Такое же положение и по всем прочим основным технико-экономическим показателям, характеризующим условия производства. Это отразилось на величине нормативов отчислений в фонд материального поощрения, которые имеют также большие колебания. Очевидно, что при такой группировке заводов невозможно уст-

новить приемлемые групповые нормативы с объективной оценкой предприятий, включаемых в группу.

В группы должны объединяться предприятия со сходными условиями производства, с тем, чтобы различия в результатах их работы отразили субъективные усилия их коллективов. Экономическая общность группы должна быть выражена в наиболее важных технико-экономических показателях, характеризующих сходность условий производства и их взаимосвязанность с результативными показателями.

Чтобы охватить наиболее существенные особенности группы, целесообразно применять комбинированную группировку с переходом в нее от общих к более частным признакам. Только в этом случае можно выявить то общее, что характеризует группы, и то особенное, что отличает данную группу от других групп.

Наиболее общими особенностями автомобильной промышленности можно считать ее массовый и крупносерийный тип производства и широко развитую систему межотраслевой и внутриотраслевой кооперации. Если первую особенность нельзя считать признаком группировки, поскольку она присуща отрасли в целом, то вторую особенность отрасли целесообразно отразить в группировке предприятий по признаку их участия в изготовлении конечного продукта, реализуемого вне отрасли.

Поэтому первой ступенью группировки следует считать выделение группы предприятий, специализирующихся на выпуске конечного продукта, и группы предприятий, участвующих в изготовлении отдельных частей машин безотносительно от места их реализации и потребления. К первой группе относятся предприятия, выпускающие автомобили всех видов (грузовые, легковые, автобусы, троллейбусы и спецтранспорт), принципы, мотоциклы, велосипеды, а ко второй группе — предприятия, изготавливающие запасные части, агрегаты, автомобильные приборы и автомобильные двигатели.

Осуществленная по этому принципу ПНИПАвтоПромом группировка всех предприятий автомобильной промышленности подтверждает ее экономическую целесообразность. Как видно из табл. 2, группа предприятий, специализирую-

Показатели	Группа предприятий, специализирующихся на выпуске	
	конечного продукта	отдельных частей машин
Удельный вес группы в общем числе предприятий в отрасли в % . . . . .	37,5	62,5
Уровень кооперации в % . . . . .	49,8	24,7
Материоемкость продукции в % . . . . .	74,2	62,9
Удельный вес заработной платы в затратах на производство в % . . . . .	19	27
Фондоемкость продукции в коп. . . . .	54,6	62,5
Индекс фондовооруженности рабочих машинами и оборудованием в % . . . . .	103,9	100
Удельный вес машин и оборудования в общей стоимости промышленно-производственных основных фондов в % . . . . .	43,2	51,8
Индекс производительности труда по группам предприятий в % . . . . .	163,7	100

щихся на выпуске конечного продукта, резко отличается по своим технико-экономическим показателям от второй группы, выпускающей отдельные части автомобилей.

В первой группе уровень кооперации в 2 раза выше, чем во второй, значительно выше материоемкость продукции и, следовательно, ниже доля заработной платы в издержках производства. В первой же группе выше фондооруженность рабочих машинами и оборудованием, что в совокупности создает предпосылки для более высокой производительности труда в первой группе.

В связи с большим удельным весом в стоимости продукции овеществленного труда фондоемкость в первой группе ниже, чем во второй, так как значительная часть работ на предприятиях первой группы осуществляется при помощи производственных фондов предприятий поставщиков.

Первая группа предприятий имеет также свои особенности в части структуры технологического процесса. Более высокий удельный вес сборочных работ вызывает дополнительную потребность в сборочных площадях, что отрицательно сказывается на составе основных фондов. Это подтверждается данными табл. 2, по которым доля активной части в первой группе ниже, чем во второй.

Таким образом, группировка по степени участия в производстве готового конечного продукта обеспечила выделение двух групп предприятий с различными, но взаимосвязанными технико-экономическими показателями.

Источником образования поощрительных фондов является балансовая прибыль предприятия за вычетом платы за производственные фонды и процентов за кредит. Размер фондов связан с определенными отчислениями от прибыли в процентах к фондам заработной платы (фонд материального поощрения и социально-культурных мероприятий) и к основным производственным фондам (фонд развития производства). Следовательно, величина фондов зависит от соотношения трех абсолютных показателей: производственных фондов, фондов заработной платы и размера прибыли.

На основе трех абсолютных показателей и их соотношений образуются три весьма важные относительные показателя уровня рентабельности  $X_1$ , прибыль на 1 руб. фондов заработной платы  $X_2$  и коэффициент отношения производственных фондов к фонду заработной платы  $Y_1$ .

Величины  $X_1$  и  $X_2$ , включая в свой состав категорию прибыли, характеризуют эффективность производства, в то время как величина  $Y_1$ , непосредственно не связана с категорией прибыли, характеризует важнейшие условия производства.

Группировка предприятий должна основываться на сходности условий производства, а не на его результатах. Разница в результатах работы предприятий внутри группы должна отразиться на размерах фондов материального стимулирования и на величине выплат из этого фонда.

Однако для более достоверного отражения различий в условиях производства показатель  $Y_1$  должен быть приведен к такому виду, при котором он выражал бы органическое строение фондов. Только в этом содержании он становится важнейшим признаком группировки, отражающим технический уровень производства, производительную силу труда и структуру издержек производства.

Производственные фонды предприятия представляют собой авансированные средства, предназначенные для обеспечения нормальной работы производства. Наряду с делением на основные фонды и оборотные средства, производственные фонды предприятия могут быть также рассмотрены с точки зрения их органического строения, которые определяются отношением постоянной части авансированного фонда к его переменной части.

Под постоянной частью авансированного фонда понимается стоимость участвующих в процессе производства основных фондов и материальной части оборотных средств, а под переменной частью — оплаченная стоимость живого труда, необходимого для нормального функционирования производства.

Следовательно, для получения коэффициента органического строения фондов следует исключить из стоимости производственных фондов авансированную часть заработной платы.

Таблица 3

Показатели	Предприятия, специализирующиеся на выпуске конечного продукта		Предприятия, специализирующиеся на выпуске отдельных частей машины	
	с высоким органическим строением фондом	с низким органическим строением фондом	с высоким органическим строением фондом	с низким органическим строением
Удельный вес подгруппы в общем числе предприятий в отрасли в % . . . . .	19,9	17,6	36,0	26,5
Коэффициент органического строения фондов . . . . .	59,9	32,5	70,5	31,0
Длительность оборота в сфере производства и реализации продукции в днях . . . . .	17	30,7	14,7	24,6
Удельный вес заработной платы в затратах на производство в % . . . . .	17,9	19,4	22,3	32,3
Индекс фондовооруженности рабочих машинами и оборудованием в % . . . . .	112,2	100	129,2	100
Отдача производственных фондов в руб. . . . .	1,88	1,68	1,6	1,5
Фондоемкость продукции в коп. . . . .	53,2	59,7	62,5	62,5
Индекс головой производительности труда по подгруппам предприятий в % . . . . .	168,1	150,0	134,1	100

которая вложена в среднегодовых остатках незавершенного производства, инструмента и оснастки собственного изготовления и в готовой продукции, и полученный результат отнести к этой же авансированной сумме заработной платы. Таким образом, величина авансированного фонда заработной платы, затрачиваемого в процессе производства, зависит от длительности оборота незавершенного производства, инструмента и оснастки в процессе производства и готовой продукции в процессе обращения, т. е. от всего периода превращения товара ( $T$ ) в деньги ( $\Delta$ ).

Учитывая большое экономическое значение органического строения фондов, дальнейшая группировка предприятий автомобильной промышленности была проведена по признаку высоты органического строения фондов. Из каждой ранее полученной группы предприятий были выделены две подгруппы: с высоким органическим строением фондов (выше среднегрупповой величины) и с низким органическим строением фондов (ниже среднегрупповой величины).

Как видно из табл. 3, в подгруппах с более высоким органическим строением фондов выше фондооруженность рабочих. На предприятиях, специализирующихся на выпуске конечного продукта, фондотдача выше в подгруппе с высоким органическим строением фондов, а в остальных двух подгруппах фондотдача остается на одинаковом уровне.

В обратной зависимости от этого показателя находится удельный вес заработной платы в затратах на производство. Чем выше органическое строение фондов, тем выше во всех случаях производительность труда.

Данные табл. 3 показывают, что высота органического строения фондов зависит также от длительности оборота в процессе производства и обращения продукции. Чем продолжительней эти процессы, тем выше персменная часть авансированных фондов и ниже коэффициент органического строения фондов. Это существенно дополняет характеристику и значение этого признака группировки.

Окончательная группировка предприятий приведена в табл. 4. В ней каждая из групп с различным органическим строением фондов делится дополнительно на подгруппы с высокой долей заработной платы в общих затратах на производство (выше среднегрупповой величины) и с низкой долей заработной платы (ниже среднегрупповой величины).

Как видно из этой таблицы, в подгруппах с низкой долей заработной платы выше уровни кооперации, материлоемкости

продукции и производительности труда по сравнению с подгруппами, где доля заработной платы выше среднегрупповой величины.

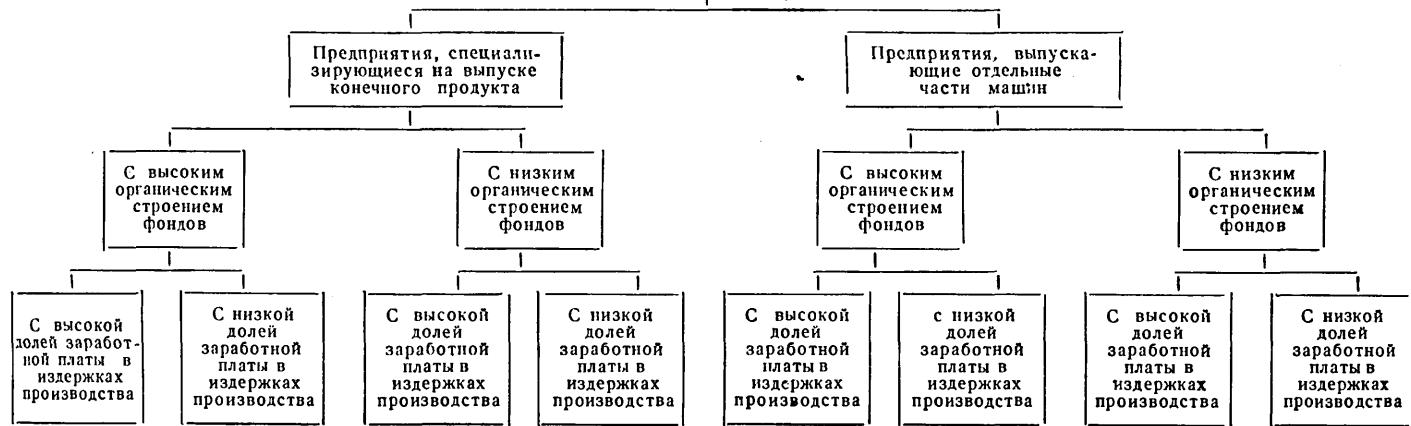
Большой интерес представляет динамика основных технико-экономических показателей предприятий автомобильной промышленности и тенденция их развития. Производственные расчеты за 1962 и 1965 гг. по сопоставимому кругу предприятий показали, что органическое строение фондов за истекшие 3 года повысилось на 10,6%, фондовооруженность рабочих выросла на 20,9%, вместе с этим выросла производительность труда на 16,9%. Рост органического строения фондов повлиял на структуру издержек производства — удельный вес заработной платы снизился на 4,8%, а доля амортизации повысилась на 31,2%. Вместе с ростом органического строения фондов снизилась на один пункт длительность оборота незавершенного производства и готовой продукции — с 21,9 дней до 20,9 дней.

Примечательно, что произведенная группировка предприятий по отчетным данным за 1962 г. по тем же признакам (степени участия в изготовлении конечного продукта, по высоте органического строения фондов и по доле заработной платы в затратах на производство) подтвердила устойчивость взаимосвязей основных технико-экономических показателей с группировочными признаками. Следует также отметить высокий уровень стабильности группировки. Так, при группировке по органическому строению фондов 70% предприятий в 1965 г. остались в тех же группах, в которых они находились в 1962 г., а при дополнительной группировке по доле заработной платы в затратах на производство количество

Таблица 4

Показатели	Предприятия, специализирующиеся на выпуске конечного продукта с высоким органическим строением фондов		Предприятия, специализирующиеся на выпуске конечного продукта с низким органическим строением фондов		Предприятия, специализирующиеся на выпуске отдельных частей машин с высоким органическим строением фондов		Предприятия, специализирующиеся на выпуске отдельных частей машин с низким органическим строением фондов	
	с низкой долей заработной платы	с высокой долей заработной платы	с низкой долей заработной платы	с высокой долей заработной платы	с низкой долей заработной платы	с высокой долей заработной платы	с низкой долей заработной платы	с высокой долей заработной платы
Удельный вес подгруппы в общем числе предприятий в отрасли в % . . . . .	12,5	7,4	8,1	9,6	14,7	21,3	14,7	11,7
Удельный вес заработной платы в затратах на производство в % . . . . .	12,0	20,4	17,3	21,9	17,8	27,3	28,8	37,3
Органическое строение фондов . . . . .	77,7	55,5	30,0	36,2	73,0	71,3	35,0	26,6
Уровень кооперации в % . . . . .	68,4	42,4	55,5	41,5	36,5	17,5	25,2	15,2
Материлоемкость продукции в % . . . . .	83,4	72,0	75,0	67,4	73,8	62,4	59,9	52,0
Индекс производительности труда по подгруппам предприятий в % . . . . .	171,5	114,3	127,8	100	181,7	123,8	121,6	100

## Автомобильная промышленность



этих предприятий снизилось до 64%. Все это подтверждает правильность примененной группировки.

Таким образом, все предприятия автомобильной промышленности были разделены на восемь экономических групп в зависимости от степени их участия в изготовлении конечного продукта, от высоты органического строения фондов и от доли заработной платы в издержках производства. Выше приведена схема такой группировки. Как показывают данные, приведенные в табл. 2, 3 и 4, все предприятия, объединенные в группы, имеют сходные условия производства по таким важнейшим показателям, как уровни кооперации, материалоемкости продукции, фондооруженности и фондаемкости продукции при различных средних условиях производства в каждой отдельной группе. Сходность условий

производства внутри группы создает для всех предприятий примерно одинаковые объективные возможности материального стимулирования при достижении одинаковых результатов. Следовательно, такая группировка создает предпосылки для создания групповых нормативов фондов экономического стимулирования.

Чтобы групповые нормативы стали нормативами длительного действия, они должны быть определены на базе перспективных планов с учетом среднегодовых темпов роста реализации, прибыли и уровня рентабельности. Такие расчеты нормативов возможны лишь на базе новых прейскурантных цен, уровень которых должен обеспечить всякому нормально работающему предприятию возможность образования фондов экономического стимулирования.

# Конструирование исследования испытания

УДК 621.43—43.043.

## Двигатель с впрыском топлива и форкамерно-факельным зажиганием

Кандидаты техн. наук Н. А. КЕРИМОВ, Р. И. МЕХТИЕВ

Азербайджанский политехнический институт

**Н**АИБОЛЕЕ эффективными средствами улучшения основных показателей двигателя является усовершенствование характера протекания процессов образования и сгорания рабочей смеси. Особый интерес в этом плане представляет изыскание возможности сочетания впрыска бензина с факельным зажиганием. Вместе с тем проблема создания работоспособного двигателя с факельным зажиганием тесно связана с вопросом организации питания форкамеры топливом и воздухом.

В результате поисков удалось найти простой и надежный способ сочетания факельного зажигания с впрыском легкого топлива [1]. Схема системы топливоподачи для осуществления предложенного способа смесеобразования дана на рис. 1. То-

направляется к форсункам 6 и 7. Основная форсунка 6 закрытого типа установлена на впускном трубопроводе у клапана, а дополнительная (форкамерная) форсунка 7 открытого типа с калиброванным распылительным отверстием — на форкамере, где имеется свеча 8 и продувочный обратный клапан 9. Продувочный клапан служит для продувки факельной камеры свежим воздухом во время впуска с целью очистки ее от остаточных газов.

Форкамерная форсунка 7 расположена так, что впрыск топлива осуществляется прямо на периферию соплового отверстия форкамеры. Это сделано для того, чтобы способствовать лучшему охлаждению горловины камеры и обеспечить продувку ее впрыскиваемым топливом.

Необходимые составы смеси в объемах полостях камеры сгорания двигателя обеспечиваются различными характеристиками по подаче основной и форкамерной форсунок.

Для суждения о расходной характеристике форсунок при совместной работе от одной насосной секции обратимся к их совмещенным в одном графике гидравлическим характеристикам (рис. 2). Здесь кривая 1 представляет собой гидравлическую характеристику форкамерной, т. е. открытой форсунки, а кривая 2 — основной, т. е. клапанной форсунки. Эти кривые описываются следующими уравнениями [2]:

кривая 1

$$Q_{\phi} = C_1 V \sqrt{p_y - p_k},$$

кривая 2

$$Q_{\phi} = C_2 (p_y - p_0) V \sqrt{p_y},$$

где  $Q_{\phi}$  — расход топлива через форсунки в 1 сек;  
 $p_y$  — давление впрыска;  
 $p_k$  — давление открытия обратного клапана открытой форсунки;  
 $p_0$  — давление начала открытия клапанной форсунки;  
 $C_1, C_2$  — постоянные коэффициенты.

При совместной работе форсунок, когда расход в 1 сек меньше  $Q_a$ , давление в системе изменяется по участку  $Oa$  и кривой 1. Поэтому впрыск топлива происходит только от форкамерной форсунки. Как только расход топлива становится большим  $Q_a$ , давление в системе растет и становится больше  $p_0$ . При этом впрыск топлива происходит и от основной форсунки

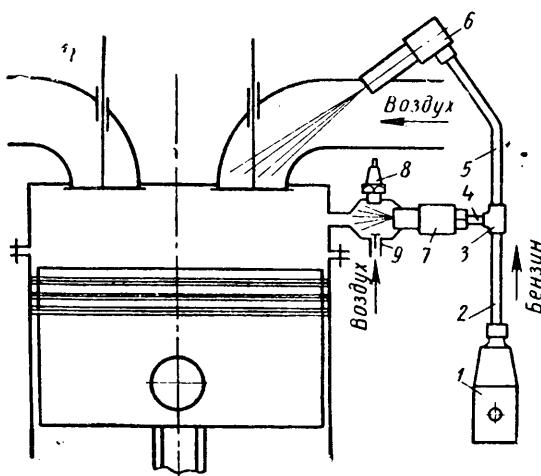


Рис. 1. Схема топливоподачи двигателя с впрыском бензина и факельным зажиганием

топливо, подаваемое из топливного бака при помощи подкачивающего насоса и очищенное топливными фильтрами (на схеме не показаны), поступает во впрыскивающий и дозирующий плунжерный насос 2, оттуда по топливопроводу высокого давления 3 к тройнику 4. От тройника топливо по трубкам 5 и 6

Почти во всех существующих топливных насосах зависимость подачи топлива от хода регулирующего органа  $h$  (рейки) имеет линейный характер [график  $Q_{об} = f(h)$  на рис. 2].

Если принять, что подача насоса, равная  $Q_a$ , является для данного двигателя минимальной, а  $Q_m$  — максимальной, то при указанных пределах изменения общего расхода топлива  $Q_{об}$  давление в системе изменится мало  $\Delta p$ .

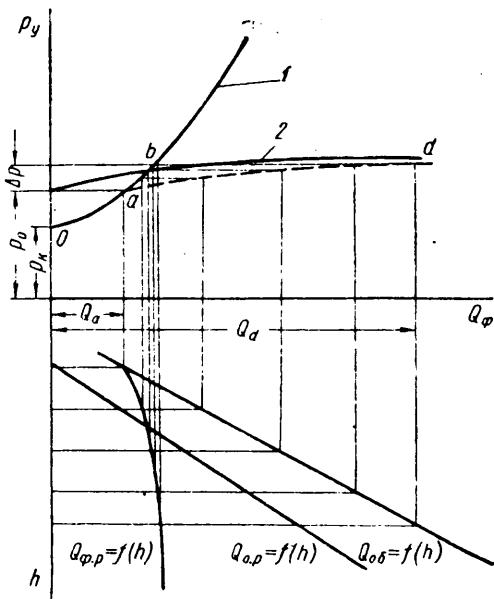


Рис. 2. Совместная гидравлическая и расходная характеристики основной и форкамерной форсунок

В силу этого при широком изменении расхода топлива через основную форсунку  $Q_{ob,p}$  расход через форкамерную форсунку  $Q_{phi,p}$  изменяется незначительно. В результате в факельной полости состав смеси изменяется незначительно, а в основной полости — в широких пределах.

Опытами установлено, что оптимальное количество топлива, которое необходимо подавать насосом в дополнительную камеру, составляет около 15—20% от общего количества топлива, подаваемого за цикл в цилиндр двигателя при условии работы его на полной мощности. При этом соотношение расходов форсунок

$$\lambda = \frac{Q_{phi,p}}{Q_{ob,p}} = 4 \div 5,5.$$

При соблюдении этого соотношения общая закономерность протекания расходов основной и дополнительной форсунок позволяет обеспечить нужные составы смеси в обеих полостях камеры сгорания при любом другом режиме работы двигателя. Поэтому при определении соответствующих размеров дросселирующих сечений форсунок исходили из этого соотношения.

В лаборатории кафедры «Теплотехника и двигатели внутреннего сгорания» Азербайджанского политехнического института проведено подробное исследование совместной работы форсунок и рабочего процесса двигателя с описаным способом топливоподачи. Работа проводилась на одноцилиндровом отсеке, созданном на базе двигателя 1 МЧ 10.5/13.

Основная форсунка марки ФШ 1.5×15° устанавливалась на специально изготовленном впускном патрубке, позволяющем осуществлять впрыск топлива (бензина А-72) непосредственно в зону впускного клапана. Форкамерная открытая форсунка с обратным шариковым клапаном была изготовлена в институте. Параметры форкамеры были приняты в соответствии с результатами опытов ИХФ АН СССР, НАМИ и КАИ. Конструкция камеры сгорания опытного двигателя показана на рис. 3.

Указанный двигатель был также оборудован системой карбюраторного питания и искрового зажигания с целью получения данных для сравнения. Степень сжатия двигателя в обоих способах смесеобразования  $\varepsilon = 6,1$ .

Для торможения двигателя использовалась электробалансирная установка постоянного тока. Индицирование рабочего

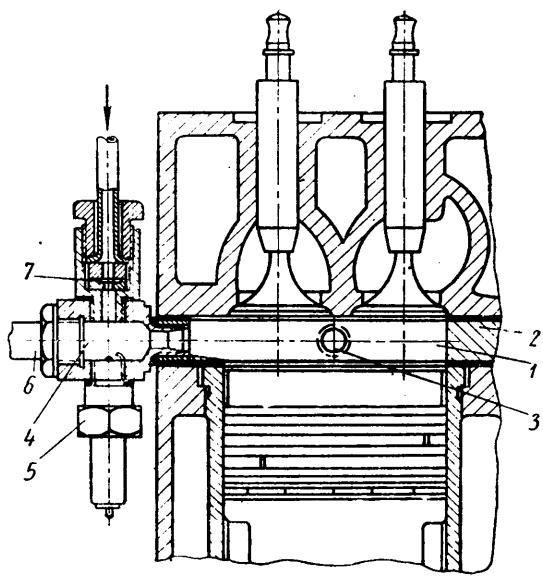


Рис. 3. Конструкция камеры сгорания опытного двигателя:

1 — основная камера; 2 — промежуточная плита; 3 — отверстие для датчика давления; 4 — форкамера; 5 — свеча зажигания; 6 — форкамерная форсунка; 7 — обратный продувочный клапан

процесса двигателя осуществлялось при помощи осциллографа Н-102, усилителя и пьезокварцевого датчика фирмы RFT.

Для исследования характеристики основной и форкамерной форсунок при питании их с одной секции топливного насоса типа ТН8,5×10 была создана экспериментальная безмоторная установка на базе универсального стенда КО-1608.

На рис. 4 в качестве примера представлена расходная характеристика форсунок, построенная на основании снятых скоростных характеристик насоса на безмоторной установке. Результаты опытов показали, что во всех скоростных режимах расход топлива  $G_{m_2}$  через форкамерную форсунку по изменению хода рейки  $h$  изменяется незначительно, а расход  $G_{m_1}$  через основную форсунку — в широких пределах.

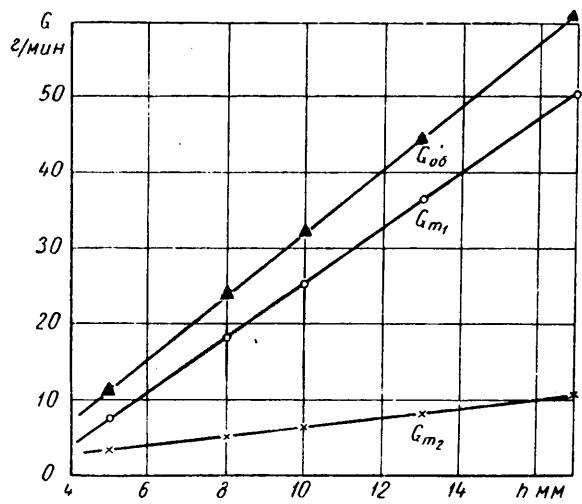


Рис. 4. Характеристика плунжерного насоса по подаче при одновременной работе основной и форкамерной форсунок

На основании данных безмоторного испытания форсунок были рассчитаны коэффициенты избытка воздуха в форкамере  $\alpha_{\phi}$  и в основной камере  $\alpha_{\phi}$  для конкретных условий работы экспериментального двигателя. Эти расчеты показали, что при различных скоростных режимах работы двигателя величины коэффициентов избытка воздуха  $\alpha_{\phi}$  и  $\alpha_{\phi}$  изменяются в приемлемых пределах. Так, например, при  $n = 1000 \text{ об}/\text{мин}$  двигателя и изменении цилиндрового коэффициента избытка воз-

духа от  $\alpha_u = 1,0$  до  $\alpha_u = 4,0$  форкамерный коэффициент соответственно изменяется от 0,30 до 0,69, а при  $n = 1500 \text{ об/мин}$  — от 0,31 до 0,70.

При расчетах величин  $\alpha_u$  и  $\alpha_f$  невозможно было учесть долю топлива, переходящую во время впрыска в основную камеру из форкамеры. Очевидно, данному цилиндровому коэффициенту избытка воздуха соответствует несколько больший форкамерный коэффициент избытка воздуха, чем получено при расчетах. Это говорит о том, что при рассматриваемом характере протекания расходов основной и форкамерной форсунок с изменением  $\alpha_u$  в широких пределах действительные значения  $\alpha_f$  будут достигать пределов, соответствующих надежному воспламенению.

Исследование показателей рабочего процесса проводилось индицированием основной камеры горения двигателя в условиях регулировочных характеристик по составу смеси при  $n = 1000$ ,  $n = 1200$  и  $n = 1500 \text{ об/мин}$  и полностью и частично открытых дроссельных заслонках. Стабильность процесса горения оценивалась по относительному разбросу максимальных давлений цикла на многоцикловых индикаторных диаграммах.

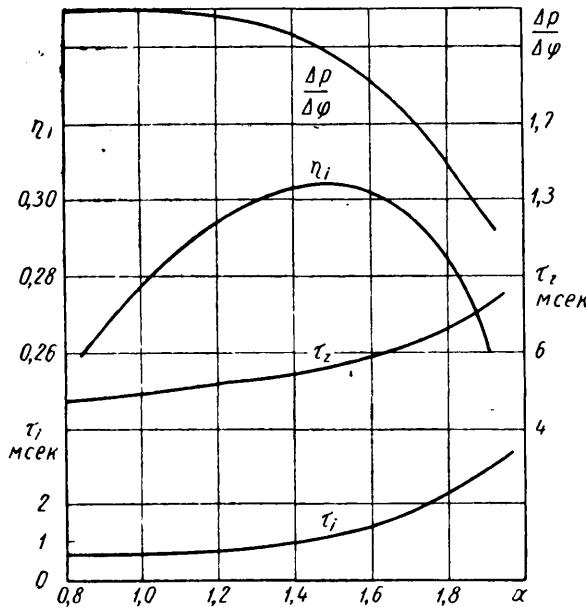


Рис. 5. Изменение основных параметров процесса горения в зависимости от суммарного состава смеси

Результаты опытов показывают, что горение в двигателе при работе с двумя параллельно работающими форсунками происходит с большой стабильностью даже до глубокого суммарного обеднения смеси. Пределы колебаний периода образования начального очага горения  $\tau_i$  при  $n = 1500 \text{ об/мин}$ ,  $\alpha = 1,325$  и полном открытии дроссельной заслонки составляют от 0,8 до 1,2 мсек, т. е. диапазон разброса  $\tau_i$  не превышает 0,4 мсек. Сокращаются также и пределы колебаний периода видимого горения в цилиндре  $\tau_z$ , которые составляют от 5,40 до 5,85 мсек, т. е. диапазон разброса  $\tau_z$  не превышает 0,45 мсек. В силу этого разброс значений максимальных давлений составляет 1,8 кг/см<sup>2</sup>. При 1000 об/мин и полном открытии дроссельной заслонки суммарное обеднение смеси с  $\alpha = 0,90$  до 1,65 приводит к ухудшению стабильности горения всего до 4%.

На рис. 5 показаны параметры рабочего процесса в зависимости от суммарного состава смеси. Индицирование проводилось при  $n = 1500 \text{ об/мин}$ , полном открытии дроссельной заслонки и оптимальном угле опережения зажигания. Из приведенных графиков видно, что при широком изменении суммарного состава смеси основные периоды горения изменяются незначительно. Так, например, обеднение суммарного состава смеси с  $\alpha = 1,0$  до  $\alpha = 1,5$  приводит к увеличению периода  $\tau_i$  всего на 0,5—0,6 мсек, т. е. в среднем 0,1 мсек на 0,1 единиц коэффициента избытка воздуха.

Регулировочные испытания двигателя по опережению зажигания показывают, что при работе двигателя по предлагаемому способу смесеобразования и зажигания наблюдается уменьшение оптимального угла опережения зажигания на всех скоростных и нагрузочных режимах по сравнению с карбюраторным смесеобразованием и искровым зажиганием. Уменьшение оп-

тимального угла опережения зажигания, очевидно, обусловлено сокращением общей продолжительности горения рабочих смесей в цилиндре.

Влияние состава рабочей смеси на внешние показатели работы двигателя исследовалось путем снятия регулировочных характеристик по составу смеси на различных скоростных и дроссельных режимах. Для сопоставления результатов эти же характеристики были сняты и при работе двигателя с карбюраторным смесеобразованием и искровым зажиганием. Сравнительные характеристики снимались в идентичных условиях. Одна из этих характеристик приведена на рис. 6.

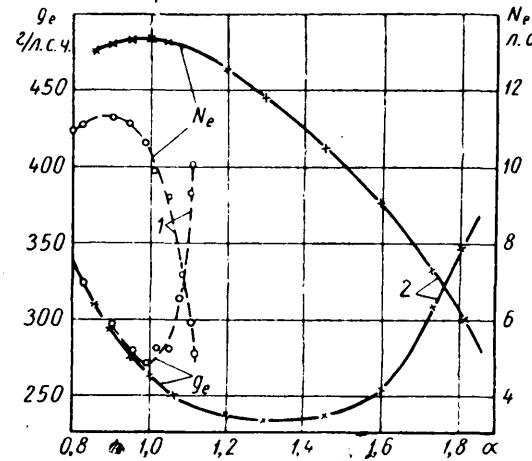


Рис. 6. Сравнение регулировочных характеристик двигателя по составу смеси ( $n = 1500 \text{ об/мин}$ , дроссельная заслонка — 100%):

1 — карбюраторное смесеобразование и искровое зажигание; 2 — впрыск топлива и факельное зажигание

При карбюраторном смесеобразовании минимальный удельный расход топлива получается в узких пределах изменения состава смеси, соответствующих коэффициенту избытка воздуха  $\alpha = 0,9 \div 1,05$ ; пределы обеднения смеси, соответствующие устойчивой работе двигателя, не превышают  $\alpha = 1,20 \div 1,25$ .

При впрыске топлива и факельном зажигании пределы изменения состава смеси, соответствующие экономичной работе двигателя, расширены от 1,05 до 1,50—1,65. Пределы максимального обеднения смеси, соответствующие устойчивой работе двигателя, увеличиваются до  $\alpha = 2,0 \div 2,25$ .

Минимальный удельный расход топлива по регулировочным характеристикам при полном открытии дроссельной заслонки достигает при впрыске топлива и факельном зажигании  $g_e = 230 \div 235 \text{ г/л.с.ч.}$ , а при карбюраторном смесеобразовании искровым зажиганием  $g_e = 255 \div 260 \text{ г/л.с.ч.}$

Применение впрыска топлива обуславливает увеличен мощности двигателя по сравнению с карбюраторным смесеобразованием. При одинаковом составе смеси мощность увеличивается на 15—20%. Рост мощности обусловлен, в основном, повышением коэффициента наполнения двигателя вследствие отсутствия карбюратора.

Двигатель работал нормально при начале впрыска в прелях 45—105° поворота коленчатого вала после в.м.т. на тах впуска. Наилучшие показатели работы двигателя были получены при угле впрыска 80°.

При давлениях открытия иглы основной форсунки, меньших  $p_0 = 35$  и больших 75 кг/см<sup>2</sup>, двигатель работал со значительными ухудшенными показателями; при изменении давления начального впрыска топлива в пределах от  $p_0 = 40$  до  $p_0 = 65 \text{ кг/см}^2$  он работал нормально и почти с одинаковыми показателями.

С изменением давления начала впрыска основной форсунки от  $p_0 = 40$  до  $p_0 = 65 \text{ кг/см}^2$  расход топлива через форкамеру форсунку, соответствующий максимальной мощности двигателя, изменяется от 17,8 до 24,5% общего расхода (расчетные 20% при  $p_0 = 50 \text{ кг/см}^2$ ).

Практическое постоянство показателей двигателя при данных условиях позволяет считать, что двигатель нечувствителен к некоторым изменениям соотношения расходов фона.

Это положение имеет важное значение, которое состоит в том, что разработанная система топливоподачи будет обла-

достаточно высокой эксплуатационной надежностью, ибо случайные небольшие нарушения регулировки затяжки пружины основной форсунки или некоторые изменения гидравлической характеристики форсунок, наблюдающиеся в условиях эксплуатации, не приведут к ощутимому изменению показателей двигателя.

Предлагаемый метод осуществления смесеобразования и зажигания в принципе дает возможность качественного регулирования мощности на всех режимах работы двигателя. Но для получения высоких экономических показателей необходимо совмещать качественное регулирование с количественным, начиная с 50—55% нагрузки.

Как показали опыты, при изменении коэффициента продувки форкамеры от  $k=3$  до  $k=0$  показатели работы двигателя остались практически одинаковыми. Это, очевидно, объясняется наличием струйной подачи топлива в форкамеру, что способствует достаточной очистке ее от остаточных газов.

Возможность удовлетворительной работы двигателя без продувки форкамеры воздухом приводит к значительному упрощению конструкции форкамеры и головки блока, а также к повышению надежности работы факельного двигателя.

Анализ результатов исследований дает основания считать, что рассматриваемый способ позволяет относительно просто решить вопрос сочетания факельного зажигания с впрыском легкого топлива. Этот способ дает возможность реализовать преимущества как факельного процесса, так и впрыска легкого топлива.

Дальнейшие испытания описанного способа намечено провести на двигателе М-21 автомобиля «Волга».

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Бюллетень изобретений», № 12, 1966. Авторское свидетельство № 182956, к.л. 46а<sup>2</sup>, 32, 46а<sup>8</sup>, 1.

2. Калиш Г. Г. Основные типы форсунок и анализ их гидродинамических характеристик. Труды НАТИ. Вып. 47, 1947.

УДК 621.431.73.001.4

# Влияние температуры выпускных клапанов на показатели работы автомобильного двигателя

Канд. техн. наук А. В. КОСТРОВ, Б. М. КУНЯВСКИЙ

Московский автомеханический институт

В РЯДЕ работ исследовалось влияние числа оборотов, нагрузки, состава смеси, угла опережения зажигания и др. на тепловое состояние выпускных клапанов [1].

Значительный интерес представляет и обратная зависимость, т. е. влияние температуры клапанов на экономичность и мощность, на изменение требований к октановому числу топлива и другие показатели, характеризующие работу двигателя. Выявление этих зависимостей позволит оценить возможность улучшения показателей двигателя за счет снижения температуры наиболее нагретой части камеры сгорания, обработанной головками выпускных клапанов.

В лаборатории «Автомобильные и тракторные двигатели» Московского автомеханического института проведено исследование влияния температуры выпускного клапана на показатели работы двигателя модели МЗМА-408.

Для изменения температуры клапанов изготовлено приспособление, позволяющее охлаждать клапан за счет непрерывной подачи воды на его головку. Устройство состоит из раздаточной гребенки, соединенной с трубками, по которым подается вода для охлаждения клапанов, и специального стального выпускного коллектора. Интенсивность охлаждения регулируется за счет изменения количества воды, подаваемой к клапанам.

Первоначальные попытки осуществить охлаждение клапанов водой, проходящей через трубы, установленные в стандартном чугунном коллекторе, привели к местному переохлаждению материала коллектора и появлению на нем трещин. Поэтому возникла необходимость изготовить стальной коллектор, близкий по своим формам и конструктивным размерам к форме и размерам стандартного чугунного.

Существенных отклонений в мощностных и экономических показателях при работе двигателя со стальным сварным коллектором от показателей с чугунным литым (в обоих случаях без подачи охлаждения клапанов) не наблюдалось, что свидетельствовало о газодинамической идентичности коллекторов. Для осуществления подачи воды к головкам выпускных клапанов в выпускной коллектор вводились медные трубы с внутренним сечением 4 мм. Открытый конец трубы направлялся в место перехода головки клапана в стержень.

Подобным способом охлаждались все четыре выпускных клапана двигателя.

Для обеспечения одинаковой интенсивности охлаждения после установки выпускного коллектора на головку блока проверялась равномерность подачи во всех трубках при различных величинах расхода воды. Эта равномерность достигалась за счет равенства длины трубок. Окончательная дозировка расходов осуществлялась за счет незначительного изменения диаметра проходного сечения у выходных отверстий

трубок. Получение одинаковых расходов воды дало основание предположить, что была одинаковой и интенсивность охлаждения всех выпускных клапанов.

Методика измерения температуры клапанов не изменилась по сравнению с описанной ранее [2]. Одновременно фиксировалась также температура впускного клапана и других деталей. Приспособление для измерения впускного клапана аналогично устройству для измерения выпускного и отличается в основном лишь конфигурацией пластин токосъемника. Материалом для изготовления термопар, установленных во впусканом клапане, днище поршня и стенках камеры сгорания и цилиндра служит хромель-копель, в отличие от хромель-алюминиевого, используемой при термометрировании выпускного клапана. Использование хромель-алюминиевых термопар для этих деталей нежелательно, так как уменьшение э.д.с. термопар привело бы к снижению чувствительности приборов и соответственно затруднило бы получение высокой точности измерений.

Изменение мощностных и экономических показателей двигателя при разных температурах выпускных клапанов оценивалось по регулировочным характеристикам по углу опережения зажигания. Указанные характеристики снимались при работе двигателя на четырех скоростных режимах (1400, 2200, 3000 и 3800 об/мин) и полной нагрузке. При этой нагрузке температура деталей близка к максимальной и поэтому оказывает наибольшее влияние на характер протекания рабочего процесса в цилиндрах двигателя.

Рассматривая характеристики, приведенные на рис. 1, можно установить, что при полностью открытой дроссельной заслонке минимальная температура выпускного клапана без охлаждения равна примерно 490° при 1400 об/мин. За счет подачи воды можно понизить температуру до 290—300°.

Измерение расходов воздуха и топлива показало, что уменьшение температуры выпускных клапанов увеличивает весовое наполнение цилиндров двигателя. Наибольшее увеличение наполнения происходит при 1400 об/мин и составляет 5,2%, с ростом скоростного режима эта величина снижается. Так, при 2200 об/мин наполнение увеличивается на 2,0%, при 3000 об/мин на 1,2% и при 3800 об/мин только на 0,5%. Весовое наполнение увеличивается за счет уменьшения подогрева горючей смеси в цилиндре двигателя от головок выпускных клапанов. При больших скоростных режимах продолжительность процесса впуска по времени сокращается, что и ведет к уменьшению влияния температуры деталей на подогрев горючей смеси, а следовательно, и на наполнение двигателя. Интенсивность увеличения расхода воздуха при этом несколько превышала увеличение расхода топлива, что незначительно обедняло мощностной состав смеси. Коэффициент избытка воздуха изменяется в сторону обеднения системой

компенсации карбюратора на 0,02—0,03. Температурный режим остальных деталей (днища, поршня, стенок камеры сгорания и цилиндра, а также выпускного клапана) при подаче воды на выпускной клапан не изменился, что свидетельствовало, в частности, об отсутствии попадания воды в цилиндр со стороны выпускного клапана. Кроме того, отсутствие попадания

при 1400 об/мин. Улучшение мощности при этом составило 0,7 л. с., или 2,5%. Подобным образом улучшается и экономичность работы двигателя. Уменьшение влияния температурного режима выпускных клапанов на мощностные и экономические показатели работы двигателя на более высоких скоростных режимах происходит вследствие снижения требований к октановому числу топлива.

Практически различие в показателях работы двигателя при охлаждении клапанов и без охлаждения перестает быть сколько-нибудь существенным уже при числе оборотов около 2600 в минуту. Это достаточно наглядно показывают скоростные характеристики двигателя, построенные по данным регулировочных характеристик по углу опережения зажигания при полностью открытой дроссельной заслонке (рис. 2). В этом случае значения мощности и экономичности взяты наибольшими, несмотря на то, что двигатель на наивыгоднейших углах работал на рекомендованном заводом бензине А-72 с некоторым «стуком». Сравнение этих характеристик показывает возможное улучшение мощностных и экономических показателей двигателя на этих скоростных режимах: происходит примерное 7—8%-ное улучшение мощности и экономичности двигателя с одновременным аналогичным увеличением крутящего момента. Увеличение мощности и уменьшение удельного

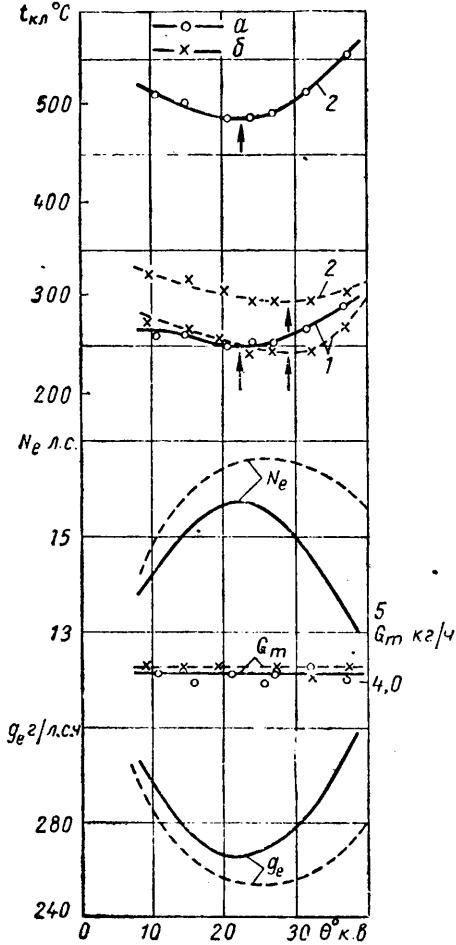


Рис. 1. Регулировочные характеристики по зажиганию при изменении температуры выпускных клапанов (стрелками указано начало работы двигателя с детонацией): а — без охлаждения; б — с охлаждением; 1 — выпускной клапан; 2 — выпускной клапан

воды в цилиндр двигателя подтверждалось увеличением наполнения, что установлено измерениями расходов топлива и воздуха.

Увеличение мощности при 1400 об/мин составляет 1 л. с., т. е. 6—7% от мощности на данном режиме и происходит, вследствие роста наполнения, а также приближения угла опережения зажигания к наивыгоднейшему по циклу. Изменение угла составляет 6° (от 21 до 27°).

Увеличение угла, а также некоторое обеднение мощностного состава рабочей смеси улучшают экономичность двигателя примерно на 4% (10 г/л.с.ч.).

Все это относится к работе двигателя на оптимальных углах опережения зажигания. В зоне больших углов опережения зажигания, где происходит детонационное сгорание и двигатель работает со «стуком», влияние снижения температуры клапанов на показатели работы двигателя происходит в гораздо больших пределах. Так, при угле опережения зажигания, равном 35°, мощность и экономичность улучшаются примерно на 16% ( $\Delta N_e = 2,2$  л. с.,  $\Delta g_e = 30$  г/л.с.ч.). Это позволяет сделать предположение, что интенсивность детонационного сгорания зависит от температуры выпускных клапанов.

Данные, полученные при снятии регулировочной характеристики по зажиганию при 2200 об/мин, позволяют установить аналогичные явления. За счет снижения температуры выпускных клапанов от 600 до 430° можно увеличить наивыгоднейший угол опережения зажигания на 5°, т. е. несколько меньше, чем

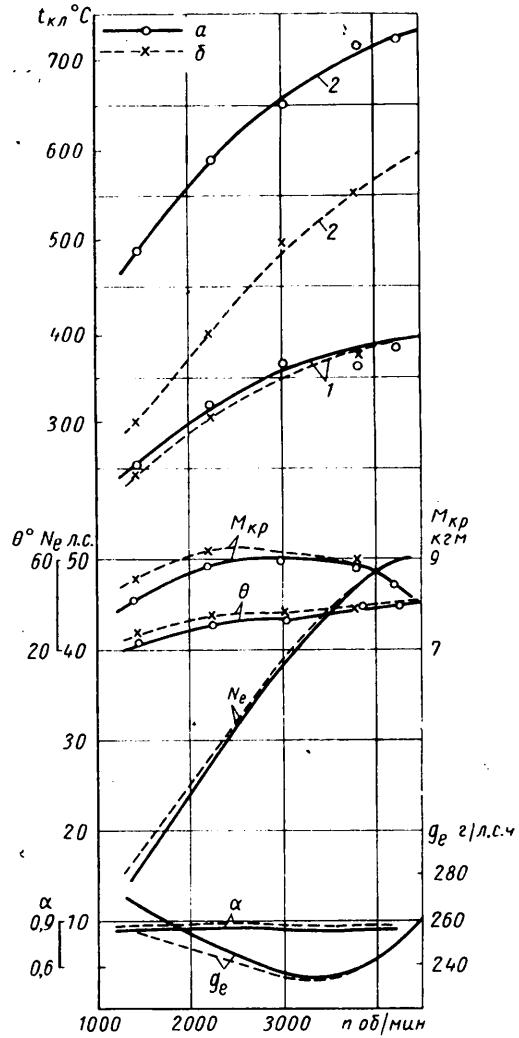


Рис. 2. Внешние скоростные характеристики двигателя при разных температурах выпускных клапанов без охлаждения и с охлаждением (обозначения те же, что на рис. 1)

расхода топлива на режиме малых оборотов вызывается в основном за счет увеличения угла опережения зажигания и весового наполнения двигателя.

Из сказанного выше следует, что конструктивные мероприятия, направленные на уменьшение максимальных температур клапанов, не только увеличат долговечность клапанов,

но и дадут возможность несколько улучшить основные показатели работы двигателя.

С этой целью проверена возможность снижения температуры выпускных клапанов воздухом, подаваемым через устройство для охлаждения водой. В этом случае система была идентичной системам для обезвреживания выпускных газов, устанавливаемым на ряде американских автомобилей [3].

Сжатый воздух для окисления продуктов сгорания подавался под давлением примерно  $1 \text{ кг}/\text{см}^2$ . Однако подвод воздуха под указанным давлением через трубы диаметром 4 мм на головки клапанов не оказывал существенного влияния на их температуру. Установка трубок большего диаметра (8 мм) позволила получить заметное снижение температуры клапанов. При давлении  $1 \text{ кг}/\text{см}^2$  температура снижается примерно на  $50^\circ$  (при 3000 об/мин). Увеличение давления в системе подачи воздуха до  $2 \text{ кг}/\text{см}^2$  понижает температуру выпускных клапанов на этом режиме на  $100^\circ$ . При изменении скоростного режима двигателя подача воздуха влияет на снижение температуры клапанов по-разному. На больших скоростных режимах влияние несколько больше, чем на малом скоростном режиме, что объясняется разным перепадом температур между клапаном и воздухом.

Осуществлена также проверка влияния различных по теплопроводности материалов направляющих втулок на температурный режим как впускного, так и выпускного клапанов.

Влияние материала втулок на температуру клапанов определялось при работе двигателя на полной нагрузке и разных температурах воды в рубашке охлаждения только головки блока. Это давало возможность более резко изменять теплоотвод от клапана, так как увеличивался теплоперепад между втулкой и стержнем клапана. Проверено три типа втулок: металлокерамические, являющиеся стандартными для двигателя МЗМА-408, из чугуна, используемого для направляющих клапанов двигателя ЗИЛ-130, и бронзовые.

Все три типа втулок были изготовлены на Московском заводе малолитражных автомобилей в допусках и по технологиям, принятой для этой детали.

Из полученных экспериментальных данных по измерению температуры клапанов при 1400 и 3800 об/мин (рис. 3) при разных втулках следует, что материал этих втулок незначительно влияет на тепловой режим клапана. Температура выпускного клапана при переходе от стандартной втулки (металлокерамической) к чугунной уменьшилась только на  $10^\circ$  во всем диапазоне изменения температуры воды в рубашке охлаждения головки блока. Применение бронзовых втулок снижает температуру выпускного клапана на этом режиме на  $20-25^\circ$  по сравнению с температурой при стандартных втулках, т. е. примерно на 5% от максимального значения температуры на данном числе оборотов. Указанное снижение температуры (5%) наблюдалось и у впускного клапана в случае использования как бронзовых, так и чугунных втулок. Величина снижения температуры выпускного клапана при чугунных и бронзовых втулках практически одинаковая, около  $10^\circ$ . Меньшее влияние теплопроводности материала направляющих на тепловой режим выпускного клапана следует отнести за счет меньшей разницы температур выпускного клапана и его втулки, чем у выпускного.

Аналогичные результаты получены на всех исследованных скоростных режимах, однако с той лишь разницей, что уменьшение температуры при переходе с металлокерамических втулок на бронзовые на режиме 3800 об/мин составило всего  $10^\circ$ . Все это свидетельствует о незначительности влияния теплопроводности материала втулок на температуру клапана. Если учсть, что одновременно со снижением температуры воды в головке блока уменьшается и температура седел клапанов, то можно сделать вывод, что основной отвод тепла от горячих головок клапанов осуществляется во время впуска свежей смеси в цилиндры двигателя, т. е. на протяжении 240—260°

угла поворота коленчатого вала. Другое направление теплоотвода от клапана — в сторону выпускного коллектора в период нахождения выпускного клапана в седле. Незначительность отвода тепла от клапанов в направляющую втулку объясняется большой разницей между диаметром головки клапана и его стержнем.

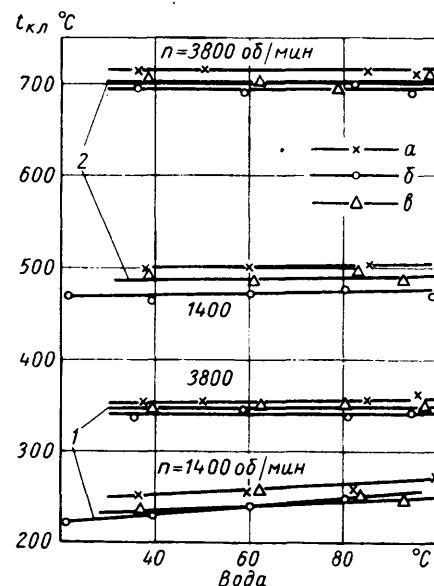


Рис. 3. Влияние керамических (a), бронзовых (б) и чугунных (в) направляющих втулок на температуру клапанов при полностью открытой дроссельной заслонке:

1 — выпускной клапан; 2 — выпускной клапан

## Выводы

1. Уменьшение температуры выпускного клапана позволяет улучшить мощностные и экономические показатели работы двигателя на режиме полных нагрузок и малых чисел оборотов на 6—7%.

С увеличением числа оборотов двигателя это влияние уменьшается.

2. Применение материала с повышенной теплопроводностью для направляющих втулок хотя и снижает температуру как впускного, так и выпускного клапанов, однако это уменьшение незначительно (10—20°) и поэтому не может иметь практического значения.

3. Подвод сжатого воздуха через специальные трубы в зону головок выпускных клапанов не только уменьшил вредность отработавших газов, но и понизил их температуру. По-видимому, это устройство целесообразно устанавливать на автомобили, двигатель которых имеет компрессор, например, автомобиль ЗИЛ-130. Однако и в этом случае окончательное решение может быть принято только после специальных испытаний на конкретном двигателе.

## ЛИТЕРАТУРА

- Зверев И. И. Исследование температурного состояния выпускных клапанов авиационного двигателя. Труды ЦИАМ, Вып. 139, 1948.
- Костров А. В., Куниевский Б. М. «Автомобильная промышленность», 1964, № 5.
- «SAE Journal», November, 1965, стр. 35—41.

# Влияние уплотненных замков поршневых колец на пусковые качества дизелей

Д-р техн. наук Б. Я. ГИНЦБУРГ, Н. И. МИНАЕВ, Е. С. ИППОЛИТОВ, В. М. ШАХНАЗАРЯН

**У**ТЕЧКА воздуха из цилиндра в процессе хода сжатия при низких пусковых оборотах во время прокручивания дизеля значительно снижает температуру заряда в конце сжатия и тем самым ухудшает его пусковые качества.

Были проведены теоретические и экспериментальные исследования возможности улучшения пусковых качеств дизеля за счет применения поршневых колец с уплотненным замком.

Уравнение состояния газа в начале и конце сжатия представляется в следующем виде:

$$T_c v_c^{n_1-1} = T_a v_a^{n_1-1}, \quad (1)$$

где  $T$  и  $v$  — абсолютная температура и удельный объем воздуха;

$n_1$  — средний показатель политропы сжатия.

Индексы  $a$  и  $c$  относятся соответственно к состоянию газа в начале и конце сжатия.

Так как в уравнение входят удельные объемы, то оно справедливо и при наличии утечек воздуха через неплотности поршневых колец.

$$\text{Обозначив } v_a = \frac{V_a}{G_a} \text{ и } v_c = \frac{V_c}{G_c},$$

где  $V_a$  и  $V_c$  и  $G_a$  и  $G_c$  — соответственно объемы и веса заряда воздуха, вместо формулы (1) можно написать

$$T_c = T_a \left( \frac{V_a}{V_c} \cdot \frac{G_c}{G_a} \right)^{n_1-1}.$$

Обозначив  $\frac{V_a}{V_c} = \epsilon$  является геометрической степенью сжатия двигателя, поэтому

$$T_c = T_a \left( \epsilon \frac{G_c}{G_a} \right)^{n_1-1}.$$

Такой же вид формулы (2) получен несколько иначе в работе [1].

Разность  $G_a - G_c = \Delta G$  определяет количество воздуха, вытекшего из цилиндра двигателя за ход сжатия. Если выразить  $G_c$  через  $G_a$  и  $\Delta G$ , то вместо выражения (2) получится

$$T_c = T_a \left[ \epsilon \left( 1 - \frac{\Delta G}{G_a} \right) \right]^{n_1-1}. \quad (3)$$

Из этого выражения следует, что температура воздуха в конце сжатия зависит от величины  $\frac{\Delta G}{G_a}$ , т. е. относительного количества воздуха, вытекшего из цилиндра за ход сжатия. Величина  $\frac{\Delta G}{G_a}$  меняется с длительностью хода сжатия, т. е. с числом оборотов двигателя, а также зависит от конструкции поршневых колец.

Установление зависимости величин  $\frac{\Delta G}{G_a}$  и  $T_c$  от чисел оборотов прокручивания двигателя и конструкции поршневых колец представляло цель проведенных экспериментальных исследований. Эксперименты производились на одноцилиндровой установке, имеющей диаметр цилиндра  $D=150$  мм и действительную степень сжатия  $\epsilon=12.8$  (рис. 1).

Определение утечки воздуха из цилиндра двигателя через поршневые кольца производилось следующим образом. Воздух, проходящий через кольца из цилиндра двигателя во время его прокручивания от пеандель-динамика, попадает в картер 1 и оттуда по трубке 2 поступает в успокительный ресивер 3. Из ресивера воздух поступает в ротаметр 4, при помощи которого измерялось количество воздуха, выходящего из цилиндра.

Ротаметр тарировался при помощи баллона со сжатым воздухом 5, из которого воздух подавался в картер двигателя. Такая схема тарировки исключала ошибки измерения утечки

воздуха из цилиндра вследствие небольших неплотностей картера, хотя для улучшения уплотнения картера принимались специальные меры.

В процессе эксперимента выявилась необходимость закольцовывания масляной системы двигателя, как это изображено на рис. 1. Такая мера была вызвана тем, что при открытой масляной системе с открытым баком и двумя насосами на отсосе и нагнетании отсасывающий насос вместе с маслом захватывал и воздух, находящийся в картере. При закольцованной системе уровень масла в картере сохранялся постоянным и исключал возможность отсоса воздуха из картера.

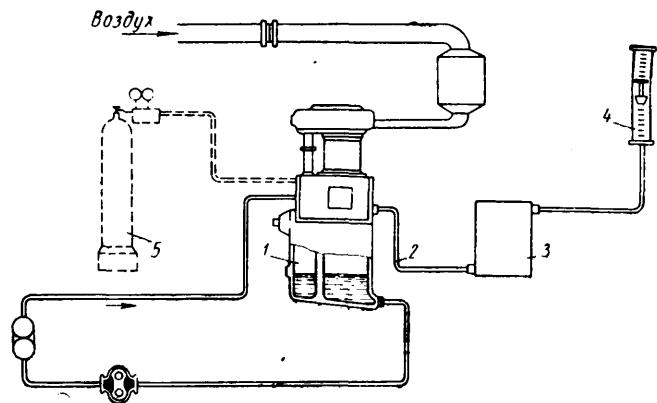


Рис. 1. Установка для измерения пропуска газа и температуры воздуха в цилиндре двигателя

Температура воздуха в цилиндре измерялась термометром сопротивления, который закреплялся в головке вместо форсунки. Чувствительным элементом его служила вольфрамовая

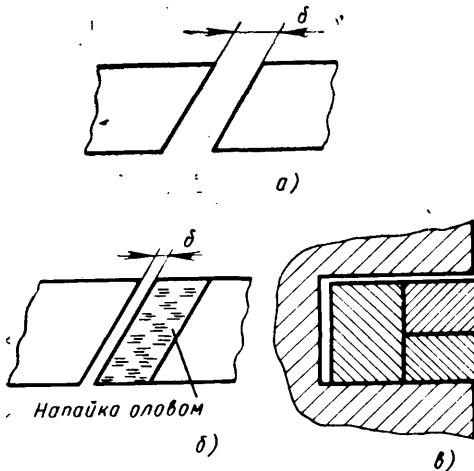


Рис. 2. Конструкции поршневых колец

позолоченная проволока диаметром 8 мк. Опыты проводились при комнатной температуре с тремя типами поршневых колец (рис. 2).

Стандартное кольцо (а) прямоугольной формы, вложенное в цилиндр, имело зазор в замке  $\delta=0.6$  мм. В кольце, показанном на рис. 2, б, зазор в замке устраивался путем напайки оловом. Кольцо, изображенное на рис. 2, в, было составлено из трех колец, замки которых смешались друг относительно друга.

Результаты измерения утечки воздуха через поршневые кольца стандартного типа и с напаянным замком изображе-

ны в виде графиков зависимости  $\frac{\Delta G}{G_a} = f(n)$  (рис. 3). В исследованных пределах чисел оборотов эта зависимость имеет вид гиперболической функции:

для стандартного кольца

$$\frac{\Delta G}{G_a} = \frac{16}{n} \quad (4)$$

и для кольца с напаянным замком

$$\frac{\Delta G}{G_a} = \frac{8,2}{n} \quad (5)$$

К гиперболическому виду зависимости утечки от числа оборотов приводит предположение, что среднее давление цикла

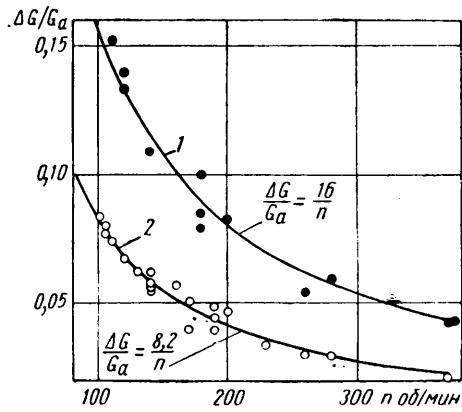


Рис. 3. Зависимость относительной утечки воздуха из цилиндра от числа оборотов прокручивания двигателя:

1 — стандартные кольца; 2 — кольца с напаянным замком

мало меняется из-за утечки, а время сечения для утечки обратно пропорционально числу оборотов. Иначе говоря, зависимости (4) и (5) должны быть справедливы для не особенно больших значений относительной утечки  $\frac{\Delta G}{G}$ .

Из формул (4) и (5) видно, что уменьшением зазора в замке до нуля удалось снизить утечку воздуха почти в 2 раза, что представляет ощущимую величину, особенно при низких числах оборотов двигателя. Так, например, для стандартного кольца при  $n=100$  об/мин величина утечки воздуха из цилиндра двигателя  $\Delta G$  за ход сжатия составляет 16% от всего весового заряда в цилиндре.

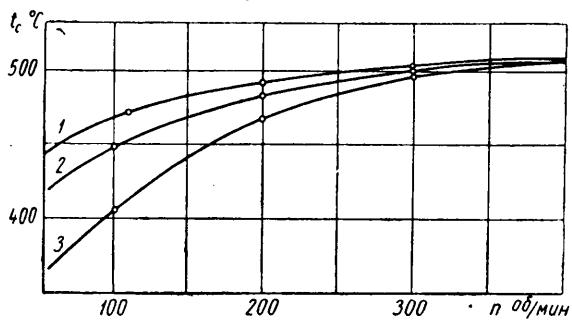


Рис. 4. Зависимость температуры воздуха в конце сжатия от числа оборотов прокручивания двигателя:

1 — тройное составное кольцо; 2 — кольцо с напаянным замком; 3 — стандартное кольцо

В соответствии с закономерностью утечки воздуха из цилиндра находится характер зависимостей температур воздуха сжатия  $t_c$ , полученных экспериментально и графически изображенных для трех колец на рис. 4.

Как видно из графиков, самые низкие температуры воздуха в конце сжатия получены со стандартными кольцами и самые высокие температуры — с тройным составным кольцом. Тот факт, что тройное кольцо пока-

зало лучшие результаты по сравнению с кольцом с напаянным замком, можно объяснить тем, что тройное составное кольцо, уплотняя замок кольца, имеет, кроме того, лучшее уплотнение по периметру.

С ростом числа оборотов двигателя для всех трех типов колец температура воздуха в конце сжатия стремится к одному пределу  $t_c \approx 515^\circ$ , что связано с тем, что при высоких числах оборотов утечка воздуха для всех колец незначительна и мало влияет на температуру в конце сжатия.

Из результатов исследования следует, что на пусковые качества двигателя, определяемые в значительной степени температурой воздуха в конце сжатия, большое влияние оказывает конструкция поршневого кольца. Можно полагать, что это является одной из причин, заставляющих за рубежом применять кольца с уплотненным замком, несмотря на их большую стоимость и сложность конструкции. Так, кольца с уплотненным замком изготавливаются американскими фирмами поршневых колец Дарос, Копперс, Кук, западногерманской фирмой Гетце и др.

Помимо улучшения пусковых качеств, поршневые кольца с уплотненным замком, устранив ток горячих газов через замок, снижают местный нагрев поршня, понижают температуру колец, уменьшают склонность колец к пригоранию и повышают надежность поршневой группы. Некоторые конструкции порш-

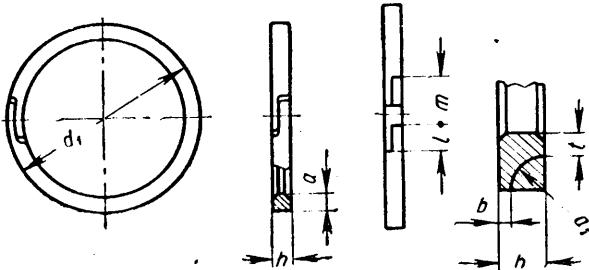


Рис. 5. Поршневое кольцо с уплотненным замком фирмы Гетце

невых колец с уплотненным замком позволяют герметизировать цилиндры с искаженной в известных пределах геометрической формой (конусность, овальность цилиндра). Особенность конструкции таких колец заключается в том, что вне зависимости от величины износа как самих колец, так и гильз цилиндров утечка газа в стыке кольца отсутствует. Контакт поршневого кольца с цилиндром искаженной формы нарушается лишь вблизи замка. Поэтому при применении составных колец с замками, размещенными в разных местах окружности герметичность, создаваемая кольцами, может не нарушаться даже в тех случаях, когда цилиндры деформируются. Конструкции колец с уплотненным замком различны. На рис. 5 изображено поршневое кольцо с уплотненным замком внахлестку. Кольца такого типа выпускаются рядом зарубежных фирм. Фирмой Гетце такие кольца изготавливаются для диаметров цилиндра двигателя от 50 до 420 мм. Кольца аналогичной конструкции более 20 лет выпускает фирма Копперс. Отличаются они только тем, что кольца фирмы Копперс имеют в замке один язычок треугольного сечения, другой — пятиугольного (рис. 6, а). В своем руководстве по поршневым

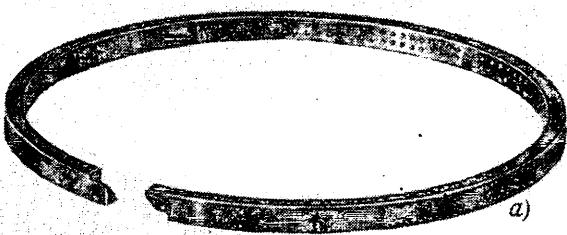


Рис. 6. Поршневое кольцо с уплотненным замком внахлестку с язычками треугольного и пятиугольного сечения:  
а — внешний вид кольца; б — расположение колец на поршне; 1 — пятиугольный язычок; 2 — треугольный язычок

кольцам форма Копперс рекомендует применять кольца с уплотненным замком на дизелях в качестве компрессионных, включая и самое верхнее. Такие кольца рекомендуется применять в цилиндрах, конусность или овальность которых не превышает 0,3% диаметра цилиндра.

Никаких ограничений для применения компрессионных колец с уплотненным замком названного типа фирма Копперс не вводит, но указывает, что во избежание поломки язычка треугольного (более слабого) сечения этот язычок при установке кольца следует обращать в сторону, противоположную камере сгорания (рис. 6, б).

Поршневые кольца с уплотненным замком, похожие на кольца фирмы Гетце, выпускает фирма Дарос. Однако язычкам замков в кольцах фирмы Дарос придана иная форма — один из них имеет прямоугольное сечение, а в другом предусмотрена соответственная выемка. По эффективности уплотнения эти кольца равнозначны кольцам фирмы Копперс, но язычки замка у колец фирмы Дарос прочнее. Тем не менее, фирма Дарос рекомендует кольца с уплотненным замком не ставить в две верхние канавки поршня и применять их только в качестве нижних компрессионных колец.

По данным фирмы Дарос, кольца с уплотненным внахлестом замком по сравнению с кольцами, имеющими обычный замок, обеспечивают лучшее уплотнение поршня, но все же

ступают составным кольцам с уплотненным замком. Кольца с замком внахлестку фирма Дарос рекомендует применять как для четырехтактных, так и для двухтактных дизелей, если конусность цилиндра не превышает 0,2% от диаметра цилиндра.

Составные поршневые кольца с уплотненным замком имеют разнообразную конструкцию.

Таким образом, проведенные теоретические и экспериментальные исследования подтвердили существенное влияние конструкции поршневых колец на утечку воздуха и его температуру в конце сжатия. Поэтому применение поршневых колец с уплотненным замком, получивших распространение за рубежом, может заметно улучшить пусковые качества дизелей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Купершидт В. Л. Исследования пусковых качеств дизеля Д37М и пути их улучшения. НИИавтосельхозмаш, 1964.
2. Engineer's Piston Ring Handbook, American Hammered Piston Rings. Kreps Company, 1941.
3. Diesel and Gas Engine Catalog, vol 27, 1962, vol 23, 1963.

УДК 621.43 - 233.13:629.113.534.001.4

# О колебаниях скорости коленчатого вала двигателя ЯМЗ-236 при установившемся движении автомобиля

Е. И. БЛАЖЕННОВ, В. М. МАЛЫШЕВ

Ярославский моторный завод

ПРИ ДОВОДКЕ всережимных регуляторов ЯМЗ было замечено<sup>1</sup> наличие периодических колебаний угловой скорости, однако природа их оставалась неясной. Поскольку их частота составила 2—5 гц, возникла гипотеза о влиянии колебаний подрессоренных масс автомобиля.

Для выяснения этого вопроса были проведены испытания загруженного автомобиля МАЗ-200, оборудованного электронной аппаратурой для записи угловой скорости коленчатого вала двигателя  $\omega_{\text{дв}}$ , момента на первичном валу коробки передач  $M_{\text{кр}}$ , перемещений рейки насоса высокого давления  $l_p$ , отметки времени через 0,1 сек, отметки оборотов двигателя и перемещения кузова автомобиля  $h_k$  относительно оси заднего моста.

Запись перемещений кузова осуществлялась тензодатчиком, заклеенным на балочку, которая деформировалась эксцентриком, связанным рычагом со ступицей правого заднего колеса автомобиля.

Методика измерения заключалась в следующем: на ровном участке асфальтированного шоссе на пятой передаче автомобиль разгонялся до скорости 55 км/ч и при установлении режима работы двигателя включалась записывающая аппаратура. На рисунке показана характерная осциллограмма такого режима.

Соответствие колебаний кузова  $h_k$  и угловой скорости  $\omega_{\text{дв}}$  коленчатого вала двигателя не вызывает сомнений. Однако при этом необходимо отметить, что принятая система регистрировала как плоскопараллельные в вертикальной плоскости, так и угловые колебания кузова относительно продольной и поперечной осей. Каждое из этих движений может являться причиной колебаний чисел оборотов двигателя.

Предположим, что на осциллограмме зарегистрированы только плоскопараллельные колебания в вертикальной плоскости.

Если принять, что перемещение  $h_k$  описывается формулой гармонических колебаний

$$h_k = h_0 \sin Kt,$$

<sup>1</sup> Блаженнов Е. И. «Автомобильная промышленность», 1966, № 6.

где  $h_k$  — перемещение кузова автомобиля относительно стационарного среднего положения;

$h_0$  — амплитуда;

$K$  — циклическая частота колебаний,

то ускорение будет выражаться следующей формулой:

$$\frac{d^2h_k}{dt^2} = -h_0 K^2 \sin Kt.$$

Максимальное его значение

$$\frac{d^2h_k}{dt^2} \max = -h_0 K^2,$$

где  $h_0 = 0,025$  м;

$K = 2\pi f$ ;

$f$  — частота колебаний, равная двум.

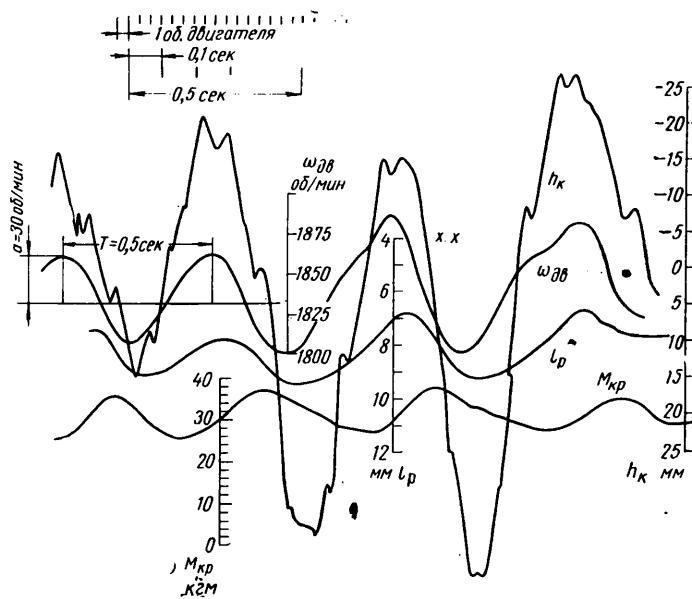
Следовательно,

$$\frac{d^2h_k}{dt^2} \max = 4 \text{ м/сек}^2.$$

При общем весе подрессоренных частей автомобиля, равном 10 т, динамическая составляющая нагрузки на колеса автомобиля составляет примерно 30%, а колебания момента на первичном валу коробки передач равны 22% (по осциллограмме). Если учесть, что колебания не такие простые, как было указано выше, то полученные результаты дают удовлетворительное совпадение.

Поскольку момент на первичном валу коробки передач является внешним для двигателя, то его колебания приводят к колебаниям скорости коленчатого вала двигателя. Количественный анализ этого вопроса весьма сложен, так как в колебаниях участвует рейка насоса высокого давления, а следовательно, изменяется и величина порции топлива, подаваемая в цилиндр двигателя.

Кроме того, пока еще трудно оценить, насколько колебания скорости коленчатого вала двигателя влияют на колебания линейной скорости автомобиля. Если принять, что ее величина остается постоянной, можно вычислить максимальное угловое



смещение конечных сечений системы: первичный вал коробки передач — промежуточный вал коробки передач — карданный вал — полуось.

Принимая за начальный момент времени  $t=0$  точку максимальной скорости вращения, получим, что закон ее изменения во времени (учитывая только периодическую составляющую  $\Delta\omega$ ) приближенно можно принять

$$\Delta\omega = a \cos Kt,$$

где  $a$  — амплитуда колебаний угловой скорости.

Учитывая, что

$$\Delta\omega = \frac{d\varphi}{dt},$$

$$\varphi = a \int_{t_1}^{t_2} \cos Kt = \frac{a}{K} [\sin Kt]_{t_1}^{t_2}.$$

Для максимального значения угла пределы интегрирования будут  $t_1 = 0$ ;  $t_2 = \frac{1}{8}$  сек и при максимальном отклонении чисел оборотов, равном 30 об/мин,

$$\varphi_{max} \approx 14^\circ.$$

Этот угол складывается из упругих деформаций всех звеньев системы, включая и шины, причем зазоры в него не включаются, поскольку изменения знака момента не происходят.

## Выводы

1. При движении загруженного автомобиля МАЗ-200 наблюдаются колебания скорости коленчатого вала двигателя с частотой 2—5 гц и размахом до 100 об/мин (на повышающих передачах).

2. Указанные колебания сопровождаются колебаниями рейки насоса высокого давления, а следовательно, и колебаниями нагружочного режима двигателя.

3. Одной из наиболее вероятных причин колебаний угловой скорости коленчатого вала двигателя являются колебания подпрессоренных масс автомобиля.

УДК 621.431.73:629.1.05

## Режимомер для дорожных испытаний карбюраторного двигателя

Канд. техн. наук П. В. ФЕДОРОВ, Н. Г. САМОЛЬ

Московский карбюраторный завод

**В ПРАКТИКЕ** дорожных испытаний экономичность двигателя принято оценивать расходом топлива в л/100 км.

Данный параметр в отличие от применяемого в условиях стендовых испытаний — удельного расхода топлива в г/л.с.ч. — не позволяет в явном виде учесть энергетические затраты двигателя.

В связи с этим предлагается при проведении дорожных испытаний (снятие экономических характеристик, заезды с постоянными скоростями движения и др.) наряду с измерением расхода топлива определять эффективную работу двигателя за определенное время заезда. В этом случае появляется возможность оценки экономичности двигателя по удельному расходу топлива в г/л.с.ч., принятому в условиях стендовых испытаний.

Кроме того, при одновременном измерении эффективной работы и расхода топлива значительно повышаются точность и сопоставимость проведения испытаний, так как отпадает необходимость строго выдерживать скорость, длину и время прохождения участка измерения.

Для измерения работы, затраченной карбюраторным двигателем, был разработан прибор, позволяющий измерять данный параметр с достаточной для практики степенью точности.

Измерение работы, совершенной двигателем за определенный промежуток времени, можно свести к решению следующей зависимости:

$$A = N_e t = \frac{p_e n V_h}{900} t,$$

или

$$A = C_1 p_e n t,$$

где  $n$  — число оборотов коленчатого вала в минуту;

$N_e$  — эффективная мощность двигателя в л.с.;

$V_h$  — рабочий объем двигателя в л;

$p_e$  — среднее эффективное давление в кг/см²;

$t$  — время работы двигателя на участке измерения;

$C_1$  — постоянный коэффициент.

В результате многочисленных экспериментов было установлено, что среднее эффективное давление линейно и практически однозначно для всех чисел оборотов и определяется абсолютным давлением [1], [2] во впускном трубопроводе при стандартной регулировке карбюратора.

Тогда работа, совершенная двигателем за период времени  $t$ ,

$$A = C_2 p_{trub} n t,$$

где  $p_{trub}$  — абсолютное давление во впускном трубопроводе в кг/см²;

$C_2$  — коэффициент, постоянный для данного двигателя.

Приведенная зависимость решается в приборе с помощью электронной схемы. На рис. 1 показана блочная схема прибора. Импульсы от стандартного прерывателя 1 системы зажигания посыпаются синхронно с оборотами коленчатого вала двигателя в электронное устройство 2. Электронное устройство представляет собой генератор прямоугольных импульсов с мощным выходным каскадом.

Длительность выходного импульса генератора линейно и однозначно зависит от сопротивления датчика нагрузки 3 — датчика абсолютного давления во впускном трубопроводе двигателя. Выходные импульсы тока подаются на клеммы электродвигателя 4 постоянного тока, на валу которого находится прерыватель 5.

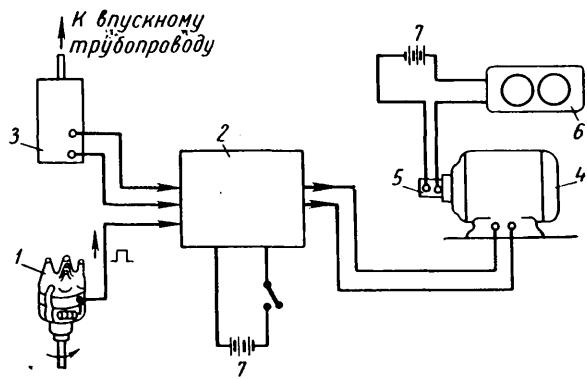
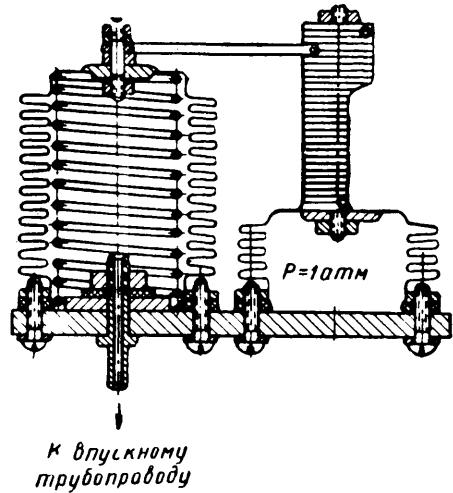


Рис. I



Pic. 2

Скорость вращения вала электродвигателя пропорциональна среднему значению тока, снимаемого в виде импульсов с выхода электронного устройства 2, т. е.

$$n_{\partial B} = C_3 I_{cp} = C_3 \tau f,$$

где  $\tau$  — длительность импульса, прямо пропорциональная со- противлению датчика нагрузки или абсолютному дав- лению во впускном трубопроводе;

$f$  — частота следования импульсов, прямо пропорциональная оборотам коленчатого вала;

ной двигателем работы подсчитывается электромагнитным счетчиком импульсов 6. Питание всего устройства осуществляется от бортовой сети автомобиля 7. Датчик абсолютного давления (датчик нагрузки) представляет собой быстродействующий преобразователь давления во впусканном трубопроводе в электрическую величину — сопротивление.

Схема датчика приведена на рис. 2. Датчик состоит из двух сильфонов и переменного сопротивления — потенциометра. Эти узлы кинематически связаны между собой. Полость одного из сильфонов находится под давлением 760 мм рт. ст., полость второго сообщается с впускным трубопроводом.

Совместная работа двух сильфонов и перемещение движка потенциометра обеспечивают изменение сопротивления датчика по прямолинейной зависимости. При уменьшении абсолютного давления во впускном трубопроводе и уменьшении барометрического давления сопротивление датчика уменьшается.

Схема электронного устройства приведена на рис. 3. Преобразованный сигнал об изменении давления во впускном трубопроводе двигателя через токозадающий триод  $Tk_4$  поступает в формирующую цепь регулирования ширины импульса ждущего генератора (триода  $Tk_1$  и  $Tk_2$ ).

Длительность импульса генератора

$$\tau \cong R_{\partial am} C_2 \ln 2.$$

С выходного коллектора  $Tk_2$  сформированный импульс через усилитель фазовращателя (триод  $Tk_3$ ) подается на вход трехкаскадного усилителя постоянного тока (триоды  $Tk_5$ ,  $Tk_6$ ,  $Tk_7$ ). Нагрузкой последнего мощного триода (типа П-210) является обмотка электродвигателя.

Для повышения стабильности и надежности, а также увеличения помехозащищенности схемы на базы выходного триода генератора  $T_{K2}$  и выходного триода усилителя подается фиксированное смещение от генератора запирающего смещения, выполненного на триодах  $T_{K8}$  и  $T_{K9}$ .

При конструировании прибора был применен электродвигатель типа ДПМ-30. Для подсчета количества импульсов, пропорциональных эффективной работе двигателя, используется счетчик импульсов ИС-100.

Удельный расход топлива определяется следующим образом. Выбираются участок измерения и условия движения автомобиля (передача, скорость, нагрузка). Перед началом испытаний при подъезде к участку измерения устанавливается выбранная скорость движения; питание двигателя переводится на забор топлива из мерного бачка. Включая прибор для измерения работы, отмечают уровень начала расхода топлива. Выключение прибора производится при израсходовании двигателем определенного количества топлива ( $0,5$ ,  $1,0$ ,  $2,0$  л) в зависимости от режима работы. Расчет удельного расхода топлива производится на основании зависимости

$$g_e = \frac{V_k \gamma_m}{A} = \frac{V_k \gamma_m}{kn'},$$

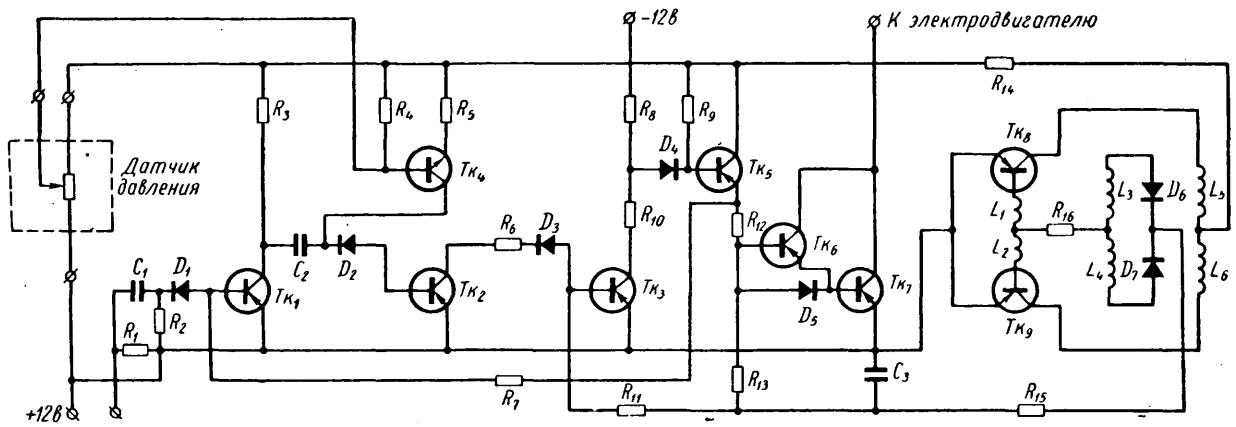


Рис. 3

где  $V_k$  — объем израсходованного топлива в мл;

$\gamma_m$  — удельный вес топлива в г/мл;

*к* — цена деления счетчика в л.с.ч.;

$n'$  — число импульсов счетчика за время измерения.

Предположим, что на участке измерения при скорости движения автомобиля 50 км/ч двигатель ЗИЛ-130 израсходовал 500 мл топлива. Показание счетчика равно 1250 импульсов

Цена деления одного импульса счетчика соответствует эффективной работе  $1 \times 10^{-3}$  л.с.ч. Тогда удельный расход топлива определится как

$$g_e = \frac{V_{\text{к}1m}}{\kappa n'} = \frac{500 \cdot 0,725}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1250} = 290 \text{ г/л. с. ч.}$$

На основании имеющихся данных значений эффективной работы двигателя и удельного расхода топлива возможно в дальнейшем определение средней потребляемой мощности двигателя на данном режиме движения и расхода топлива на 100 км пути.

Применение метода оценки экономичности двигателя по удельному расходу топлива в условиях дорожных испытаний позволяет сопоставить эксплуатационную экономичность двигателя с результатами его лабораторно-стендовых испытаний.

Прибор отличается простотой конструкции, небольшими габаритами (200×150×120 мм), установка его возможна в любом удобном для наблюдения месте кабине автомобиля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ленин И. М. Теория автомобильных двигателей. Машгиз, 1958.
2. Ленин И. М., Покровский Г. П., Федоров П. В. «Автомобильная промышленность», 1965, № 3.

УДК 629.113:62—19

## Об оценке эксплуатационной надежности автомобиля

Канд. техн. наук Е. С. КУЗНЕЦОВ  
НИИАТ

**В** ДИРЕКТИВАХ ХХIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966—1970 гг. в качестве одного из важнейших направлений развития промышленности указывается необходимость увеличения надежности и долговечности машин, приборов и оборудования.

В связи с этим особое значение приобретает система и методика оценки надежности производимых автомобилей. Основой подобной системы должна быть предпосылка о необходимости нормировать еще в период составления задания на проектирование основных показателей надежности: уровень безотказности, ресурс, затраты (или трудоемкость) на техническое обслуживание и ремонт, периодичность технического обслуживания и т. д. Исходя из этих показателей, которые должны гарантироваться изготовителем, назначается отпускная цена на продукцию. Естественно, что подобная предпосылка требует своевременной оценки конструкции автомобиля, установления степени соответствия нормированных и фактических показателей надежности.

Рассмотрим методику и систему оценки надежности автомобилей на примере одного из свойств, характеризующих надежность — эксплуатационной технологичности (ремонтопригодности). При этом под эксплуатационной технологичностью понимается степень приспособленности конструкции автомобиля, прицепа, агрегата или узла к выполнению с наименьшей трудоемкостью необходимых операций по предупреждению (техническое обслуживание) и устранению (ремонт) неисправностей и отказов с целью поддержания долговечности и безотказности автомобиля, прицепа, агрегата или узла на заданном уровне.

Предлагаемое определение эксплуатационной технологичности не противоречит определению ремонтопригодности, а дополняет его и является более точным, так как затраты или трудоемкость технического обслуживания и ремонта определяются не вообще, а для заданных уровней безотказности и долговечности автомобилей, на которые режим профилактики оказывает существенное влияние.

Эксплуатационная технологичность является частью общей надежности. Обобщающей количественной оценкой эксплуатационной технологичности является трудоемкость (стоимость) технического обслуживания и текущего ремонта, отнесенная к единице пробега (или транспортной работы) при заданном уровне долговечности и безотказности в данных условиях эксплуатации.

Значение эксплуатационной технологичности состоит в том, что она определяет потребность подвижного состава автомобильного транспорта в производственно-технической базе, рабочей силе и эксплуатационных материалах.

Однако определить удельную трудоемкость в период проектирования автомобилей или их испытания трудно или из-за отсутствия образцов автомобилей, или в связи с ограниченностью времени и объектов испытания. Вместе с тем ценность подобной оценки особенно велика именно в период создания и испытания автомобилей. В ряде отраслей промышленности, например авиации, определению и нормированию затрат на техническое обслуживание и ремонт еще при проек-

тировании уделяется большое внимание [1]. Известна попытка создания стандарта в ЧССР по оценке приспособленности автомобилей к техническому обслуживанию и ремонту [2].

НИИАТом на основании проведенных исследований и опыта оценки конструкций автомобилей разработана в 1964—1965 гг. поэтапная система оценки эксплуатационной технологичности автомобилей, основанная на сравнении образца и прототипа, который призван заменить новый автомобиль (см. таблицу). В качестве прототипа могут использоваться также образцы зарубежных автомобилей, находящихся на уровне мировой автомобильной промышленности.

Для сравнения используются следующие критерии:

- 1) общая удельная трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта;
- 2) трудоемкость выполнения характерных операций технического обслуживания или текущего ремонта;
- 3) периодичность выполнения технического обслуживания и частота (периодичность) возникновения отказов и неисправностей;
- 4) число мест, подлежащих обслуживанию;
- 5) число мест крепления агрегатов и узлов, подлежащих снятию;
- 6) условия доступа к местам технического обслуживания и ремонта;
- 7) необходимость выполнения дополнительных работ при обслуживании или ремонте (предварительное снятие узлов, агрегатов, механизмов, отсоединение проводки, тяг, шлангов, ремней и т. д.);
- 8) номенклатура топлив, смазочных материалов и жидкостей;
- 9) необходимость применения специального инструмента, оборудования и приспособлений;
- 10) унификация стандартных деталей (крепежные детали, прокладки, подшипники), узлов, агрегатов и др.

Основными критериями являются первые три, но именно их и труднее всего определить в период создания или испытания автомобилей. Поэтому в начальный период приходится пользоваться частными критериями, каждый из которых характеризует те или иные стороны эксплуатационной технологичности. Так, например, если конструкция узлов трения не изменилась, а число узлов трения возросло или снизилось, то это неминуемо приводит к соответствующему изменению удельной трудоемкости смазочных работ. Так, например, у легковых автомобилей число смазочных операций (смазка шасси через пресс-масленки), приходящихся на 1000 км пробега, изменяется от 0,2 до 18, а грузовых от 2,5 до 20. Проведенные наблюдения показывают, что средняя трудоемкость выполнений одной смазочной операции примерно одинакова (20—40 сек) и поэтому знание числа мест смазки у новой конструкции автомобиля позволяет судить об изменении трудоемкости смазочных работ. Кроме того, эти данные свидетельствуют о возможности значительного снижения трудоемкости смазочных работ автомобилей.

Число мест крепления агрегатов влияет на трудоемкость демонтажно-монтажных работ. Например, при сравнении двух автомобилей оказалось, что число мест крепления 24 агрегатов

Этапы оценки и их цель	Время проведения	Организации, проводящие испытания	Объекты испытания	Критерии оценки эксплуатационной технологичности	Источники получения информации
I. Предварительная поагрегатная оценка изменения эксплуатационной технологичности нового автомобиля по сравнению с прототипом	1. Стадия проектирования 2. Доводка конструкции (заводские испытания) 3. Государственные испытания	1. КБ и лаборатории заводов-изготовителей 2. НИИ транспорта и промышленности, участвующие в государственных испытаниях	Опытные образцы	1. Число мест обслуживания и ремонта и условия доступа 2. Периодичность техобслуживания 3. Необходимость проведения дополнительных работ 4. Число мест крепления и вес агрегатов 5. Номенклатура горючесмазочных материалов и др.	1. Проект завода-изготовителя 2. Расчетная проектная трудоемкость техобслуживания и ремонта 3. Гарантированные заводом межремонтные пробеги агрегатов 4. Заводская инструкция 5. Опытные техобслуживания и наблюдения при госиспытаниях
II. Уточнение предварительной оценки путем определения трудоемкости характерных работ техобслуживания и ремонта	1. Государственные испытания (при выделении специальных образцов автомобилей) 2. Опытная эксплуатация	1. НИИ транспорта и промышленности, участвующие в госиспытаниях 2. Экспериментальные производственные автомобильные хозяйства и опытные автохозяйства	1. Опытные образцы 2. Образцы установочной партии	1. Уточненные критерии этапа I 2. Трудоемкость в выполнении характерных работ техобслуживания и ремонта	1. Материалы этапа I 2. Хронометражные наблюдения при техобслуживании и ремонте 3. Трудоемкость, определенная микрорегионами нормативами
III. Оценка эксплуатационной технологичности по величине удельной (на 1 км или 1 ткм) трудоемкости (стоимости) техобслуживания и ремонта	1. Опытная эксплуатация 2. Массовая эксплуатация	1. НИИ транспорта и промышленности 2. Экспериментальные производственные автомобильные хозяйства и опытные автохозяйства	Образцы массового производства	1. Уточненные критерии этапов I и II 2. Удельная стоимость, трудоемкость техобслуживания и ремонта (на 1 км, 1 ткм)	1. Материалы этапов I и II 2. Данные опытной эксплуатации; рациональные ремесла техобслуживания; частота отказов и неисправностей; стоимость техобслуживания и ремонта

и механизмов составляет 536 и 754 (100 и 140%), а трудоемкость демонтажно-монтажных работ соответственно 1179 и 1780 чел.-мин. (100 и 150%). Таким образом, целесообразность поэтапной оценки определяется необходимостью как можно более раннего определения эксплуатационной технологичности и сложностью исчерпывающего определения эксплуатационной технологичности в период проектирования и испытания автомобилей.

Этап I состоит в предварительной поагрегатной оценке тенденций изменения эксплуатационной технологичности нового автомобиля по сравнению с прототипом. Этап I может быть выполнен (частично) как на стадии проектирования, когда необходимо и можно сравнивать автомобили по числу предусмотренных конструкцией мест регулярного обслуживания (смазки, крепления, регулировки), унификации узлов, агрегатов, деталей, весу агрегатов и т. д., так и в стадии доводки и государственных испытаний. Количественными характеристиками этапа I могут являться отношение числа мест обслуживания у автомобиля-образца и прототипа, отношение периодичностей технического обслуживания и т. д., которые могут быть обобщены с помощью, например, балльной системы оценки [3]. Для предварительной оценки эксплуатационной технологичности используются гарантированные заводами величины трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта, а также межремонтные пробеги агрегатов, которые уточняются на последующих этапах.

К моменту проведения государственных испытаний должен быть разработан проект заводской инструкции по уходу и эксплуатации автомобилей, который содержит рекомендуемые виды, периодичность и перечень операций технического обслуживания; рекомендуемые виды топлив, смазочных материалов и жидкостей; регулировочные данные по конструктивно новым агрегатам и узлам; сведения по расчетной трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта и гарантированные заводом минимальные межремонтные пробеги агрегатов.

Этап II состоит в уточнении предварительной оценки путем определения фактической трудоемкости характерных работ технического обслуживания и ремонта. Если на этапе I основные работы проводятся на отдельных образцах, проходящих заводские, межведомственные или государственные испытания, то в течение этапа II оценка проводится в период опытной эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта преимущественно в экспериментально-производственных, опытных или опорных хозяйствах под наблюдением НИИ автомобильного транспорта и промышленности.

При оценке на этапах I и II нет практической необходимости проводить работу по всем операциям текущего ремонта и технического обслуживания: надо выбрать главные, характерные операции по трудоемкости, частоте повторяности, а также затруднениям, встречающимся при техническом обслуживании и ремонте. Опыт НИИАТ показал, что подобные характерные операции охватывают примерно 60—70% второго

технического обслуживания, а к характерным операциям текущего ремонта, которые определяют приспособленность конструкции автомобиля к ремонту, следует относить прежде всего демонтажно-монтажные как наиболее трудоемкие. Естественно, что перечень выполненных при оценке работ должен быть постоянным у прототипа и образца, а сами работы должны выполняться в одинаковых условиях.

На этапе III в процессе опытной эксплуатации устанавливаются или уточняются периодичности операций технического обслуживания и возникновения неисправностей и отказов, что с учетом данных по трудоемкости, полученных на этапе II, позволяет определить удельную трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта и сравнить полученные данные с теми, которые гарантировались заводом при проектировании автомобиля и назначении отпускной цены. В зависимости от результатов этого сравнения отпускная цена может измениться. Как следует из таблицы, предлагаемая методика и система оценки эксплуатационной технологичности позволяют последовательно получить, накопить и систематизировать количественные данные, объективно характеризующие не только эксплуатационную технологичность, но по существу также безотказность и долговечность (этап III) подвижного состава автомобильного транспорта.

Применение методики, особенно ее первых этапов, позволит оперативно получать сведения о приспособленности автомобилей и разрабатывать перманентные мероприятия по ее совершенствованию не только в период проектирования и испытания автомобилей, но также и за счет текущей модернизации.

В зависимости от возможности осуществления на различных стадиях проектирования и производства, а также стоимости или потребности в специальных материалах, мероприятия по совершенствованию эксплуатационной технологий автомобилей можно условно подразделить на три группы:

1. Мероприятия, не требующие специальных материалов или совершенствования технологии производства, а только рациональных с позиций эксплуатационной технологичности конструктивных решений. К подобным мероприятиям относятся: устранение недостатков, связанных с затрудненным доступом к местам регулярного обслуживания и ремонта (например, опорам двигателя, местам регулировки натяжения ремней, генератору, стартеру и т. д.). Устранение недостаточной унификации стандартных элементов конструкции (крепежных деталей, подшипников, прокладок, пробок, уплотнений, приборов электрооборудования и др.).

Характерной особенностью этой группы мероприятий является то, что они сравнительно просто осуществляются в стадии проектирования и доводки при условии наличия информации у конструктора по соответствующим недостаткам, выявленным в процессе эксплуатации автомобилей. Иными словами, здесь особенно важно иметь обобщенный опыт эксплуатации, суммированный в соответствующих требованиях к конструкции автомобилей.

После начала производства за счет текущей модернизации многие из недостатков первой группы устраняются с большим трудом, так как связаны с изменением конструкции самих агрегатов.

2. Мероприятия, не требующие существенного изменения конструкции или компоновки автомобиля или агрегата в целом (по-агрегатные или по-узловые). К этой группе необходимо отнести устранение недостаточной прочности или износостойкости отдельных деталей или пар трения (введение иных режимов механической или термической обработки; изменение материала, например, накладок тормозных колодок и фрикционного диска сцепления и др.); замена некоторых узлов, агрегатов без изменения общей конструкции и присоединительных размеров; применение более надежных комплектующих изделий; использование самоконтрящихся крепежных деталей, узлов трения, не требующих частой смазки (шарниры рулевых тяг, выжимной подшипник сцепления, подшипники водяного насоса) или системы централизованной смазки, саморегулирующихся механизмов, более совершенных фильтров (воздушных, топливных, масляных) и др. Весьма эффективным является улучшение качества масел, смазок.

Важной и характерной особенностью мероприятий второй группы является возможность их осуществления практически в любой стадии производства, в том числе и при текущей модернизации.

Примерами подобных мероприятий могут служить применение резиновых опор концов передних рессор автомобиля ЗИЛ-164А; переход на автомобиле ЗИЛ-130 к уширенным накладкам тормозных колодок задних колес, что увеличило эффективность тормозов и несколько снизило износ накладок; применение более надежного крепления боковых крышек редуктора и другие, осуществленные в период производства.

3. Мероприятия, связанные с коренным изменением конструкции автомобиля в целом. Это — большинство способов увеличения долговечности агрегатов и механизмов, а также изменения компоновки автомобиля. Так, например, при одинаковой конструкции двигателя компоновка автомобиля по схеме «кабина над двигателем» с опрокидывающейся кабиной снижает трудоемкость технического обслуживания двигателя примерно на 25%, но связана с полной перекомпоновкой автомобиля. Примером полного конструктивного изменения узла или агрегата являются V-образные двигатели, обладающие повышенной по сравнению с рядными долговечностью, а также использование гидротрансмиссии колесных передач и др.

Характерно, что первые две группы мероприятий, влияющих на 60—70% всех затрат, связанных с техническим обслуживанием и текущим ремонтом автомобилей, могут быть осуществимы на основании данных, полученных на этапах I и II оценки эксплуатационной технологичности.

## Выводы

1. Определение фактической эксплуатационной надежности автомобилей и механизмов имеет большое народнохозяйственное значение и должно основываться на нормировании основных показателей надежности при проектировании и применении соответствующей методики и системы оценки.

2. Для своевременного и оперативного получения конструкторами сведений о фактической надежности и ее элементов целесообразна поэтапная система оценки эксплуатационной надежности, начиная со стадии проектирования и государственных испытаний до опытной и массовой эксплуатации автомобилей включительно.

3. Поэтапная оценка в отличие от сбора данных массовой эксплуатации позволяет своевременно выявить соответствующие недостатки конструкции автомобилей и разрабатывать перманентные мероприятия по совершенствованию конструкции автомобилей как в период проектирования и испытания, так и при текущей модернизации автомобилей.

4. Данная классификация мероприятий по улучшению, эксплуатационной технологичности как элемента надежности автомобилей, из которой следует, что значительная их часть может быть осуществима или в стадии проектирования при наличии необходимой информации, получение которой предусмотрено этапом I (см. таблицу) методики оценки (первая группа), или без существенного изменения конструкции и компоновки автомобилей и агрегатов (вторая группа мероприятий) за счет текущей модернизации автомобилей.

## ЛИТЕРАТУРА

- Смирнов И. И. Эксплуатационная технологичность самолетных конструкций. Оборонгиз, 1963.
- František Kolářík, «Silnicna doprava», 1965, 13, № 11.
- Ипатов М. И. Технико-экономическая оценка конструкции автомобилей при проектировании (грузовые автомобили). Машгиз, 1963.

УДК 629.113:62—592.001.5

# Работа сил трения в тормозных механизмах автомобиля и ее воспроизведение при стендовых испытаниях

**Ю. И. КОСТЕРИН, И. И. ВАСИЛЬЕВ, Ю. В. МАРУЛИН**

Всесоюзный научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт асbestosовых технических изделий

ИСПЫТАНИЯ натурных тормозных механизмов автомобиля, проводимые на стационарных испытательных установках инерционного типа (стендах), дают возможность получить интересующие конструктора, исследователя или потребителя данные о качестве тормозного механизма или его отдельных деталей на фоне практически реального процесса торможения и при небольших затратах времени и средств.

Одним из первых условий осуществления этой возможности является сохранение равенства работ трения, совершаемых в тормозном механизме стенда и соответствующем механизме автомобиля при торможении [1, 2].

Однако работа трения может определяться с учетом известного коэффициента перераспределения нагрузки по осям лишь в том случае, когда торможение производится при идеальном использовании сцепного веса [3, 4].

Таким образом, коэффициент перераспределения нагрузки по осям при торможении необходимо учитывать только при выборе мощности тормоза для данного автомобиля, а для Вологодской областной универсальной научной библиотеки

определения работы тормоза надо знать коэффициент распределения работы торможения.

Рассмотрим вопрос об особенностях работы отдельных механизмов при торможении. Допустим, что автомобиль весом  $G_a$  кг, оборудованный четырьмя тормозными механизмами (по два на каждой оси), производит торможение до полной остановки с начальной скоростью  $v_1$ . Очевидно, что кинетическая энергия автомобиля  $K_a = \frac{G_a v^2}{2g}$ , где  $v$  — скорость в м/сек, расходится за счет работы сил трения в тормозных механизмах  $A_m$  и за счет работы, совершаемой силами сопротивления  $A_c$  (аэродинамического сопротивления, трения шин о дорогу и т. д.). Естественно, что

$$K_a = A_m + A_c. \quad (1)$$

Общая работа сил трения в тормозных механизмах равна сумме работ трения в отдельных тормозных механизмах автомобилей

мобиля. Полагая равенство работ сил трения в правых и левых колесах, можем записать

$$A_m = 2A_n + 2A_3, \quad (2)$$

где  $A_n$  — работа сил трения в одном переднем тормозном механизме;

$A_3$  — работа сил трения в одном заднем тормозном механизме.

В общем случае  $A_n \neq A_3$ . Вводя коэффициент распределения работы трения при торможении  $\alpha$ , равный отношению работы сил трения в переднем и заднем колесах, выразим работу сил трения в одном переднем или одном заднем тормозном механизме через общую работу трения.

Очевидно, что

$$A_n = \frac{\alpha A_m}{2\alpha + 2} \quad (3)$$

и

$$A_3 = \frac{A_m}{2\alpha + 2}. \quad (4)$$

В то же время работы  $A_n$  и  $A_3$  могут быть выражены так:

$$A_n = f_n N_n S_m \frac{D_{6,n}}{D_{k,n}} \quad (5)$$

и

$$A_3 = f_3 N_3 S_m \frac{D_{6,3}}{D_{k,3}}, \quad (6)$$

где  $f_n$  и  $f_3$  — средние коэффициенты трения в передних и задних тормозных механизмах;

$N_n$  и  $N_3$  — соответственно общие нормальные усилия прижатия тормозных накладок к барабанам;

$D_{6,n}$  и  $D_{6,3}$  — диаметры тормозных барабанов;

$D_{k,n}$  и  $D_{k,3}$  — диаметры качения передних и задних колес;

$S_m$  — тормозной путь автомобиля.

Полагая для упрощения  $f_n = f_3$ ;  $D_{6,n} = D_{6,3}$ ;  $D_{k,n} = D_{k,3}$ , выразим на основании формул (5) и (6) коэффициент распределения работ трения

$$\alpha = \frac{A_n}{A_3} = \frac{N_n}{N_3}. \quad (7)$$

Выражение (7) показывает, что коэффициент распределения работ трения между передними и задними тормозными механизмами при торможении зависит от общих нормальных усилий прижатия тормозных накладок к барабанам, а следовательно, от конструкции тормозных механизмов.

В отечественной практике наибольшее распространение получили тормозные механизмы с двумя и одной самозаклинивающимися колодками. Согласно работе Н. А. Бухарина [3], общие нормальные усилия прижатия тормозных накладок к барабанам для этих механизмов могут быть выражены соответственно:

для механизма с двумя самозаклинивающимися колодками

$$N = \frac{4qF_q}{1-f}; \quad (8)$$

для механизма с одной самозаклинивающейся колодкой

$$N = \frac{4qF_q}{1-f^2}, \quad (9)$$

где  $q$  — давление в тормозной системе;

$F_q$  — площадь одного тормозного цилиндра;

$f$  — коэффициент трения.

Кроме того, в отечественной практике широкое распространение получили тормозные механизмы двух типов. Тормозные механизмы первого типа (автомобили «Чайка», ЗИЛ-111) устроены так: передние тормозные механизмы имеют две самозаклинивающиеся колодки, а задние тормозные механизмы — одну самозаклинивающуюся колодку. Тормозные механизмы второго типа (автомобиль ГАЗ-51) имеют одну общую самозаклинивающуюся колодку.

Нетрудно убедиться, что коэффициент распределения работ трения в этих двух случаях будет различным и выразится так:

для первого случая

$$\alpha = (1+f) \frac{F_{q,n}}{F_{q,3}}, \quad (10)$$

для второго случая

$$\alpha = \frac{F_{q,n}}{F_{q,3}}, \quad (11)$$

где  $F_{q,n}$  и  $F_{q,3}$  — площади цилиндров соответственно переднего и заднего тормозных механизмов. Формулы (10) и (11) показывают, что при наличии у автомобиля тормозных механизмов различной конструкции распределение работы трения между ними зависит как от фрикционных свойств тормозных накладок, так и от размеров тормозных цилиндров. При оборудовании тормозов одинаковыми тормозными механизмами распределение работ трения зависит только от размеров тормозных цилиндров.

Формулы (10) и (11) убеждают, что распределение работ трения между передними и задними тормозными механизмами при торможении не связано с перераспределением нагрузки по осям.

Изложенное показывает, что, зная конструктивные особенности тормозных механизмов и их расположение в автомобиле, можно, воспользовавшись формулами (3), (4), (10) и (11), определить работу трения, совершаемую в одном переднем или одном заднем тормозном механизме автомобиля, равную которой необходимо совершить при стендовых испытаниях, если на стенде соответственно установлен передний или задний тормозной механизм. Чтобы равенство работ было осуществлено, гасимая при стендовых испытаниях кинетическая энергия должна задаваться с учетом работы сил сопротивления, т. е. сил сопротивления в подшипниках. При выборе кинетической энергии вращающихся масс стенд следует также учитывать и то обстоятельство, что помимо равенства работ при проведении испытаний необходимо сохранить одинаковыми и ряд других параметров, которые определяют специфику процесса трения в тормозном механизме, в частности, начальную скорость при торможении и давление в тормозной системе. В связи с этим наиболее рациональным является воспроизведение необходимой кинетической энергии путем соответствующего подбора инерционных масс стендов.

Учитывая изложенное, можно показать, что момент инерции вращающихся масс стендов, необходимый для воспроизведения равенства работ трения, совершаемых в тормозных механизмах стендов и автомобиля, должен определяться по следующей формуле:

$$J = \frac{2K_c r_k^2}{v^2} = \frac{25,96 r_k^2 S_m \left( fN \frac{D_6}{D_k} + F'_c \right)}{v_1^2}, \quad (12)$$

где  $K_c$  — кинетическая энергия вращающихся масс стендов;

$r_k$  — радиус качения колеса автомобиля;

$S_m$  и  $f$  — соответственно тормозной путь автомобиля и коэффициент трения, определяемые при дорожных испытаниях;

$N$  — нормальное усилие прижатия тормозных накладок к барабану в тормозе, установленном на стенде, определяемое в соответствии с формулами (8) и (9) в условиях определения величины тормозного пути при дорожных испытаниях;

$v_1$  — линейная скорость точки, расположенной на внешнем радиусе качения колеса автомобиля, в  $км/ч$ , наблюдавшаяся при определении тормозного пути в дорожных условиях;

$F'_c$  — сила сопротивления при холостом ходе стендов с начальной скоростью  $v_1$ .

Величина коэффициента трения  $f$  при дорожных испытаниях может быть определена по выражению:

для механизма с двумя самозаклинивающимися колодками

$$f = \frac{\sqrt{1+\beta(1+\beta)} - 1}{1+\beta}; \text{ где } \beta = \frac{K_a - F_c S_m}{8S_m q \frac{D_6}{D_k} F_q};$$

для механизма с одной самозаклинивающейся колодкой

$$f = \frac{\sqrt{1 + 4\beta^2} - 1}{2\beta} ; \quad \text{где } \beta = \frac{K_a - F_c S_m}{8S_m q \frac{D_\delta}{D_K} (F_{q,n} + F_{q,z})},$$

$F_c$  — сила сопротивления при свободном накате автомобиля со скоростью, обусловленной режимом торможения ( $v_i$ ).

Такие величины, как сила сопротивления при свободном накате автомобиля и сила сопротивления при холостом ходе стендса, являются техническими характеристиками этих машин и известны заранее.

В случае необходимости их легко определить, проводя соответствующие испытания. Методически это можно осуществить следующим образом: автомобиль или вращающиеся массы стендса разгоняются до определенной скорости, соответствующей заданной кинетической энергии, и затем измеряется путь пробега автомобиля или число оборотов вращающихся масс до полной остановки при отключенных тормозных механизмах. Силы сопротивления вычисляются по формулам:

$$F_c = \frac{K_a}{S_x}, \quad (13)$$

$$F'_c = \frac{K'_a}{S'_x},$$

где  $S_x$  — путь пробега автомобиля при свободном накате;

$S'_x$  — путь холостого хода стендса.

Проводя определение  $F_c$  и  $F'_c$  при различных скоростях, легко получить зависимости этих величин от начальных скоростей и тем самым установить нужные при правильной организации стендовых испытаний технические характеристики машин.

Такие характеристики для некоторых типов автомобилей приведены на рис. 1.

Чтобы проверить полученные выражения и формулы, а также убедиться в необходимости сохранения равенства работ трения при испытании тормозных механизмов на инерционных стендах, были поставлены соответствующие эксперименты на инерционном стенде СТИН-3 конструкции ВНИИАТИ [1], а также проведены сравнительные дорожные испытания.

Стендовым испытаниям подвергались передние тормозные механизмы автомобилей «Чайка» и ЗИЛ-111 и задний тормозной механизм автомобиля ГАЗ-51. Дорожные испытания проводились на автомобилях указанных марок.

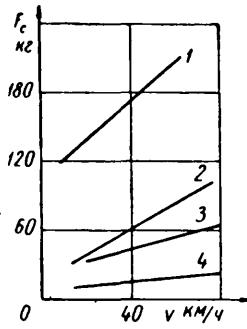


Рис. 1. Зависимости сил сопротивления качению от скорости, определенные на автомобилях и на инерционном стенде СТИН-3:

1 — ГАЗ-51; 2 — ЗИЛ-111;  
3 — «Чайка»; 4 — стенд

Чтобы исключить или значительно ослабить влияние температурного фактора и теплового режима работы тормозных накладок, определяемого не только работой, но и мощностью трения и условиями теплоотвода, эксперименты проводились при температуре тормозных накладок, не превышающей 100°.

Вологодская областная научная библиотека

www.booksite.ru

Были проведены две серии опытов. В первой серии при стендовых испытаниях кинетическая энергия масс выбиралась без учета распределения работы трения в тормозных механизмах, но (как это было принято ранее) с учетом веса, приходящегося на ту или иную ось автомобиля, и коэффициента перераспределения веса по осям при торможении.

Вторая серия опытов была проведена с учетом распределения работы трения в тормозных механизмах при торможении. В этой серии опытов момент инерции вращающихся масс стендса определялся путем расчета по формуле (12).

На рис. 2 приведены зависимости тормозного пути от скорости, характеризующие сопоставимость результатов стендовых (а) и дорожных (б) испытаний тормозных механизмов автомобиля «Чайка» без учета распределения работ трения

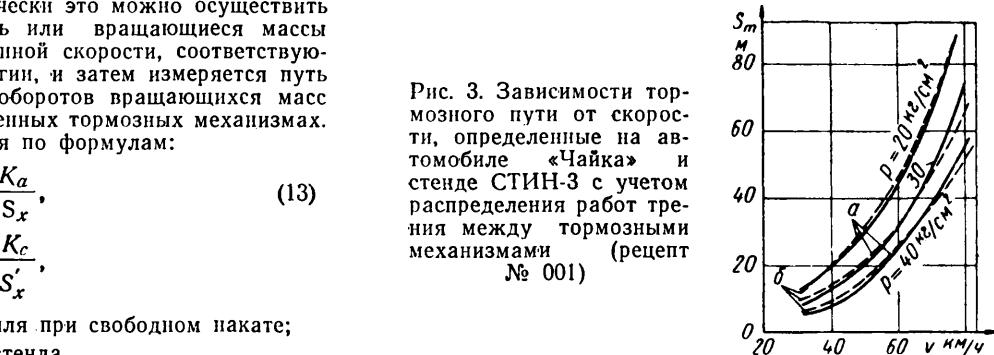
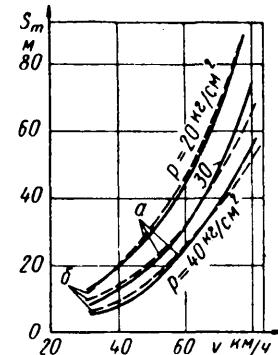


Рис. 3. Зависимости тормозного пути от скорости, определенные на автомобиле «Чайка» и стенде СТИН-3 с учетом распределения работ трения между тормозными механизмами (рецепт № 001)



между тормозными механизмами. Как видно из этого сопоставления, несоответствие работ трения в 30% приводит к тому, что тормозные пути, полученные при испытаниях на стенде и в дорожных условиях оказываются несопоставимыми. Это указывает на неравенство работ, выполняемых тормозными накладками на стенде и в автомобиле.

На рис. 3 приведены зависимости тормозного пути от скорости, характеризующие сопоставимость результатов стендовых (а) и дорожных (б) испытаний, полученных при условии равенства работ трения для тех же тормозных механизмов автомобиля «Чайка». Нетрудно убедиться, что при соотношении работ трения на стенде и в автомобиле, равном 1, условия работы тормозных накладок на стенде и на автомобиле полностью совпадают.

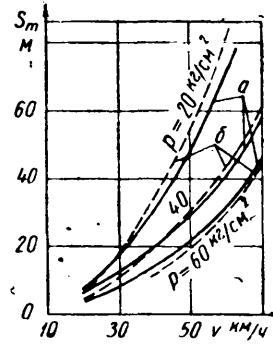


Рис. 4. Зависимости тормозного пути от скорости, определенные на автомобиле ЗИЛ-111 и стенде СТИН-3 с учетом распределения работ трения между тормозными механизмами (рецепт № 002)

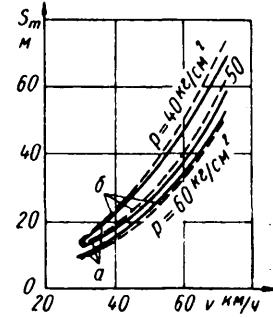


Рис. 5. Зависимости тормозного пути от скорости, определенные на автомобиле ГАЗ-51 и стенде СТИН-3 с учетом распределения работ трения между тормозными механизмами (рецепт № 004)

На рис. 4 и 5 приведены аналогичные зависимости, полученные при условии равенства работ трения, совершенных в тормозных механизмах стендса и автомобиля, для автомобилей ЗИЛ-111 и ГАЗ-51.

Средний коэффициент трения, полученный при испытании на автомобиле «Чайка» и на стенде, равен 0,415 (рецепт № 001); на автомобиле ЗИЛ-111 и на стенде соответственно 0,392 и 0,400 (рецепт № 002); на автомобиле ЗИЛ-111 и на стенде соответственно 0,409 и 0,403 (рецепт № 003); на автомобиле ГАЗ-51 и на стенде соответственно 0,364 и 0,359 (рецепт

№ 004). При испытании автомобиля «Чайка» на стенде без учета а средний коэффициент трения равен 0,460 (рецепт № 001). Коэффициенты трения вычислялись с учетом распределения работ трения в процессе торможения и потерь, обусловленных влиянием побочных сил сопротивления, наблюдавшихся при торможении автомобиля.

Изложенное показывает, что одним из основных условий сопоставимости результатов стендовых и дорожных испытаний автомобильных тормозных механизмов является воспроизведение при стендовых испытаниях равенства работ трения, совершаемых в изучаемом тормозном механизме при торможении на стенде и в дорожных условиях.

Равенство работ может быть достигнуто путем соответствующего подбора момента инерции вращающихся масс стенда, проведенного с учетом распределения работ трения в тормозных механизмах автомобиля при его торможении, конструктивных особенностей тормозного механизма и технических данных автомобиля и инерционного стендса.

Воспроизведение при стендовых испытаниях общего тепло-

вого режима работы изучаемого колесного тормозного механизма, равноценного тепловому режиму работы этого механизма при дорожных испытаниях, дает возможность получить сопоставимые результаты стендовых и дорожных испытаний и в условиях повышенных температур, тем самым обеспечив конструкторам, исследователям и потребителям надежный, дешевый и быстрый способ оценки той или иной конструкции тормозного механизма или качества тормозных накладок.

## ЛИТЕРАТУРА

- Костерин Ю. И., Васильев И. И. О сопоставимости лабораторных, стендовых и эксплуатационных испытаний. Изд-во АН СССР, 1962.
- Carpenter N., «Automobile Engineer», 1957, № 6.
- Бухарин Н. А. Тормозные системы автомобилей. Машгиз, 1950.
- Чудаков Е. А. Расчет автомобиля. Машгиз, 1947.

УДК 629.114.5:629.11.01.5.001.4

## К вопросу о напряженном состоянии кузова автобуса ПАЗ

С. И. ЖБАННИКОВ, В. А. КОЛТУНОВ

Павловский автобусный завод

**К**узов автобуса ПАЗ состоит из шести основных конструктивных узлов: основания, двух боковин, крыши, передней и задней частей. При соединении этих узлов образуется силовой каркас из ряда поперечных и продольных силовых поясов. Панели наружной обшивки повышают жесткость каркаса.

Конструкция кузова несущая, поэтому изучение напряженного состояния кузова автобуса представляет интерес с практической стороны.

Напряженное состояние кузова автобуса ПАЗ характеризуется наличием повышенных напряжений в зоне закруглений боковых оконных панелей и сравнительно высоких напряжений в стойках каркаса боковин. В отдельных местах напряжения превышают 1000 кг/см<sup>2</sup>. Это относится к верхней части панелей в зоне стоек IV, V, VI и нижней части панелей в зоне стоек III, V (см. рисунок).

В эксплуатации эти напряжения снижают долговечность оконных панелей в указанных местах и, в конечном итоге, долговечность кузова в целом.

и стойках каркаса, проведены испытания на кручение опытных кузовов автобуса в различных вариантах исполнения, отличающихся толщиной оконных панелей, конструкцией соединительных косынок, радиусами закруглений оконных панелей, наличием или отсутствием усиленных консолей основания и усиленных накладок оконных панелей кузова, с регистрацией напряжений в отмеченных местах.

На рисунке приведена схема расположения тензометрических датчиков на кузове автобуса (показана более напряженная правая боковина). Датчики, расположенные вертикально, находятся на каркасе кузова, расположенные наклонно — на оконных панелях. Всего на кузов было наклеено 84 датчика.

Для создания нагрузки, соответствующей максимальной в эксплуатационных условиях, кузова при испытаниях загружались балластом, равномерно распределенным по площади пола кузова в количестве, соответствующем 60 пассажирам.

Испытания проводились Павловским автобусным заводом совместно с НАМИ по разработанной и принятой в НАМИ методике. Автобус устанавливался на специальных подставках высотой 500 мм в горизонтальном положении. Кручение осуществлялось опусканием одного из передних колес до его свободного вывешивания и касания противоположным задним колесом пола.

Деформации измерялись тензодатчиками с базой 20 мм и сопротивлением около 180 ом. При этом применялся автоматический измерительный мост АМ-3.

В результате измерений на девяти вариантах кузовов наиболее показательными оказались следующие:

**Вариант 1.** Толщина оконных панелей увеличена до 2 мм и установлены усиленные соединительные косынки, толщиной 2 мм, привариваемые к каркасу дуговой сваркой. Характерным является повышение жесткости соединения стойки с поясами, которое должно привести к снижению напряжений. Закручивание кузова показало, что напряжения в закруглениях панелей действительно несколько снижаются, но одновременно возрастают напряжения в соответствующих им стойках каркаса. Так, в зоне верхней заделки стойки V (датчик 183) напряжения в панели снизились до 1140 кг/см<sup>2</sup> вместо 2000 кг/см<sup>2</sup>, а в самой стойке (датчик 181) — повысились с 400 до 800 кг/см<sup>2</sup>.

То же самое наблюдалось и в зоне верхней заделки стойки VI (датчики 191 и 189) и в других местах.

В целом этот вариант исполнения кузова радикально не уменьшает напряженности панелей.

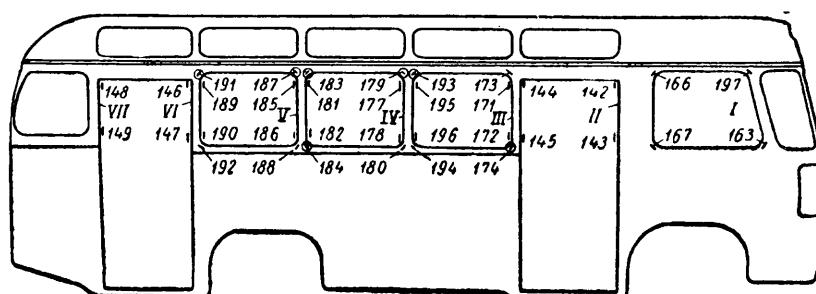


Схема расположения тензометрических датчиков на кузове автобуса (кружками отмечены места повышенных напряжений): I—VII — номера стоек кузова

Указанные выше напряжения определяются: жесткостью заделки стойки в подоконном и надоконном поясах; жесткостью самих стоек; жесткостью консолей основания; жесткостью крыши; конфигурацией оконных панелей.

Стойки каркаса кузова автобуса ПАЗ отштампованы из стального листа толщиной 1,2 мм (толщина дверных стоек 1,5 мм). С наружной стороны точечной сваркой к ним приварены оконные панели толщиной 1,2 мм. С подоконным и надоконным поясами стойки соединяются косынками.

Для определения и устранения в дальнейшем причин, вызывающих повышенные напряжения в панелях оконных проемов

**Вариант 2.** Радиус закруглений оконных панелей увеличен с 65 до 100 мм — соединительные косынки стоек те же, что и в первом варианте. Увеличение радиуса закруглений панелей приводит к увеличению ширины незакрепленной кромки панели и к увеличению напряжений. Так, в зоне стойки IV (датчики 180 и 193) напряжения повысились соответственно с 480 и 1180 до 1220 и 1700 кг/см<sup>2</sup>.

В целом в различных местах панели наблюдается возрастание напряжений в 1,5—2 раза.

**Вариант 3.** В консолях основания кузова отсутствуют усилители. Уменьшение жесткости консолей основания в совокупности с увеличением жесткости заделки стоек в поясах (усиленные косынки варианта 1) и уменьшением ширины незакрепленной кромки панели (радиус закруглений панелей вновь уменьшен до 65 мм) приводят к уменьшению напряжений в боковинах. Так, например, в зоне верхней части стоек V и VI напряжения в панели снизились соответственно с 1860 и 1540 до 1300 и 1000 кг/см<sup>2</sup>. Кроме того, наблюдается равномерное увеличение напряжений по всему каркасу как следствие уменьшения жесткости всего основания при кручении.

**Вариант 4.** Наличием усиливательных накладок на закруглениях панелей и продолжающихся по всей высоте стоек дополняется вариант 3. Усиливателевые накладки приварены к панели точечной сваркой. В совокупности с вариантом 3 уровень напряжений в элементах боковин снижается до пределов, обеспечивающих прочность конструкции, и не превышает 1100 кг/см<sup>2</sup>. Только в отдельных местах напряжения несколько выше 1100 кг/см<sup>2</sup>. Так, по стойке III (датчик 174) напряжения на закруглении оконной лакладки достигают 1180 кг/см<sup>2</sup>, в самой стойке III (датчик 144) 1320 кг/см<sup>2</sup>, по стойке IV (датчик 179) напряжение на закруглении оконной накладки 1160 кг/см<sup>2</sup>.

Проведенное одновременно тензометрирование основания показало, что уменьшение жесткости консолей из-за отсутствия усилителей консолей несколько повышает напряжения при кручении в элементах основания, но ни в одной точке при этом напряжения не достигают допускаемых.

Для оценки крутильной жесткости кузова измерялись углы закручивания. Полный угол закручивания кузова составляет 24 мин, относительный угол закручивания — 3,3 мин/м.

С целью сравнения приводим относительные углы закручивания отечественных и зарубежных автобусов в мин/м:

ПАЗ-652Б . . . . .	4,4
ЛАЗ-695 . . . . .	3,3
ЛИАЗ-158 . . . . .	5,5
Магирус-0-3500-Н . . . . .	4,1

Проведенные лабораторные испытания опытных кузовов автобуса ПАЗ показали необходимость обеспечения соответствия жесткости отдельных элементов кузова при кручении и позволили наметить некоторые мероприятия с целью снижения напряжений в элементах боковин.

## Выходы

1. Консоли основания необходимо выполнять открытыми без усилителей. Целесообразность этого подтверждается многочисленными исследованиями напряженного состояния опытных кузовов, проведенными конструкторским отделом завода совместно с лабораторией несущих систем НАМИ. На основании лабораторных исследований и проверки их износными испытаниями кузовов в дорожных условиях заводом с 1965 г. изъяты усилители из консолей на выпускающихся в настоящее время автобусах ПАЗ-652Б.

2. Для всех стоек кузова необходимо повышать жесткости самой стойки в зоне между подоконным и надоконным поясами и жесткости ее заделки в этих поясах. В условиях завода наиболее целесообразен и экономичен вариант накладных фигурных усилителей, привариваемых к стойкам точечной сваркой. Панель окон приваривается к стойкам, уже имеющим усилители. Именно в этом варианте изготавливаются кузова автобусов ПАЗ-652Б.

3. По элементам (стойки III и IV), в которых напряжения превышают допускаемые, целесообразно получить дополнительную оценку прочности путем длительных эксплуатационных испытаний и при необходимости увеличить местную жесткость.

УДК 629.113:62—585.92.001.2

## Исследование нагруженности балок мостов автомобилей на электрических моделях-аналогах

В. Б. БУЛАНОВ, канд. техн. наук С. И. ПЕШКОВ, канд. техн. наук Г. А. СМИРНОВ, М. В. ФОМИН  
МВТУ им. Баумана

ДО НАСТОЯЩЕГО времени при исследовании нагруженности мостов автомобилей балки мостов рассматриваются состоящими из одной сосредоточенной массы. Это не позволяет учесть влияние конструкции самой балки на нагруженность моста, определить влияние закона распределения масс по длине балки на формы колебаний моста [1], определить относительные перемещения различных сечений балки. Вместе с тем деформации балок ведущих мостов, служащих картерами ряда узлов трансмиссий (главных передач, дифференциалов, полуосей, при управляемых колесах — шарниров равных угловых скоростей и т. п.), свидетельствуют не только о нагруженности самих балок, но и вызывают дополнительные нагрузки в некоторых размещенных в них деталях. Известно, например, что деформации балок ведущих мостов являются одной из причин изгиба даже «полностью разгруженных» полуосей.

Поэтому при исследовании нагруженности мостов автомобилей любым способом, в том числе и с помощью электрического моделирования, необходимо составлять расчетные механические схемы мостов автомобилей, учитывающие конфигурацию, жесткость и распределение масс по длине балок мостов. Наиболее точной является схема с неравномерно распределенной по длине балки моста переменного сечения массой. Однако такое представление во многих случаях может потребовать составления необычайно сложных схем электрических моделей-аналогов, увеличение погрешностей в самой работе

которых не только сведет на нет достигнутую точность в подобии схем, но даже значительно понизит ее вследствие снижения добротности [2]. При решении задачи о нагруженности балки переменного сечения и жесткости с помощью электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ) необходимо составлять и решать большое количество дифференциальных уравнений, большее, чем количество отдельных малых участков, на которые разбивается балка по всей ее длине.

Имея в виду эти замечания, а главным образом, исходя из общей конфигурации, распределения масс мостов автомобилей, относительной жесткости участков самой балки и мест, где сосредоточены узлы колес или главной передачи с дифференциалом, наиболее общую механическую схему можно с достаточной степенью точности представить в виде трех сосредоточенных масс  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$ , соединенных между собой упругими невесомыми брусьями (рис. 1, a). В такой схеме балка моста состоит из четырех участков, имеющих каждый свою приведенную жесткость, момент сопротивления и т. д. Массы здесь заменяют соответственно массу левого колеса со ступицей и относящейся к нему частью балки моста, массу узла главной передачи с дифференциалом и картером ее и массу правого колеса со ступицей и относящейся к нему частью балки моста.

В МВТУ им. Баумана, помимо ранее существовавшего метода определения нагруженности балок мостов автомобилей путем испытаний последних в условиях эксплуатации, разра-

ботаны методы исследования нагруженности балок мостов на электрических моделях-аналогах и с помощью ЭЦВМ. Оба последних метода заменяют обычно сопряженные с целым рядом трудностей эксплуатационные испытания автомобилей, которые необходимо проводить в соответствии с первым методом, а тем самым существенно сокращают по времени и уде-

откуда, имея в виду, что  $G_i = m_i g$  (где  $g = 9,8 \text{ м/сек}^2$  — ускорение силы тяжести), можно составить уравнения для определения величин  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$ . Отдельным взвешиванием определяется  $m_4$  — масса подрессоренных частей, приходящаяся на исследуемый мост. Кроме того, покачивание моста в соответствии с рис. 2, б на двух нитях произвольной длины  $h$  и составление на основе этой схемы дополнительных уравнений статического и динамического равновесия системы позволяют окончательно определить значения всех масс и положение центра тяжести системы.

Соответственно можно определить и приведенные жесткости участков балки, также с некоторым приближением, считая, что жесткости по длине каждого участка, расположенного между двумя соседними точками, обозначенными на рис. 1, постоянны. Тогда жесткость каждого участка между соседними точками  $i-l$  определяется так:

$$c_{il} = \frac{E J_H}{l^3}, \quad (1)$$

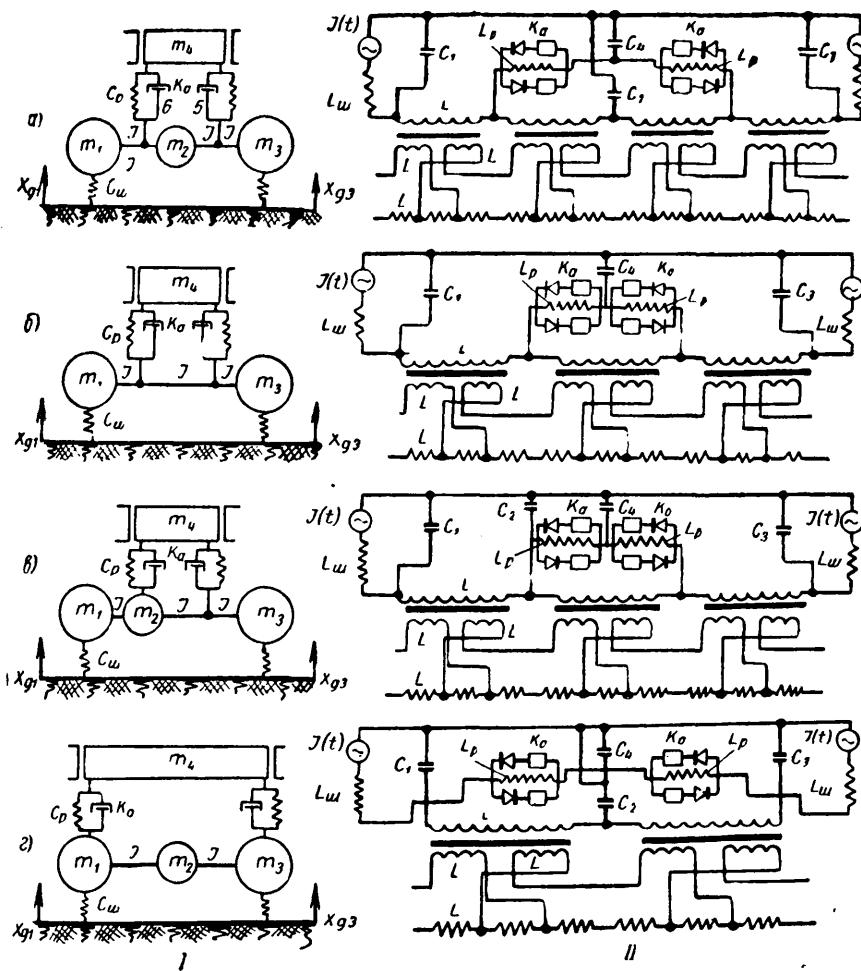


Рис. 1. Виды расчетных схем балок мостов автомобилей:

а — общий случай (средний ведущий мост); б — неведущий мост; в — передний ведущий мост; г — задний ведущий мост (вариант); I — расчетные схемы; II — схемы электрических моделей-аналогов

шевляют способ исследования нагруженности балок мостов автомобилей. В применении к исследованию нагруженности балок мостов автомобилей метод электрического моделирования и метод решения с помощью ЭЦВМ имеют, как показали результаты, примерно одинаковое количество преимуществ и недостатков, главные из которых известны из общетеоретической литературы. Так, например, решение с помощью ЭЦВМ более точно, чем решение с помощью электрического моделирования. Однако электрическое моделирование работы балки позволяет тут же в процессе исследования изменять вводимую функцию (в данном случае кинематическое возбуждение) и наблюдать изменение измеряемых параметров.

Схема электрической модели-аналога, соответствующая наиболее общей механической схеме, может быть получена по второй системе электрических аналогов общим методом построения электрических моделей изгибающихся стержневых систем — соединением восьмиполюсников, эквивалентных отдельным изгибающимся участкам (рис. 1).

Определение масс может быть выполнено как экспериментальным путем, так и (с некоторым приближением, допускаемым в проектно-конструкторской работе) расчетным графоаналитическим путем с учетом веса отдельных деталей ранее выполненных конструкций.

При экспериментальном методе производится взвешивание всего моста, а также взвешивание в соответствии с рис. 2, а,

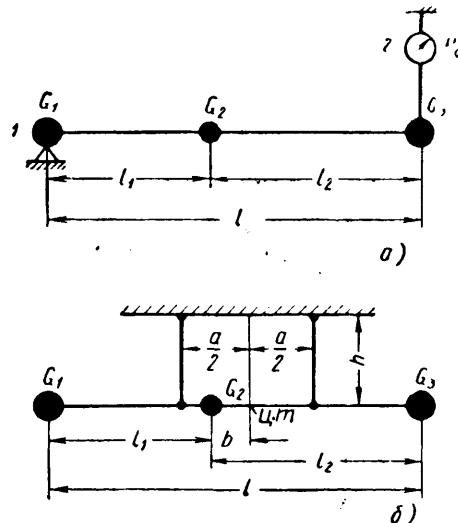


Рис. 2. Расчетные схемы для определения распределения масс по длине балки моста:

а — схема взвешивания; б — схема для определения периода колебаний

где  $E$  — модуль упругости материала в  $\text{kг}/\text{см}^2$ ;  $J_{il}$  — приведенный момент инерции сечения участка, указанного в индексах, в  $\text{см}^4$ .

Приведенные моменты инерции на каждом участке балки определяются из условия равенства прогибов концов двух консольных балок, имеющих постоянную и переменную по длине жесткость. Прогибы при этом определяются методом Верещагина [3].

Если представить профиль дороги в виде, например, синусоиды  $X_\theta = A \sin \omega t$ , то можно определить скорость вертикального перемещения шины при подъеме на дорожную неровность  $X = A \omega \cos \omega t$ , откуда, исключая частоту  $\omega$ , получаем  $\dot{X} = A 2 \omega f \cos(2 \omega t)$ , где  $f$  — частота, зависящая от скорости движения автомобиля, в  $\text{гц}$ . Тогда, задавая скорость движения автомобиля, можно получать частоту возмущения, а также скорость вертикального перемещения шины, которая будет моделироваться источником напряжения  $U(t)$ . Для всех последующих расчетов необходимо установить масштабы моделирования. В качестве примера рассмотрим систему с одной степенью свободы, дифференциальное уравнение динамического равновесия которой имеет вид

$$m_i \frac{d^2 v_i}{dt^2} + S_i v_i + \frac{1}{e_i} \int v_i dt = Q_i(t), \quad (2)$$

где  $m_i$  — масса моделируемого элемента механической системы;  
 $v_i$  — скорость перемещения данного элемента;  
 $S$  — сопротивление трения;  
 $e_i$  — податливость упругого элемента;  
 $Q_i$  — сила, действующая на элемент механической системы;  
 $i$  — порядковый номер массы.

Тогда соответствующее уравнение для модели запишется так:

$$G_i \frac{dU_i}{dt} + g_i U_i + \frac{1}{L_i} \int U_i dt = I_i(t), \quad (3)$$

$C_i$  — емкость;  
 $U_i$  — напряжение;  
 $I_i$  — сила тока;  
 $L_i$  — индуктивность;  
 $g_i$  — омическая податливость.

Количество пар уравнений такого вида должно быть равно количеству масс, на которые условно разделена масса моста автомобиля. Так как модель является аналогом механической системы, то отношения всех величин, входящих в эти уравнения, должны выражаться с помощью констант подобия (или масштабов моделирования)  $N$ . Обозначим  $\frac{m_i}{C_i} = N_C$ ;

$$\frac{e_i}{L_i} = N_L; \quad \frac{S_i}{g_i} = N_g; \quad \frac{Q_i}{I_i} = N_I; \quad \frac{t_m}{t_s} = N_t$$

( $t_m$  — время протекания механического процесса;  $t_s$  — время протекания электрического процесса);  $\frac{v_i}{U_i} = N_U$ ;

$$\frac{\omega_{\mu_i}}{\omega_{\theta_i}} = N_\omega \quad (\omega_{\theta_i} \text{ — круговая частота электрического процесса}).$$

Теперь уравнение, составленное для модели, можно переписать следующим образом:

$$\begin{aligned} & \frac{N_l N_I}{N_C N_U} C_i \frac{dU_i}{dt} + \frac{N_I}{N_g N_U} g_i U_i + \\ & + \frac{N_L N_I}{N_U N_t} \frac{1}{L_i} \int U_i dt = I_i(t). \end{aligned}$$

Чтобы оба уравнения, описывающие модель, были тождественны, надо сократить входящие в них группы констант подобия, что возможно при удовлетворении следующих условий:

$$\begin{aligned} & \frac{N_l N_I}{N_C N_U} = 1; \\ & \frac{N_I}{N_g N_U} = 1; \\ & \frac{N_L N_I}{N_U N_t} = 1. \\ & N_\omega N_t = 1. \end{aligned} \quad (4)$$

Эти соотношения между масштабами необходимо строго выдерживать при расчете параметров модели, причем три любых масштаба из семи можно выбрать произвольно, а остальные определяются из выражений (4).

Если теперь рассмотреть уравнения, относящиеся к любому из восьмиполюсников, составляющих модель, и ввести туда константы подобия, то нетрудно получить зависимости, позволяющие полностью рассчитывать все параметры электрической модели-аналога:

$$N_C = \frac{m_i}{C_i} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{сек}^2/\phi;$$

$$N_L = \frac{e_i}{L_i} \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1}/\text{гн};$$

$$N_U = \frac{v_i}{U_i} \text{ м} \cdot \text{сек}^{-1}/\text{в};$$

$$N_t = \sqrt{N_L N_C};$$

$$N_g = \frac{N_t}{N_L} \text{ гн/м} \cdot \text{кг}^{-1};$$

$$R = \frac{N_g}{k_a} \text{ ом};$$

$$N_\omega = \frac{1}{N_t};$$

$$N_n = 1 \text{ 1/см};$$

$$l'_{il} = \frac{l_{il}}{6EI_{il}N_I} \text{ гн (рис. 1, б)},$$

где  $R$  — омическое сопротивление;  
 $k_a$  — коэффициент затухания колебаний в амортизаторе рессоры;  
 $l_{il}$  — длина упругого участка балки моста с моментом инерции поперечного сечения  $J_{il}$ ;  
 $E$  — модуль упругости.

Для многомассовой системы, какой является мост автомобиля, масштабы выбираются точно так же. При этом выбор масштабов ведется по базисным участкам. Каждый базисный участок как механической системы, так и электрической модели рассматривается как автономная колебательная система с одной степенью свободы [1, 2].

В качестве примера была исследована нагруженность балки переднего ведущего моста автомобиля ЗИЛ-157 (рис. 1, б). Масштабы  $N_C$ ,  $N_L$  и  $N_U$  были заданы таким образом, чтобы уложиться в диапазон индуктивных и емкостных элементов блоков моделирующей установки и не выйти за диапазон частот звукового генератора, имитирующего нагрузку.

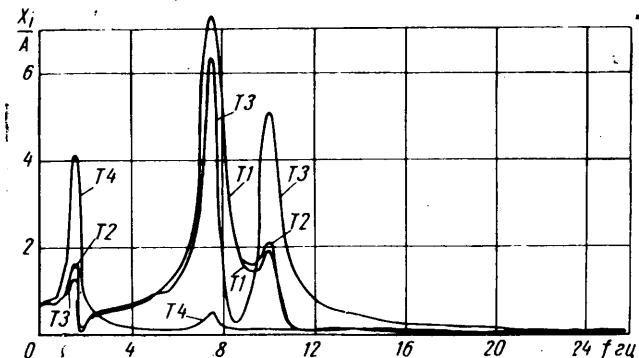


Рис. 3. Амплитудно-частотные характеристики перемещений балки переднего ведущего моста автомобиля ЗИЛ-157, полученные электрическим моделированием:  
 $T_1-T_4$  — перемещения точек, соответствующих массам 1—4

По полученным параметрам на стенде была набрана модель-аналог. Затем, задавая частоту возмущения, каждому значению которой соответствовало определенное значение напряжения  $U(t)$ , подводимого к модели, и производя измерения в местах, соответствующих заданным сечениям балки, получили амплитудно-частотные характеристики перемещений и напряжений в различных сечениях балки моста.

В качестве примера на рис. 3 приведены амплитудно-частотные характеристики перемещений и напряжений в различных сечениях балки переднего моста автомобиля ЗИЛ-157, полученные указанным способом.

По найденным значениям абсолютных перемещений масс и точек 5—6 балки моста можно определить упругую линию балки, а затем построить эпюру изгибающих моментов и, пользуясь формулами сопротивления материалов [3], определить напряжения в опасных сечениях.

Например, как показали расчеты, сделанные по перемещениям точек балки того же переднего моста автомобиля ЗИЛ-157, найденным с помощью электромоделирования, наиболее опасным сечением балки этого моста является сечение, расположенное на участке 1—2 возле опорной площадки рессоры.

Для проверки предлагаемого метода в МВТУ им. Баумана были проведены испытания балки переднего моста автомобиля ЗИЛ-157 в условиях эксплуатации и на стенде.

В табл. 1 и 2 приведены данные по частотам и напряжениям, полученные электрическим моделированием и в результате эксперимента. Это сравнение свидетельствует о достаточной точности предлагаемого метода. Кроме того, зная амплитудно-частотные характеристики перемещений различных сечений балки моста, можно построить формы колебаний последнего, что очень важно при оценке жесткости балки ведущего моста с точки зрения нагружения изгибом его полуосей.

Таблица 1

Частота собственных колебаний балки в гц	
Моделирование	Эксперимент
1,6	1,25-2,21
7,5	5,0-8,6
10,0	11,9

Таблица 2

Дорожные условия	Напряжения в балке в кг/см <sup>2</sup>	
	Моделирование	Эксперимент
Асфальтированное шоссе ( $A=1$ см)	1045	1130
Булыжное шоссе ( $A=3$ см)	1660	1440
Лесная дорога ( $A=5,7$ см)	2740	2500
Пашня ( $A=10$ см)	3800	3750

Предлагаемый метод исследования может быть распространен на все типы балок как ведущих, так и неведущих (поддерживающих) мостов автомобилей, выпускаемых промышленностью.

## Выходы

1. В работе предложена и разработана методика исследования процессов работы балок мостов автомобилей на электрических моделях-аналогах, позволяющая быстро, просто и с достаточной степенью точности определять как перемещения масс моста, так и напряжения, возникающие в поперечных сечениях балки.

2. Электрические модели-аналоги позволяют достаточно просто и быстро анализировать влияние изменения не только амплитуды и частоты внешнего воздействия, но и различных параметров балок мостов на их нагруженность, что может быть использовано при проектировании и проверке этих тяжелонагруженных и ответственных узлов автомобилей.

## ЛИТЕРАТУРА

- Смирнов Г. А., Буланов В. Б., Пешков С. И., «Известия вузов». «Машиностроение», 1965, № 2.
- Тетельбаум И. М. Электрическое моделирование. Физматгиз, 1958.
- Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. Физматгиз, 1962.

УДК 629.114.2:621.314.22.08

## Измерение крутящего момента на полуоси с помощью вращающегося трансформатора

Г. М. АНИСИМОВ, С. Г. ЖЕНДАЕВ

Лесотехническая академия им. С. М. Кирова

ИЗМЕРЕНИЕ крутящего момента при исследовании работы автомобилей и тракторов в производственных условиях находит все более широкое применение. Для этой цели в настоящее время чаще используется тензионизмерительная аппаратура. Однако такая аппаратура имеет ряд недостатков: она сложна, не стабильна в работе, громоздка и дорого стоит.

При измерении крутящего момента величина тока в измерительной диагонали проволочного преобразователя сопротивления не превышает нескольких десятков микроампер, а величина изменения сопротивления преобразователя в зависимости от изменения напряжения исследуемой детали очень мала. Это предъявляет очень высокие требования к токосъемному устройству: изменение величины переходного сопротивления токосъемника должно быть меньше величины изменения сопротивления активного проволочного преобразователя в несколько десятков раз [1].

При исследовании работы машин в тяжелых условиях (например, на лесосеке) важно разместить аппаратуру и источники питания непосредственно на испытуемой машине. Это обеспечит автономность проведения испытаний и позволит регистрировать исследуемые параметры в производственных условиях. Тензионизмерительная аппаратура в этих условиях не отвечает всем предъявляемым требованиям в силу отмеченных недостатков.

На кафедре тяговых машин Лесотехнической академии им. С. М. Кирова при исследовании лесотранспортных машин для измерения крутящего момента в качестве преобразователя применяются вращающиеся трансформаторы<sup>1</sup> [2, 3]. Такие трансформаторы серийно выпускаются промышленностью нескольких габаритных групп с напряжением питания 30, 60, 115, 220 в и частотой питания 400, 2000 гц. Максимальная погрешность вращающегося трансформатора составляет не более 0,25% [3].

Вращающиеся трансформаторы позволяют получить выходное напряжение, пропорциональное углу поворота ротора по

отношению к статору. Линейная зависимость сохраняется достаточно точно при углах поворота  $\pm 60^\circ$ .

Крутящий момент полуоси колесного тягача, проходившего испытания на трелевке леса, измерялся с помощью вращающегося трансформатора.

Статическая тарировка полуоси заднего моста тягача проводилась на специальной крутильной машине в механической лаборатории Ленинградского инженерно-строительного института.

Перед испытаниями тягача была проведена тарировка измерительной схемы с вращающимся трансформатором и записью показаний на пленку осциллографа.

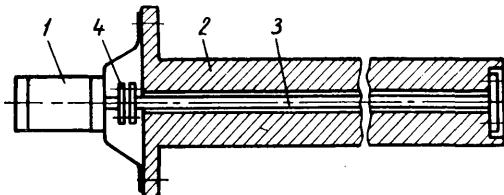


Рис. 1. Схема установки вращающегося трансформатора на полуоси тягача

На рис. 1 показана схема установки вращающегося трансформатора 1 на полуоси 2. Полуось 2 просверлена насквозь. Уменьшение момента сопротивления при этом незначительно. Стержень 3 прикреплен к внутреннему концу полуоси. К фланцу полуоси прикреплен статор вращающегося трансформатора. Вал ротора вращающегося трансформатора соединен со стержнем 3 муфтой 4.

Крутящий момент, передаваемый полуосью, закручивает ее на некоторый угол. Стержень не нагружен крутящим моментом и поворачивается по отношению фланца полуоси вместе с внутренним концом. Такое перемещение стержня вызывает поворот ротора вращающегося трансформатора по отношению к статору.

<sup>1</sup> Вращающиеся трансформаторы называют также поворотными трансформаторами.

На рис. 2 показана принципиальная электрическая схема регистрации крутящего момента. С преобразователя 1 напряжение на первичную обмотку 2 вращающегося трансформатора подается стабильное переменное напряжение с фиксированной частотой. Такое напряжение можно получить от преобразователей ПТ-2 или МА-100. С вторичной обмотки 3 напряжение, пропорциональное крутящему моменту, через полупроводниковый выпрямитель 4 и прибор для визуального наблюдения 5 (вольтметр, шкала которого проградуирована в кгм) подается на вибратор осциллографа 6.

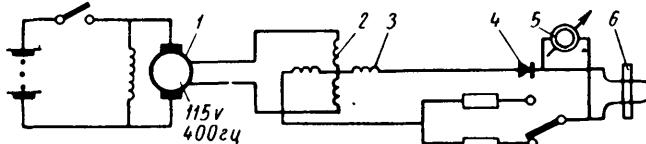


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема измерения крутящего момента с помощью вращающегося трансформатора

Выходное напряжение, которое подается на прибор-указатель и вибратор осциллографа в зависимости от величины момента, передаваемого полусю, достигало 12 в. В отличие от проволочных преобразователей сопротивления обмотки вращающегося трансформатора допускают ток в несколько сот ма (примененный вращающийся трансформатор допускает ток нагрузки 380 ма). Так как сопротивление вторичной обмотки вращающегося трансформатора всегда постоянно, а снимаемый ток достаточно велик, изменение переходного сопротивления контактов токосъемника почти не влияет на точность измерения. Это позволило применить щеточный токосъемник простой конструкции.

Собственная частота механической системы преобразователя с вращающимся трансформатором, на которой измерялся крутящий момент, составляет 128 гц (подсчитано по методике,

предложенной в работе [4]). Следовательно, как электрическая (400 гц), так и механическая частоты допускают измерение процессов, протекающих с частотой до 13 гц (при динамической погрешности 1%) и с частотой до 26 гц (при динамической погрешности измерения, не превышающей 4%). Изменяя жесткость и массу механической системы, частотный диапазон можно расширить.

Опыт применения вращающегося трансформатора в качестве преобразователя для измерения крутящего момента на полуоси показал, что по сравнению с другими способами ему свойственны следующие преимущества:

- 1) простота электрической схемы;
- 2) стабильность в работе и высокая точность измерения;
- 3) малая стоимость приборов измерительной схемы;
- 4) большая долговечность и надежность в работе;
- 5) использование для снятия сигнала щеточного токосъемника простой конструкции;
- 6) возможность постоянной визуальной оценки измеряемого параметра;
- 7) возможность размещения аппаратуры и источников питания на испытуемой машине, что обеспечивает проведение исследований в производственных условиях.

7) возможность размещения аппаратуры и источников питания на испытуемой машине, что обеспечивает проведение исследований в производственных условиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воронцова Н. И., Гельфгат Д. Б., Лунев И. С., Ошников В. А., Стефанович Ю. Г. Тензометрирование деталей автомобиля. Машгиз, 1962.
2. Панасенко В. Д. Элементы автоматических устройств и вычислительной техники (справочник). Оборонгиз, 1962.
3. Чернышев В. О. Поворотные трансформаторы и их применение в вычислительных и автоматических устройствах. Изд-во «Энергия», 1965.
4. Высоцкий А. А. Динамометрирование сельскохозяйственных машин. Машгиз, 1954.



УДК 629.11.011.61.114.4:658:5

## Новый цех кабин грузовых автомобилей ЗИЛ

К. А. КАЛАЧЕВ, М. М. ФИШКИС, Б. В. СОРОКИН

Московский автозавод им. Лихачева

**В** СВЯЗИ с реконструкцией Московского автозавода им. Лихачева и освоением новых моделей автомобилей при значительном росте программы их производства возникла необходимость значительно расширить производственные мощности для изготовления деталей, получаемых листовой штамповкой, цельнометаллических кабин и оперения. Для этой цели к существующему прессовому корпусу были пристроены и оснащены оборудованием три дополнительных производственных пролета, в которых организован новый цех кабин и оперения автомобиля ЗИЛ-130.

Данный цех по типу постройки, характеристикам применяемого прессового оборудования и по организации производства, включая организацию внутрицехового транспорта, является в данное время уникальным в отечественной автомобильной промышленности.

Главным видом исходного сырья для изготовления штамповок кабин и оперения в новом цехе в ближайшее время станет рулонная лента шириной до 1600 мм.

Для раскроя этой ленты предусмотрено применение трех видов агрегатированного раскройного оборудования:

1. Для разрезки широкой ленты продольно на ленты нужной технологической ширины. Применение такого оборудования

позволяет избежать заказа большой номенклатуры позиций в спецификации на металлы и получать рулоны унифицированных по ширине размеров с последующим раскроем на месте на нужную ширину, которая может быть и нестандартной.

2. Для вырубки из ленты крупногабаритных сложноконтурных заготовок с применением по мере возможности уплотненного раскроя. Такое оборудование позволяет получить экономию металла за счет уплотненного расположения вырубок и снижения отходов на перемычки и некратности.

3. Для резки широкой ленты на карточки-заготовки нужных размеров. Данный агрегат позволяет уменьшить число позиций в спецификации заказов на металл и получить экономию металла за счет снижения отходов по некратности и плюсовых допусков на габаритные размеры поставляемого металла в листах.

Первый тип раскройного агрегата для ленты представляет собой специальные многодисковые ножницы, дополнительно оснащенные машиной для правки ленты и размоточно-намоточными механизмами. Второй тип агрегатов, кроме машин для правки ленты и размоточного механизма, включает автоматизированный вырубной четырехкриволинейный пресс усилием

400 т, делающий при автоматическом режиме работы 16 ходов в минуту. На агрегате автоматизирована уборка отходов и стапелировка получаемых после вырубки заготовок.

Третий тип раскройного агрегата имеет размоточный механизм, правочную машину и гидравлические ножницы, имеющие возможность поворота под заданным углом к оси раскраиваемой ленты. Полученные заготовки автоматически стапелируются. Производительность резки рулонов составляет 18—25 заготовок в 1 ч зависимости от их габаритных размеров.

Полученные на указанном раскройном оборудовании заготовки транспортируются к линиям прессов, расположенным в трех пролетах, при помощи напольных приводных электротележек с приводом от специальных лебедок. Тележки перемещаются по узкоколейным путям; грузоподъемность тележки 20 т.

В каждом пролете размещены две поточные механизированные линии крупногабаритной штамповки. Эти линии включают головные вытяжные прессы двойного действия с名义альным усилием вытяжного ползуна до 500 т и более и прессы простого действия четырехстоечного типа усилием 400—800 т. Каждая поточная линия включает до шести прессов.

Особенность прессового оборудования, применяемого на этих линиях, — наличие нижнего привода, который обслуживается в цокольном этаже, наличие выдвижных в сторону фронта пресса подштамповых плит и механизированных захватов для крепления штампов к ползунам. Подштамповые плиты, выдвигаемые и вдвигаемые специальным гидравлическим механизмом, а также механизированные зажимы обеспечивают полную механизацию чрезвычайно трудоемкого при старых методах работы процесса смены штампов на прессах. Новые прессы, применяемые на указанных линиях, кроме того, оснащены наиболее современными устройствами, облегчающими их эксплуатацию и обслуживание, например, гидравлическими

предохранителями от перегрузок, указателями положения ползуна и величины развиваемого ползуном усилия, микроприводами и др. Нижнее расположение привода обеспечивает бесшумность работы прессов и оздоровление условий труда. Указанные прессы спроектированы и изготовлены силами авторавода.

В линиях прессов предусмотрена установка типовых устройств для автоматизации и механизации крупногабаритной штамповки: листоукладчики, механические руки качающиеся и горизонтального типа, передаточные устройства, кантователи, автозагрузчики и др. Одна из линий (линия штамповки панелей дверей кабины) должна работать на полностью автоматическом цикле, для чего опытным заводом НИИАвтпрома изготовлено специальное комплектующее оборудование, которое в данное время проходит наладку.

Особенность прессовых линий состоит в том, что они смонтированы на разборных металлоконструкциях, что позволяет произвести быструю смену расположения прессов при переходе на изготовление автомобилей других моделей. На линиях крупногабаритной листовой штамповки изготавливаются все облицовочные детали кабины и оперения грузового автомобиля ЗИЛ-130 и его модификаций. Штампы для облицовочных деталей кабин и оперения автомобиля ЗИЛ-130 спроектированы с учетом максимального совмещения различных операций в одном штампе, что позволило применить не только короткие прессовые поточные линии, но и обеспечило минимальную трудоемкость штамповки комплектов деталей и их высокую точность. Для 30 основных наиболее крупных кузовных деталей ЗИЛ-130 спроектировано 158 штампов, при этом комплекты из трех штампов — для трех деталей, из четырех штампов — для четырех деталей и из пяти штампов — для десяти деталей. Таким образом, штамповка более 50% кузовных деталей осуществлена посредством комплектов штампов, состоящих из трех—пяти штампов для каждой конкретной детали.

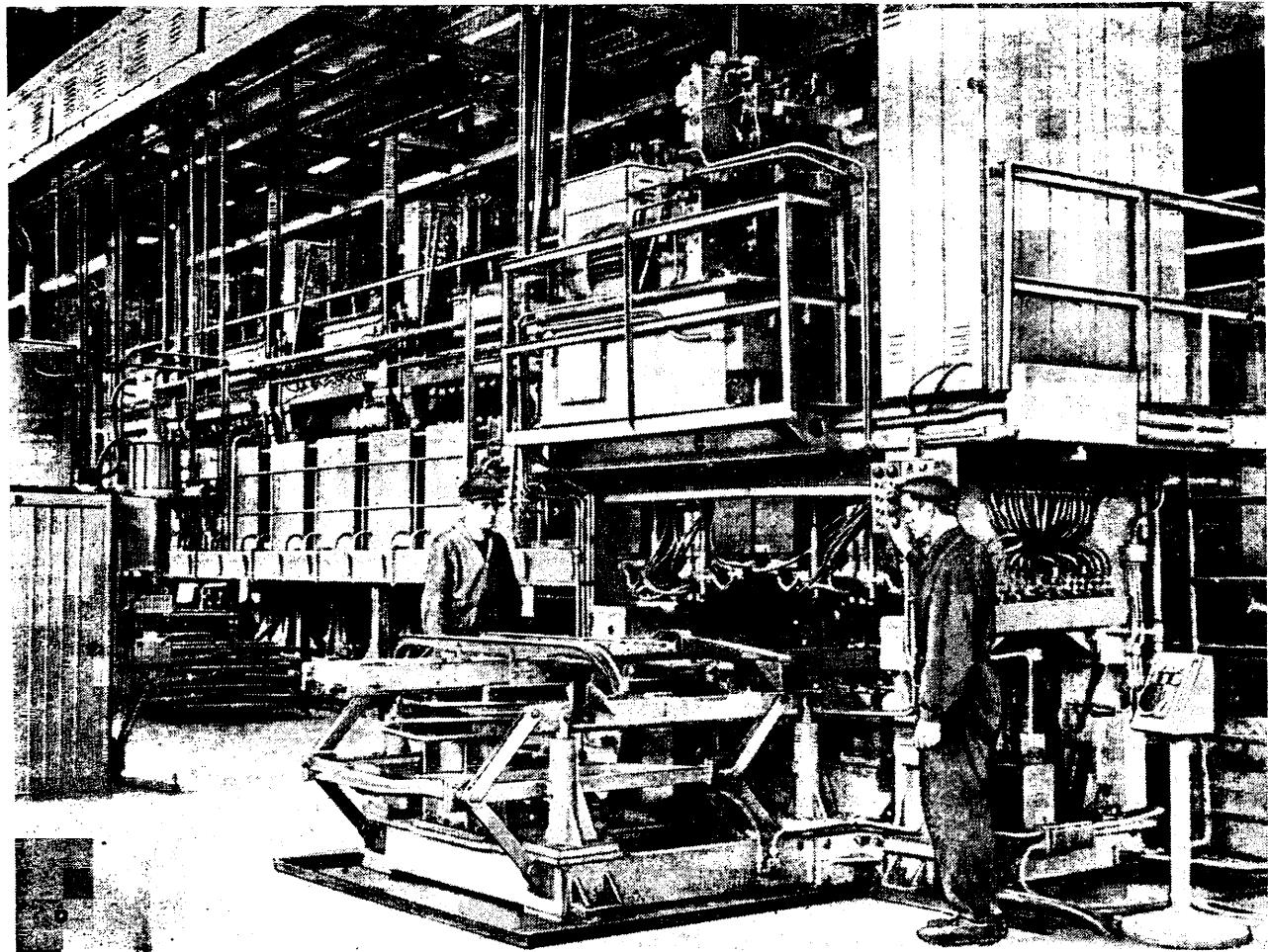


Рис. 1

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

Типовой крупногабаритной деталью кабины автомобиля ЗИЛ-130 является панель задней части кабины автомобиля. Для ее производства спроектированы три штампа: для обрезки углов и вытяжки; для обрезки и пробивки; для фланцевки.

Указанные штампы и аналогичные выполнены с учетом работы на механизированных линиях. С этой целью направляющие колонки поставлены не в нижних, а в верхних плитах. Для удобства удаления штампаемых деталей механическими руками в конструкциях штампов предусмотрены подпружиненные или пневматические подъемники. Для подъемников, работающих от сжатого воздуха, в штампах имеются переключатели и перепускные клапаны, обеспечивающие синхронную работу подъемников с работой прессового оборудования.

Уборка отходов на линиях штамповки полностью механизирована при помощи ленточных транспортеров в цокольном этаже под полом производственного помещения, которые подают отходы к мощным гидравлическим пакетировочным прессам непрерывного действия. Эти прессы также спроектированы и изготовлены силами Московского автозавода им. Лихачева. По реализуемому в данное время проекту готовые детали, получаемые в конце поточных линий штамповки, поступают в специальные контейнеры, которые затем захватываются электротельферами грузоподъемностью 500 кг и транспортируются по монорельсовому стрелочному пути на склады готовых штамповок, в том числе на склад деталей кабин под антресолями для сборки кабин. Адресация доставки контейнеров определяется автоматической системой программного адресования грузов.

Склады готовых штампов механизированные, многоярусные. По мере надобности готовые детали навешиваются на тележки толкающих конвейеров с программным адресованием и проходят автоматическую мойку и сушку в специальных моюще-сушильных агрегатах, после чего доставляются на подвесные склады к рабочим местам на участках сборки кабин и оперения.

Пролеты оснащены мостовыми кранами по два крана в каждом пролете. Максимальная грузоподъемность мостовых кранов 75 т.

Кроме кранов и толкающих конвейеров применяются также стационарные вилочные электропогрузчики, рельсовые самоходные электротележки и грузовые лифты.

Сборочно-сварочные участки, размещенные в новом цехе, собирают узлы оперения (крылья, капот, облицовку, радиатор) и кабин. Собранные на этих участках узлы навешиваются на толкающий межцеховой конвейер и через подвесной склад-накопитель в заданном ритме поступают в кузовной цех завода для окраски. Толкающие подвесные конвейеры являются в новом цехе одним из основных транспортных средств. Помимо подачи деталей на сборку со складов и транспортирования готовых изделий в цехи-потребители, при помощи толкающих подвесных конвейеров с программным адресованием осуществляется межоперационная передача сборочных узлов по технологическим цепочкам на сборочных участках. Таким образом, собранный первичный узел, входящий в узел следующего порядка, навешивается на толкающий конвейер и поступает на подвесной склад-накопитель возле места сборки следующего по порядку узла. Такой порядок транспортирования узлов обеспечивает полную сохранность их от порчи при перевозках, позволяет максимально уплотнить расстановку сборочного оборудования, так как проезды для колесного транспорта сокращаются до минимума и, что наиболее важно, резко снижает трудоемкость транспортных операций, которые оказываются полностью автоматизированными. Общая длина подвесных толкающих конвейеров в новом цехе составляет 5040 м.

К качеству сборки-сварки узлов кабины и оперения автомобиля ЗИЛ-130 предъявляются значительно более высокие требования по сравнению с аналогичными узлами других, ранее выпускавшихся моделей грузовых автомобилей ЗИЛ. Точность сборки значительно увеличилась, так, например, для обеспечения требуемой герметичности новой кабины были значительно уменьшены допустимые зазоры в дверных проемах, между

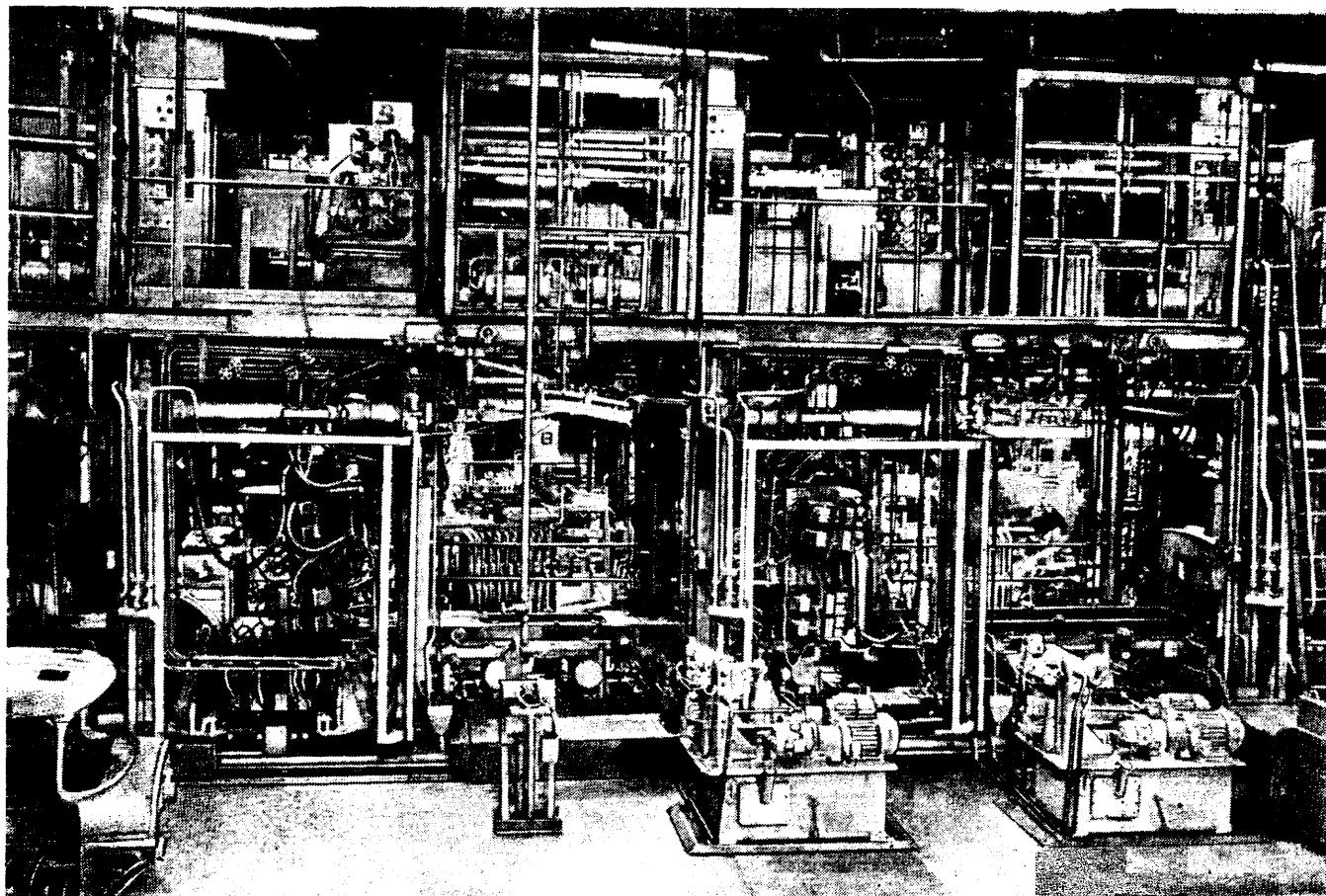


Рис. 2  
Вологодская областная универсальная научная библиотека  
www.booksite.ru

кабиной и дверьми. А это возможно было обеспечить, значительно повысив точность сборки как отдельных узлов, так и всей кабины в целом.

Значительно возросли также требования к внешнему виду сварных соединений, так как кабины автомобиля ЗИЛ-130 проходят окраску, близкую по требованиям к окраске кузовов легковых автомобилей.

Все это наряду с необходимостью обеспечить минимальную трудоемкость сборочно-сварочных работ потребовало применить новую технологию на участках сборки кабин и оперения. Для контактной электросварки используются 27 многоточечных многотрансформаторных машин, из которых 16 встроены в пять автоматических сварочных линий. На этих машинах установлено 399 трансформаторов мощностью 150, 240, 280 и 300 квт. К этим трансформаторам подключены 1317 гидравлических сварочных пистолетов. Некоторые из сварочных машин представляют собой агрегаты, составленные из двух и более многотрансформаторных машин (сварка каркаса боковин кабины, брызговиков и крыльев). Всего из 2315 точек, которыми свариваются кабина и оперение, 1358 точек, или около 58%, выполняется на многоточечных сварочных машинах. На участках сборки кабин и оперения, кроме многоточечных машин, установлена 21 стационарная точечная машина и применено 57 подвесных сварочных машин на сборочно-сварочных стенах.

Автоматические линии применены для сборки дверей (две линии для правой и левой двери), для сборки основания кабины (пол) и для сборки кабины в целом (две сборочные линии, сливающиеся в одну).

В линии сборки дверей встроены четыре многотрансформаторные многоточечные сварочные машины и два гидравлических пресса специальной конструкции для загибки и заштамповки при сборке внутренней и наружной панелей дверей. Темп сборки дверей на этих линиях (достигнутый к данному времени) 40 сек. Большое внимание удалено чистоте сварки и внешнему виду сварных точек, для чего использована специальная конструкция так называемых мягких токоподводов, впервые примененных на заводе. Благодаря этому зачистка сварных точек перед окраской ликвидирована.

В линии сборки—сварки пола (рис. 1) применен двухэтаж-

ный шаговый тележечный конвейер, на тележках которого установлены сборочные приспособления-спутники, проводимые конвейером последовательно через пять многоточечных сварочных машин, встроенных в линию.

На двух нитках линии сборки кабин производится сборка-прихватка узлов каркаса кабины и облицовки с применением сварочных клещей и пистолетов, затем эти две пачки сливаются в линию (рис. 2), в которой установлены четыре многоточечных сварочных машины, на которых сваривается 377 точек.

Качество сварки проверяется систематически путем испытания сварных соединений на разрыв. Готовые узлы периодически проверяются по геометрии на специальных контрольных приспособлениях и стендах. Собираемость кабины и оперения в целом также проверяется периодически на специальном стенде. Все контрольное хозяйство на сборочных участках нового цеха, а также производственные стелы и приспособления проверяются при помощи специально изготовленной металлической (алюминиевой) мастер-модели, отклонения от которой допускаются не выше  $\pm 0,7$  мм.

В заключение интересно привести некоторые цифры, характеризующие уровень механизации внутрицехового транспорта в новом цехе. Помимо подвесных толкающих конвейеров в цехе имеются: напольные конвейеры технологического назначения общей длиной 238 пог. м; ленточные и пластинчатые транспортеры системы механизированной уборки отходов с подачей к люлечным конвейерам для завалки спрессованных пакетов отходов в железнодорожные вагоны-гондолы — 500 пог. м; люлечные конвейеры вертикального типа для подъема и завалки пакетов отходов в вагоны — 36 пог. м.

Общая длина всех видов конвейеров и транспортеров составляет вместе с толкающими конвейерами около 6 км, что позволяет отнести новый цех к числу наиболее высокомеханизированных в автомобильной промышленности.

Опыт эксплуатации нового цеха со времени перехода на выпуск автомобилей ЗИЛ-130 показал, что положенные в основу проекта строительные, организационные и технологические принципы полностью себя оправдали и могут быть рекомендованы для использования при проектировании и строительстве новых прессово-сварочных цехов автомобильных предприятий.

УДК 629.114.4:62—587.002

## Новая технология термообработки крестовин дифференциала ведущих мостов грузовых автомобилей ГАЗ

В. Ф. ЛЫСЕНКО, С. Д. ГОРЯЧАЯ

Горьковский автозавод

**Н**А ГОРЬКОВСКОМ автозаводе с начала 1965 г. крестовина на дифференциала изготавливается по новой, значительно упрощенной технологии. До этого крестовина изготавливалась из стали 20Х с последующей цементацией в твердом карбюризаторе и закалкой с нагревом в пламенных печах, с охлаждением в расплаве солей. Только цементация деталей в печи составляла 9,5 ч. После цементации осуществлялась правка деталей по плоскости, подрезка торцов цапф под окончательный размер и закалка. Одновременно в производстве находилось большое количество деталей. Много времени занимали межцеховые перевозки.

Внедрение поверхностной индукционной закалки позволило устранить все перечисленные недостатки.

По новой технологии крестовина дифференциала изготавливается из стали 50. Предварительная термообработка — нормализация на твердость HB 179—217. Закалка подвергаются только цапфы детали, минимальная твердость закаленной поверхности HRC 60, глубина закаленного слоя до полумартенситной структуры не менее 3 мм. Расположение закаленного слоя показано на рис. 1. Допускаемая величина переходной зоны твердости от торца цапфы не более 5 мм.

«Баранка» крестовины остается незакаленной. При этом обеспечивается достаточный статический запас прочности.

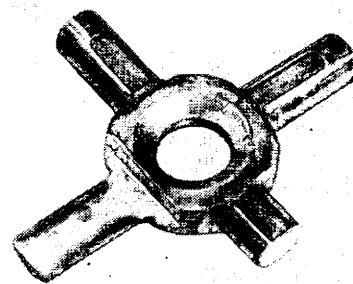


Рис. 1. Макрошлиф расположения закаленного слоя крестовины дифференциала заднего моста, сталь 50

Результаты испытаний на статический запас прочности ведущих мостов автомобиля ГАЗ-51 с крестовинами из стали 50 приведены в таблице.

Номер моста	Нагружающий момент $M_{kp}$ в кгм		Коэффициент запаса прочности		Номер моста	Нагружающий момент $M_{kp}$ в кгм		Коэффициент запаса прочности	
	по ТУ	полученный при испытании	по ТУ	полученный при испытании		по ТУ	полученный при испытании	по ТУ	полученный при испытании
1	390	584	3	4,49	6	390	431	3	3,38
2	330	608	3	4,67	7	390	450	3	3,54
3	390	460	3	3,54	8	390	415	3	3,19
4	390	465	3	3,58	9	390	450	3	3,46
5	390	430	3	3,38	10	390	465	3	3,58

Примечание. После испытания сломалась крестовина первого моста, на остальных крестовинах повреждений не обнаружено.

Дорожные испытания опытных деталей на автомобилях ГАЗ-51 и ГАЗ-63 с последующей разборкой мостов, проведенные по специальному методике конструкторско-экспериментальным отделом Горьковского автозавода, показали хорошую работоспособность крестовин из стали 50.

Существенной особенностью крестовин, закаленных с нагревом т. в. ч., является почти полное отсутствие коробления. Точность геометрических размеров узла крестовины — сателлиты является одним из определяющих факторов его работоспособности. Незначительные деформации деталей не только ухудшают условия работы, но могут вызвать задиры, наволакивание металла и даже сваривание крестовины с сателлитами. В связи с этим для крестовин установлены довольно жесткие ограничения отклонений: допускаемая неплоскость осей цапф 0,1 мм, допускаемая неперпендикулярность осей 0,07 мм.

Крестовина — деталь сложной формы, и при существовавшей прежде технологии неизбежным следствием неоднократных и длительных нагревов были значительные деформации. Такие меры, как рихтовка и закалка в горячей среде (температура расплава солей 180°), не исключали их полностью. А так как окончательная механическая обработка (шлифовка) могла лишь частично повысить точность геометрических размеров, то брак по короблению при старом технологическом процессе был довольно велик.

Естественно, что внедрение местной поверхностной закалки резко уменьшило коробление деталей при термообработке. Геометрические размеры деталей после предварительной механической обработки в некотором приближении неискажаются поверхностью закалкой. В результате брак по геометрическим размерам после окончательной механической обработки уменьшился в 4—5 раз.

Для сравнения величин коробления крестовин, изготовленных по старой и новой технологиям, были измерены неплоскости и неперпендикулярности цапф двух партий деталей по 100 шт. каждая. Для термообработки отбирались детали только с повышенной точностью геометрических размеров после предварительной механической обработки.

Кривые результатов измерений приведены на рис. 2. Обе кривые как неперпендикулярности (рис. 2, а), так и неплоскости (рис. 2, б) цапф деталей, изготовленных из стали 50 (кривые 1), благоприятно смещены влево относительно кривых деталей из стали 20Х (кривые 2) и почти не выходят за величину допуска. Установлено, что около 80% деталей из стали 50 после термообработки имеют абсолютное коробление не более  $\pm 0,05$  мм. Это в пределах точности предварительной механической обработки.

Детали закалываются на полуавтоматической двухпозиционной закалочной установке (рис. 3), расположенной в линии механической обработки крестовин.

Питание установки осуществляется с одного машинного генератора ПВВ-100/8000 гц. Весь цикл термообработки проходит автоматически, за исключением загрузки и выгрузки деталей. Одновременно закаляются четыре детали — по две на каждой позиции. Сменная производительность установки 1000—1100 деталей. Подробно установка описана в работе В. Ф. Лысенко<sup>1</sup>.

Специальным механизмом — кареткой — детали подаются в Т-образный двухочковый индуктор, который работает на на-

грев детали и охлаждается только в момент, когда во внутреннюю полость индуктора подается вода для закалки нагретых цапф. Через отверстия диаметром 1,8 мм, просверленные в внутреннем контуре витка, водяной душ обливает поверхность цапф, происходит закалка. Время нагрева двух цапф 4 сек. охлаждения — 6—7 сек.

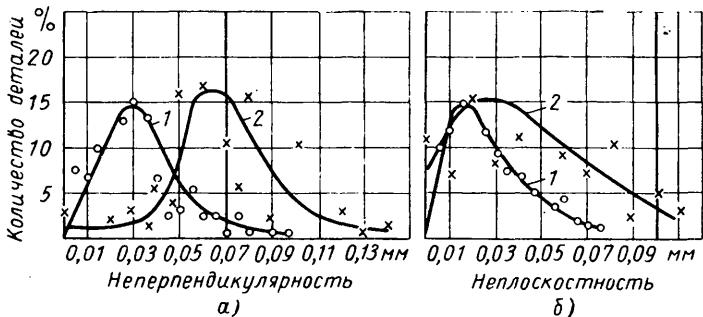


Рис. 2. Деформация деталей, изготовленных из стали 50, после поверхностной индукционной закалки и деталей из стали 20Х после химико-термической обработки (предел допускаемых по чертежу отклонений показан вертикальными прямыми: 0,1 мм — для неплоскости цапф и 0,07 мм — для неперпендикулярности)

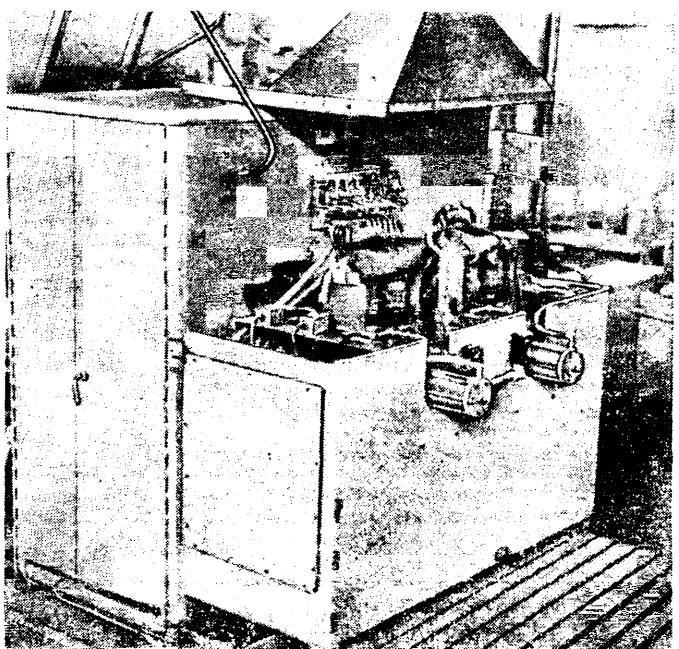


Рис. 3. Общий вид установки для закалки крестовин

Чтобы компенсировать во время нагрева интенсивный отъем тепла баранкой крестовины, индуктор выполняется по диаметру ступенчатым. Зазор между индуцирующим витком и деталью составляет: по меньшему диаметру 2,4 мм, по большему — 3,9 мм. Такое различие в зазорах позволяет сосредоточить максимальное количество передаваемой энергии в верхней части цапфы и получить закаленную зону на необходимой длине.

Детали калятся без вращения. Поэтому обеспечение равномерного по окружности и стабильно расположенного по длине цапфы закаленного слоя требует очень точной фиксации детали относительно индуцирующего витка, как в осевом, так и в радиальном направлении.

Это достигается за счет установки на передней стенке индуцирующего витка и на дополнительных кронштейнах плоских фиксаторов из нержавеющей стали, изолированных от токонесущей части индуктора текстолитовыми прокладками.

<sup>1</sup> Лысенко В. Ф., «Технология машиностроения», 1964, № 9.

Плоскость фиксаторов параллельна фронтальной плоскости индуктора.

Деталь своими цапфами упирается в изолированные фиксаторы и точно устанавливается в осевом и радиальном направлении относительно индуктора. Такая фиксация из всех опробованных оказалась самой приемлемой для получения необходимых параметров годности изделия.

Токоподводы индуктора имеют сверления и охлаждаются непрерывно проточной водой. Индуктор — жесткий, выполняется с повышенной точностью.

Для предупреждения коррозии детали после закалки смачиваются 3%-ным водным раствором  $\text{NaNO}_2$ .

Эксплуатация установки в течение года позволяет отметить ее удовлетворительную работоспособность, простоту конструкции, удобство наладки и обслуживания и высокую производительность.

Технико-экономическая эффективность внедрения нового процесса определяется следующими факторами:

1. Повышением точности геометрических размеров деталей после поверхностной закалки.

2. Размещением процесса термообработки непосредственно в технологическом потоке механической обработки деталей.

3. Сокращением технологического цикла обработки почти на 12 ч.

4. Ликвидацией межцеховых перевозок, связанных с термообработкой.

5. Уменьшением количества деталей, одновременно находящихся в технологическом цикле производства.

6. Увеличением производительности труда.

7. Улучшением условий труда, повышением культуры производства.

8. Заменой более дорогой стали 20Х на углеродистую сталь 50.

9. Условно-годовой экономией от внедрения нового технологического процесса около 20 000 руб.

УДК 629.1—442.11.011.512:621.791

## Рельефно-точечная сварка деталей платформы автомобиля-самосвала ЗИЛ-ММЗ-555

С. М. ЛАЩИВЕР, Г. И. ЗАВЬЯЛОВА, Б. Ф. ПОПОВ,  
И. И. СИНАНИ, П. В. МУМРИКОВ

НИИАвтоПром, Мытищинский машиностроительный завод

**Н**А МЫТИЩИНСКОМ машиностроительном заводе освоено производство автомобиля-самосвала новой конструкции с цельносварной платформой.

В отличие от ранее выпускавшейся платформы одноузловой каркасной конструкции, при изготовлении которой преобладала ручная дуговая сварка, новая платформа состоит из отдельных узлов, что позволяет расщеплять технологические операции при ее изготовлении и широко применять автоматическую дуговую и контактную сварку.

НИИАвтоПромом с участием Мытищинского машиностроительного завода спроектированы и изготовлены две машины для контактной рельефно-точечной сварки боковых и передних бортов с усилителями и боковых бортов с основанием платформы.

Передние и боковые борта платформы автомобиля-самосвала ММЗ изготавливаются из горячекатаной листовой стали МСт.3 (ГОСТ 380-60) толщиной 3 мм. Усилители и лист пола выполняются из той же стали толщиной 5 мм. Вид соединения этих деталей показан на рис. 1.

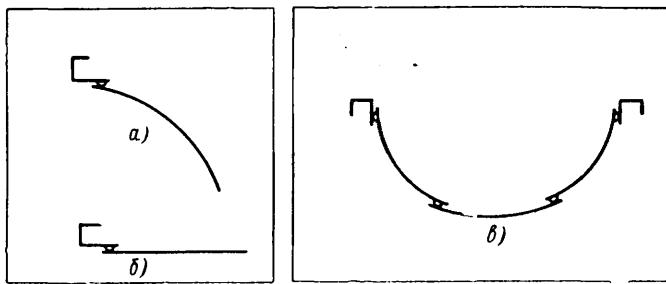


Рис. 1. Вид сварных соединений деталей платформы:  
а — боковой борт с усилителем; б — передний борт с усилителем;  
в — боковые борта с листом пола

Сварка плавлением горячекатаной малоуглеродистой стали не вызывает затруднений, но для сварки сопротивлением необходимо удалить с поверхности свариваемых деталей окалину, без чего невозможен нормальный процесс контактной сварки. Эта операция выполняется травлением, дробеструйной обработкой, абразивными кругами, металлическими щетками и т. д. По своему характеру указанные методы обработки связаны с вредными выделениями и требуют организации спе-

циальных производственных участков, вследствие чего заводы весьма неохотно внедряют контактную сварку горячекатаной стали с очисткой поверхности перед сваркой.

Одним из способов сварки сопротивлением горячекатаной стали, не требующих удаления слоя окалины с поверхности свариваемых деталей, является рельефно-точечная сварка.

В отличие от обычной рельефной сварки, выполняемой на специализированных сварочных прессах, при которой все рельефы свариваются одновременно, рельефно-точечная сварка осуществляется последовательно в местах, где предварительно выштампованы рельефы. Сварка может выполняться на серийных, а также на многоэлектродных специальных машинах.

Назначение рельефов при рельефно-точечной сварке характеризуется следующим:

а) в процессе штамповки рельефа происходит разрушение окисной пленки с двух сторон детали, а при сжатии деталей электродами во время сварки рельеф вдавливается и разрушает окисную пленку на одной стороне второй свариваемой детали, что облегчает прохождение сварочного тока;

б) при сварке ток и усилие на электродах концентрируются в месте рельефа, что обеспечивает правильное формирование сварных точек и повышение стабильности их прочности;

в) возможно применение электродов с большой контактной поверхностью, стойкость которых значительно выше стойкости электродов с конической рабочей частью.

Для выполнения этого вида сварки необходима дополнительная операция выдавливания рельефов в одной из деталей. Однако в данном случае, так же как и во многих других случаях, эта операция сочетается с гибкой или формовкой деталей. Была принята сферическая форма рельефа с диаметром 6 мм, высотой 1,5 мм.

С целью выбора оптимального режима рельефно-точечной сварки деталей и определения параметров сварочной машины производилась сварка одноточечных образцов из пластин толщиной 3+5 мм с последующим испытанием прочности и исследованием сварных точек. Рельефы выдавливались в пластине толщиной 3 мм, так как в производстве эту операцию удобнее выполнять на листовых деталях.

Сварка выполнялась на машине МТП-150, снабженной синхронным прерывателем тока конструкции Горьковского завода, позволяющим получить разнообразную форму кривой сварочного тока. Были применены электроды цилиндрические диаметром 23 мм из меди М-1. Перед сваркой пластины от окалины не зачищались.

Результаты испытаний образцов показали, что лучшие значения прочности сварных точек получаются при величине уси-

лия на электродах 1100 кг, времени прохождения тока 1,1 сек и величине сварочного тока 18—20 ка. При этом наблюдается наименьшее количество внутренних дефектов и наружных вы-плесков.

В результате исследования влияния характера импульса то-ка на качество сварных точек было выявлено, что форма кри-вой тока не оказывает существенного влияния. Прочность сварных точек наибольшая при пульсирующем импульсе, но незначительно отличается от прочности точек, полученных на обычном импульсе тока (всего на 1%). В то же время при использовании обычного импульса количество образцов, разрушенных по основному металлу, больше, чем при сварке пульсирующим и модулирующим импульсом, и составляет 70%, вследствие чего был принят обычный импульс сварочно-го тока.

Полученные данные были использованы для расчета вто-ричных контуров сварочных машин. Мощность сварочных трансформаторов принята 100 ква.

Для точечной сварки бортов с усилителями наиболее рацио-нальным оказался вариант восьмитрансформаторной машины для сварки каждым трансформатором одной точки при нормальном двустороннем подводе сварочного тока. Следовательно, для сварки 40 точек на боковых бортах с усилителями не-обходимо после сварки первых восьми точек еще 4 раза пере-мещать деталь относительно электродов на шаг 67 мм (такое расстояние между точками задано конструктором из условия прочности сварных деталей).

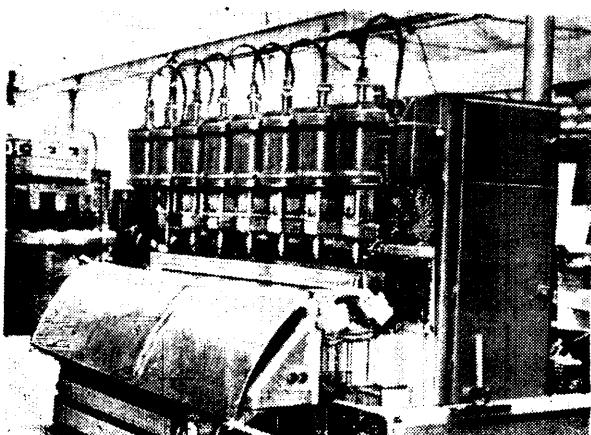


Рис. 2. Машина для сварки бортов с усилителями

Сварочная машина (рис. 2) состоит из корпуса, восьми трансформаторов с переключателями ступеней, восьми верхних и восьми нижних электродных головок, тележки с кондукторной кареткой, механизма шагового перемещения каретки, цилиндра подачи тележки, шкафа с игнитронным прерывателем и шкафа управления.

На кондукторной каретке сварочной машины свариваемые детали собираются и фиксируются с помощью пневматических прижимов. Кондукторная каретка перемещается по направляющим скобкам, закрепленным на тележке.

Детали на тележку устанавливаются двумя рабочими; сначала укладывается лист борта, а затем балка до упоров, после чего детали закрепляются пневматическими зажимами.

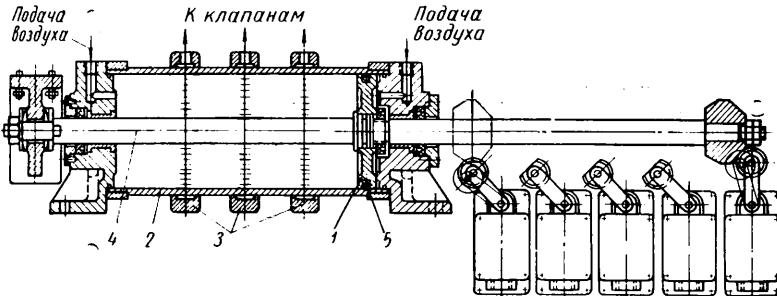


Рис. 3. Механизм перемещения кондукторной каретки на шаг 67 мм

После закрепления деталей нажатием педальной кнопки включается цилиндр перемещений и тележка с кондукторной кареткой поддается под электроды. Включается подъем нижних электродов. Реле давления, включенное в пневматическую сеть нижних электродных головок, включает подачу воздуха в верхние и средние камеры цилиндров привода верхних элек-тродов, электроды опускаются и сжимают детали. По дости-жении заданного усилия сжатия деталей реле давления вклю-чает электронное реле времени, управляющее циклом сварки.

После окончания сварки электроды разжимаются, причем в верхних электродных головках воздух выпускается только из средних камер цилиндров, а электроды поднимаются на ос-новной ход (20 мм).

При основном ходе верхних электродов срабатывают конеч-ные выключатели, дающие команду на включение цилиндра шагового перемещения кондукторной каретки. Каретка пере-мещается на шаг, и осуществляется сварка следующей группы точек и т. д. После сварки последней пятой группы точек верх-ние электроды поднимаются на основной и дополнительный ход (120 мм), для чего воздух выпускается из средних и верх-них камер цилиндров в атмосферу.

Нажатием педальной кнопки включается пневмоцилиндр и тележка выводится из-под электродов, каретка возвращается в крайнее правое положение и одновременно разжимаются пневматические прижимы, после чего деталь может быть снята с машины.

Каретка перемещается с помощью специального механизма (рис. 3), принцип действия которого заключается в следующем. Воздух из сети через электропневматические клапаны подает-ся одновременно в правую и левую полости цилиндра, при этом поршень 1 находится в неподвижном состоянии. Гиль-за 2 имеет три ряда отверстий по окружности, объединенных в коллекторы 3, каждый из которых соединен с электропнев-матическим клапаном. Для перемещения штока 4 цилиндра на шаг воздух из соответствующей полости через электропнев-матический клапан выходит в атмосферу. Равновесие в полу-стях цилиндра нарушается и шток с поршнем перемещается до тех пор, пока уплотнительное кольцо 5 поршня не перекро-ет ряд кольцевых отверстий гильзы цилиндра, выход воздуха в атмосферу прекратится и шток с поршнем остановится. Для уменьшения износа уплотнительное кольцо установлено в ка-навку поршня без натяга.

Режим, принятый для сварки бортов с усилителями, следую-щий: сварочный ток 23 ка; усилие на электродах 1100 кг; время импульса 1,4 сек. При этом средняя прочность точки с ми-нимальным разбросом 5% равна 4400 кг и при испытании вырывается с материалом листа, диаметр точки 10—12 мм.

Длительность сварки одного борта 1 мин, включая загрузку и снятие деталей после сварки. Стойкость электродов до полного их износа 50 000 точек. Такая высокая стойкость элек-тродов из прутковой меди возможна только при рельефно-то-чечной сварке.

Портальная машина для сварки бортов с полом (рис. 4) пе-ремещается над неподвижным изделием, установленным на тележке. Подвод сварочного тока к месту сварки двусторонний, при этом производится одновременная сварка двух точек двумя трансформаторами, из которых один расположен на-верху, а другой внизу.

Вдоль соединения бортов с полом расположены две пары таких трансформаторов, поэтому возможна сварка одновре-менно по две или по четыре точки с каждой стороны, или всех восьми точек.

При расстоянии между электродными головками в ряду 603 мм, сварка 36 точек осуществляется при восьми перемеще-ниях машины над изделием на шаг 67 мм посл-же сварки первых четырех точек. Так же, как и в ма-шине для сварки бортов, мощность трансфор-маторов принята 150 ква.

Предварительно собранные и скрепленные струбцинами и технологической балкой основания платформы и боковые борта подаются тележкой на позицию сварки.

После нажатия рабочим на кнопку «Пуск» сварочная машина начинает перемещаться в направ-лении изделия до соприкосновения его с упором, после чего останавливается. В этом положении электроды находятся точно над рельефом. Одино-временно с остановкой машины включаются че-тыре пневмоцилиндра с установочными роликами, цель которых — правильно установить собранный

узел относительно электродов. После этого подается воздух в камеры цилиндров нижних электродных головок, в результате чего нижние электроды поднимаются на 120 мм.

После достижения заданного давления воздуха в трубопроводе реле давления в пневматической сети нижних электродов включает подачу воздуха в камеры цилиндров верхних электродных головок. Электроды опускаются на 20 мм и сжимают детали, помещенные между ними. Затем включается сварочный ток, и происходит сварка одновременно четырех или всех восьми точек. После окончания сварки одной группы точек происходит разжим электродов, машина перемещается из шаг 67 мм до срабатывания путевого выключателя механизма перемещения, машина останавливается, происходит сварка второй группы, и так цикл повторяется 8 раз.

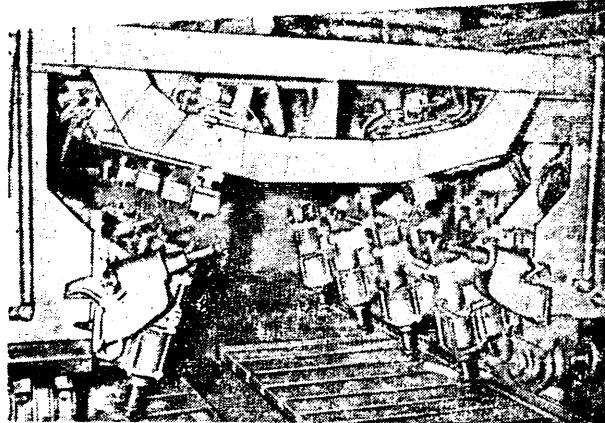


Рис. 4. Машина для сварки бортов с полом платформы самоходного свала

После сварки всех точек машина возвращается в исходное положение, а сваренная деталь снимается с тележки.

Для надежной и точной фиксации нижних электродов предусмотрена специальная конструкция нижних электродных головок (рис. 5).

Головка состоит из рабочего цилиндра 1 и запорного цилиндра 2. Для подъема электродов воздух подается в нижнюю полость рабочего цилиндра через канал в нижней крышке 3. Поршень 4 пойдет вверх и через пружину 5 начнет перемещать шток 6 с токоведущей колодкой 7. Высота подъема поршня регулируется гайками 8. Цилиндры имеют последовательный цикл работы. Последовательность достигается за счет клапана очередности. Клапан обеспечивает поступление воздуха сначала в полость подъема рабочего цилиндра, затем при достижении заданного давления воздух начинает поступать в рабочую полость запорного цилиндра через нижнюю крышку 9. Поршень с клином 10 через плунжер 11 запирает шток 6 с электродом 12. Во избежание отрыва и дезориентирования изделия с тележки или стоеч конвейера конструкцией предусмотрена компенсационная пружина 5, которую можно тарировать гайками 13 для получения усилия, необходимого для того, чтобы нижний электрод остановился при соприкосновении с изделием, не поднимая его. При опускании нижнего электрода обратный клапан обеспечивает обратную последовательность работы цилиндров. Подобная конструкция нижних сварочных головок обеспечивает постоянное положение нижних электродов и предупреждает от их проседания в случае больших усилий, развиваемых верхним цилиндром.

В машине применен оригинальный шаговый механизм, принцип действия которого отличается от принципа действия механизма, примененного в машине для сварки бортов с усилителями. Привод состоит из следующих основных узлов: редуктора, винта шагового перемещения, винта управления, электромуфты, встроенной в редуктор, гребенки с упорами. Привод предназначен для фиксации электродов относительно рельефов.

Чтобы электроды заняли требуемое положение, необходима подача команды на остановку в момент нахождения электро-

дов над рельефами, что осуществляется с помощью щупа следующим образом. После нажатия кнопки «Пуск» включается шаговый привод и машина начинает перемещаться к изделию, одновременно опускается щуп и срабатывают цилиндры фиксации, ориентируя кузов относительно оси машины.

Перемещаясь, машина касается щупом изделия, в результате чего замыкается электрическая цепь и через реле подаются команды на отключение электродвигателя шагового привода, отключение электромуфты и подъема щупа. Одновременно включается пневмоклапан и воздух поступает в цилиндры подъема нижних электродов. Электроды перемещаются вверх, касаясь изделия. При достижении заданного давления через реле давления дается команда на опускание верхних электродов. При создании определенного давления между электродами срабатывает реле давления, которое включает электронный регулятор времени, подающий команду на выполнение всего цикла сварки.

После сварки реле дает команду на подъем верхних и опускание нижних электродов.

При срабатывании конечных выключателей на верхних и нижних электродных головках после сварки первой группы точек подается команда на включение электродвигателя шагового перемещения.

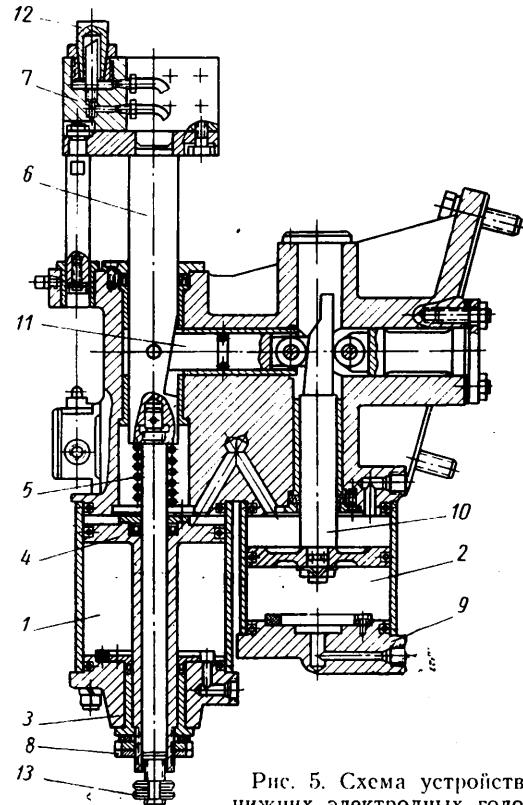


Рис. 5. Схема устройства нижних электродных головок

В процессе перемещения машины упор гребенки нажимает на конечный выключатель и отключает электродвигатель. Расстояние между упорами гребенки равно 67 мм, что соответствует шагу между рельефами. При отключении электродвигателя машина останавливается, дается команда на сжатие изделия электродами, сварку, проковку, и так цикл повторяется 8 раз. После сварки машина возвращается в исходное положение. Режим сварки бортов с полом платформы: сварочный ток 28 кА; усилие сжатия 900—1000 кг; время импульса тока 1,8 сек. Внедрение на Мытищинском машиностроительном заводе процесса и двух машин для рельефно-точечной сварки деталей платформы автомобиля-самосвала позволило высвободить 14 рабочих, улучшить условия труда и снизить расход электродов.

# Глубокая вытяжка плоской заготовки с неравнопрочными сечениями

**Д-р техн. наук В. Т. МЕЩЕРИН, Г. ЦЕММАН**

Московский станкоинструментальный институт

ПРИ ГЛУБОКОЙ вытяжке теоретически предельный для первой операции коэффициент вытяжки

$$m_1 = \frac{d_1}{D},$$

где  $d_1$  — диаметр изделия;

$D$  — диаметр плоской заготовки при нормальной температуре равен 0,36.

Однако вследствие трения, возникающего под прижимом и на кромке матрицы, явления изгиба при переходе фланца в цилиндрическую часть и упрочнения металла в процессе холодной деформации, практический коэффициент вытяжки для малоуглеродистых сталей марок 08; 10 и 15Г не бывает ниже 0,48. Максимальная высота стакана для указанных материа-

лов при  $m_1=0,5$  характеризуется отношением  $\frac{h_1}{d_1} = 0,6 \div 0,7$

(де  $h_1$  — высота вытянутого стакана).

Предпосылками для осуществления глубокой вытяжки, помимо правильного выбора материала, являются также оптимальные: смазка, усилие прижима, радиусы матрицы и пuhanсона и зазор между ними.

Степень деформации при вытяжке можно увеличивать различными способами, в том числе: увеличением пластичности фланца при сохранении прочности опасной зоны (вытяжка с дифференцированным нагревом); увеличением прочности опасной зоны при сохранении пластичности фланца; созданием благоприятного деформированного состояния.

Вытяжка с дифференцированным нагревом наиболее эффективна при изготовлении изделий сложной конфигурации из легких цветных сплавов. В зависимости от характеристик материала при вытяжке полых деталей за одну операцию можно получить стакан высотой, равной  $h_1 = (1,3 \div 2,3)d_1$ .

Для вытяжки хромоникелевых сплавов успешно применяется глубокое охлаждение опасной зоны до минус 160—170°, благодаря чему прочность данной зоны увеличивается в 2—2,5 раза. Это дает возможность за одну операцию вытянуть стаканы, высота которых на 20—30% больше, чем при обычной вытяжке.

Однако в машиностроении наиболее распространеными материалами являются малоуглеродистые стали, полые детали из которых часто имеют высоту  $h_1 = (0,6 \div 1,1)d_1$  и соответствующий этой высоте итоговый коэффициент вытяжки 0,49—0,42. Для сталей не всегда целесообразно применять вытяжку с подогревом.

Возникает вопрос, нельзя ли у плоской заготовки образовать большую, чем у исходного материала, прочность в опасной зоне, не изменяя пластичность в деформируемом фланце?

Нами были экспериментально исследованы два новых способа повышения прочности в опасной зоне: механическое упрочнение опасной зоны и увеличение толщины материала в опасной зоне.

Исследования проводились в лаборатории кафедры «Оборудование и технология ковки и штамповки» Московского станкоинструментального института на кривошипном прессе двойного действия усилием 63 т с жестким прижимом. Эксперименты проводились при следующих параметрах: толщина заготовки 1,2—1,24 мм, диаметр стакана 75 мм, зазор между пuhanсоном и матрицей 1,40 мм, радиус закругления матрицы 12 мм, смазка — машинное масло МС.

Для объективной оценки экспериментальных данных, полученных при вытяжке обычных заготовок, с данными, полученными при вытяжке заготовок, имеющих более прочную опасную зону, параметры эксперимента не изменялись.

Для выбора той зоны плоской заготовки, которую необходимо упрочнить, было исследовано изменение толщины  $S$  при вытяжке стакана диаметром 75 мм (рис. 1, кривая 1).

Для придания материалу в опасных зонах большей прочности на плоских заготовках площадь кольца в границах: наружный диаметр 95 мм и внутренний 65 мм — была упрочнена

на. Деформация плоцади кольца в целях упрочнения осуществлялась различными способами: обжатием на гидравлическом прессе, ударами на фрикционном прессе и вальцовкой на зигмашине.

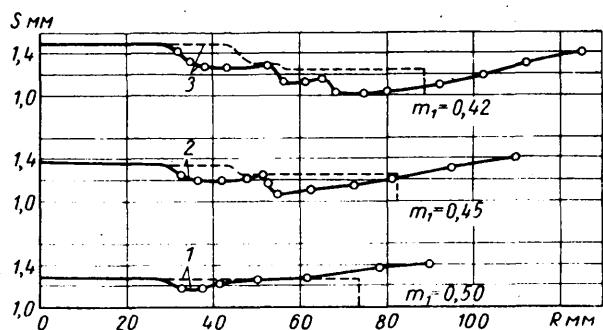


Рис. 1. Изменение толщины исходной заготовки (образующие стаканов развернуты):

1 — вытяжка из обычной заготовки, материал сталь 20; 2 — вытяжка из заготовки, имеющей в опасной зоне утолщение 8% на плоцади диаметром 95 мм, сталь 10сп; 3 — вытяжка из заготовки, имеющей в опасной зоне утолщение 5% на плоцади диаметром 110 мм и 21% на плоцади 95 мм, сталь 10сп (сплошные линии — толщина стенок стакана; штриховые — толщина заготовки)

При холодной деформации опасной зоны на 6—10% листовые заготовки толщиной 1 мм из стали 10 вытягиваются при  $m_1=0,5$ , без трещин, а из неупрочненных заготовок при том же коэффициенте вытяжки у 80% стаканов наблюдается отрыв dna. Увеличение коэффициента вытяжки для низкоуглеродистых сталей за счет механического упрочнения опасной зоны незначительно. Это объясняется тем, что при упрочнении опасной зоны с увеличением прочности материала, одновременно происходит уменьшение толщины в этой зоне, поэтому абсолютный прирост прочности невелик. Для подтверждения этого вывода проведены следующие испытания. Десять образцов сечением 20×1,5 мм, длиной 80 мм из стали 10 подвергались холодной деформации на 11—20%, после чего были разорваны. При этом оказалось, что  $\sigma_b$  увеличивается на 20—27%, однако эффективный прирост прочности работающего сечения составляет в среднем всего 2,4—3%.

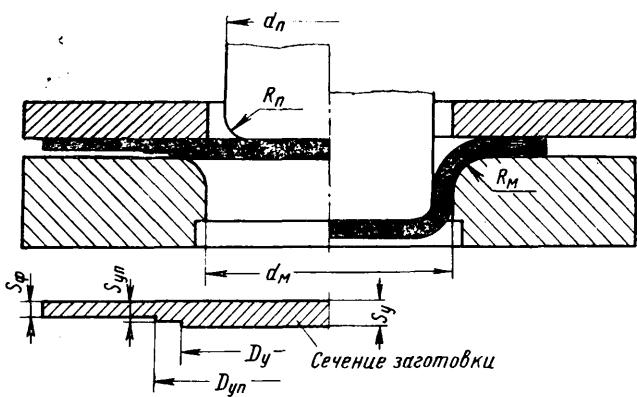


Рис. 2. Положение в вытяжном штампе заготовки с утолщением опасной зоны

Для получения заготовок с различными толщинами, фланцы их были утонены путем снятия излишнего металла на токарном станке, а опасная зона оставлена более толстой. На рис. 2

показано положение такой заготовки в штампе. Толщина и диаметр утолщенной зоны ограничиваются размерами матрицы и определяются по формулам:

$$D_y = d_m + 2R_m; \quad S_y < \frac{d_m - d_n}{2},$$

где  $D_y$  — диаметр максимально утолщенной зоны;

$d_m$  — диаметр матрицы;

$d_n$  — диаметр пuhanсона;

$R_m$  — радиус закругления матрицы;

$S_y$  — толщина заготовки в зоне максимального утолщения.

В случае переменной толщины заготовки в опасной зоне толщина под прижимом должна быть

$$S_{y_n} < (1,1 \div 1,2) S_\phi,$$

где  $S_{y_n}$  — толщина усиленной зоны под прижимом;

$S_\phi$  — толщина фланца;

$1,1 \div 1,2$  — коэффициент, определяющий зазор между матрицей и прижимом (зависит от толщины материала) при вытяжке с жестким складкодержателем.

Результаты проведенных экспериментов показывают, что даже при рядовой смазке путем утолщения опасной зоны удается за один проход вытянуть стаканы высотой  $h_1 = 1,1d_1$ , что соответствует коэффициенту вытяжки 0,42. На рис. 3 показано изменение коэффициента вытяжки в зависимости от утолщения опасной зоны. С увеличением толщины опасной зоны коэффициент вытяжки улучшается и стремится к минимальной величине для данной стали. Улучшение коэффициента вытяжки происходит тем интенсивнее, чем менее чувствительна соответствующая сталь к упрочнению при холодной деформации. Утолщение больше, чем на 20%, неэффективно, так как интенсивность улучшения коэффициента вытяжки уменьшается. Кроме того, дальнейшему уменьшению коэффициента вытяжки препятствует то обстоятельство, что опасное сечение постоянно перемещается от выхода закругления пuhanсона к середине высоты вытягиваемого стакана.

Кривые 2 и 3 на рис. 1 характеризуют изменение толщины стенок стакана в зависимости от утолщения опасной зоны и коэффициента вытяжки, при этом максимальное утонение наблюдается в точках *a* и *b* и оно составляет соответственно 13 и 19% относительно исходной толщины фланца.

В случае небольшого масштаба производства полых деталей, у которых  $h_1 = (0,8 \div 1,1)d_1$ , экономически целесообразно вместо выведения второй вытяжки применить плоские заготовки с повышенной толщиной, получаемые в опасной зоне путем

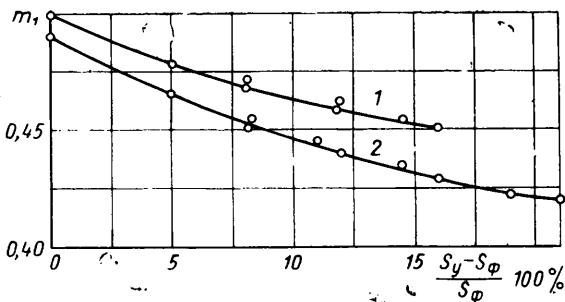


Рис. 3. Изменение коэффициента вытяжки для стакана диаметром 75 мм и толщины фланца заготовки 1,3 мм в зависимости от утолщения опасной зоны:

1 — сталь 20; 2 — сталь 10СП

снятия резанием излишка металла с фланца. Для большого масштаба сначала нужно решить экономический метод получения заготовок с различной толщиной фланца в опасной зоне.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Сторожев М. В., Попов Е. А. Теория обработки металлов давлением. Изд-во «Высшая школа», 1963.
- Справочник. Металловедение и термическая обработка стали. Металлургиздат, 1956.
- Шефталь Н. И. Производство калиброванной и холоднокатаной стали. Металлургиздат, 1956.
- Исаченко Е. И. Новые способы штамповки вытяжки. Машгиз, 1955.
- Исаченко Е. И. Штамповка резиной и жидкостью. Машгиз, 1962.

УДК 629.113:621.883.7.001.4

## К вопросу о точности затяжки резьбы сборочным инструментом

И. Л. БЛАЕР

Проектный, технологический и научно-исследовательский институт Министерства автомобильной промышленности

**СОЕДИНЕНИЯ**, собираемые с помощью резьбовых изделий, должны обеспечивать надежную работу стыка в условиях переменных внешних и температурных нагрузок. Это достигается за счет создания в соединении определенных усилий, получаемых за счет предварительной затяжки резьбовых изделий при монтаже. Особое значение приобретает степень затяжки резьбовых соединений во многих ответственных узлах двигателей внутреннего горения.

Для надежного соединения узлов и механизмов машин с помощью резьбовых изделий в условиях массового и серийного производства необходимо с достаточной точностью и наименьшей трудоемкостью обеспечить при помощи инструмента заданное значение усилия затяжки и осуществить контроль его. На заводах автомобильной промышленности с этой целью широко применяются различного рода механизированные гайковерты. Однако точность, обеспечиваемая существующими механизированными гайковертами при затяжке резьбы, не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к ответственным резьбовым соединениям. Поэтому в производственных условиях после предварительной затяжки гайки механизированным гайковертом сборка ответственных резьбовых соединений осуществляется с помощью ручного динамометрического ключа.

Анализ затяжки резьбового соединения ручным динамометрическим ключом показывает, что последний этап затяжки до заданного значения крутящего момента заканчивается либо в процессе вращения затягиваемой гайки, либо лишь при некотором смещении ее. Так, например, около 20% гаек M11×1 головки блока двигателей ГАЗ-51, ГАЗ-53 и М-21, затягивав-

ших после гайковерта ручным динамометрическим ключом до заданного значения крутящего момента, приходится лишь страгивать с места. Естественно, что возникающий при сдвигании гайки с места момент трения в резьбе и по торцу сопрягаемых поверхностей гайки и изделия будет больше, чем в процессе вращения гайки (в силу различия значений коэффициентов трения скольжения в состояниях покоя и движения).

Затяжка таких гаек прекращается соответственно показаниям указателя динамометрического ключа, т. е. еще до того, как к ней приложен действительно необходимый для нормальной затяжки крутящий момент.

Существующая конструкция пружинных динамометрических ключей не исключает в этом случае возможности достижения заданного крутящего момента в процессе затяжки еще и до момента страгивания гайки с места, поскольку при этом контролируется лишь сжатие пружины ключа (пропорциональное крутящему моменту), а не смещение затягиваемой гайки.

Влияние описанного характера затяжки гайки ручным динамометрическим ключом на действительное усилие, возникающее в стержне болта (шпильки), было проверено в Проектном, технологическом и научно-исследовательском институте (ПТНИИ) Министерства автомобильной промышленности СССР на ответственных резьбовых соединениях двигателей ГАЗ-51, ГАЗ-53 и М-21.

Проверка производилась методом тензометрирования. Гайка M11×1 головки блока предварительно затягивалась гайковертом, и определялось напряжение, возникающее при этом в стержне шпильки. Затем измерялся крутящий момент при

смещении гайки ручным динамометрическим ключом. Момент страгивания гайки с места фиксировался по показанию стрелки тензометра.

При подсчете усилия в стержне шпильки площадь сечения ее принята равной  $0,786 \text{ см}^2$ , материал шпильки — сталь 40Х, материал головки блока — алюминий.

Таблица 1

Номер актовый номер затяжки шпильки	Двигатель ГАЗ-51		Двигатель ГАЗ-53		Двигатель М-21		Ослабление затяжки в %		
	Напряжение в стержне одной шпильки при затяжке в $\text{kz} \cdot \text{см}^2$	Напряжение в стержне одной шпильки после затяжки в $\text{kz} \cdot \text{см}^2$	Напряжение в стержне одной шпильки при затяжке в $\text{kz} \cdot \text{см}^2$	Напряжение в стержне одной шпильки после затяжки в $\text{kz} \cdot \text{см}^2$	Напряжение в стержне одной шпильки при затяжке в $\text{kz} \cdot \text{см}^2$	Напряжение в стержне одной шпильки после затяжки в $\text{kz} \cdot \text{см}^2$			
	Напряжение в стержне всех шпилек в $\text{kz} \cdot \text{см}^2$	Ослабление затяжки в %	Напряжение в стержне всех шпилек в $\text{kz} \cdot \text{см}^2$	Ослабление затяжки в %	Напряжение в стержне всех шпилек в $\text{kz} \cdot \text{см}^2$	Ослабление затяжки в %			
1	6800	5640	17,0	5560	2810	31,4	5060	2820	44,2
2	4840	2640	45,5	6060	4040	33,3	7040	5540	21,3
3	5880	4320	26,5	4860	3160	35,0	3360	2600	22,6
4	5760	2940	49,0	5400	3860	28,6	5180	3880	29,0
5	7340	4840	34,0	5640	3880	31,2	3400	2300	32,3
6	6100	4160	31,8	6100	4780	21,6	4300	2780	35,3
7	9400	7040	25,0	5300	3760	29,0	5520	5180	6,0
8	5600	4580	18,0	4640	3980	14,2	—	—	—
9	6740	5060	24,8	7080	6240	11,8	—	—	—
10	7980	6260	21,5	5060	3840	24,2	—	—	—
11	5560	4660	16,0	5740	4660	18,8	—	—	—
12	6600	5460	17,0	3320	2420	27,3	—	—	—
13	4900	3740	23,5	6000	4680	22,0	—	—	—
14	5920	4180	29,4	4340	3700	14,8	—	—	—
15	7160	4980	30,5	5800	4800	17,2	—	—	—
16	5600	4460	20,5	6500	6280	3,4	—	—	—
17	6700	5500	18,0	4000	3940	1,5	—	—	—
Средние значения			26,0		21,5		27,2		

Произведено несколько сот измерений. Измерения показали, что при страгивании гайки с места ручным динамометрическим ключом:

а) одному и тому же значению крутящего момента динамометрического ключа соответствуют различные значения усилий, действующих в стержне шпильки;

б) одинаковому усилию, действующему в стержне шпильки, соответствует значительный диапазон показаний крутящего момента;

в) показания динамометрического ключа бессистемны.

В производственных условиях смещение гайки ручным динамометрическим ключом используется при контроле качества затяжки, а также происходит при дотяжке группового резьбового соединения, когда неодновременная его затяжка приводит к ослаблению ранее затянутых болтов или шпилек (табл. 1).

Для устранения ошибок, возникающих при контроле качества затяжки методом смещения гайки динамометрическим

ключом, необходимо всемерно искоренять этот метод из производственной практики.

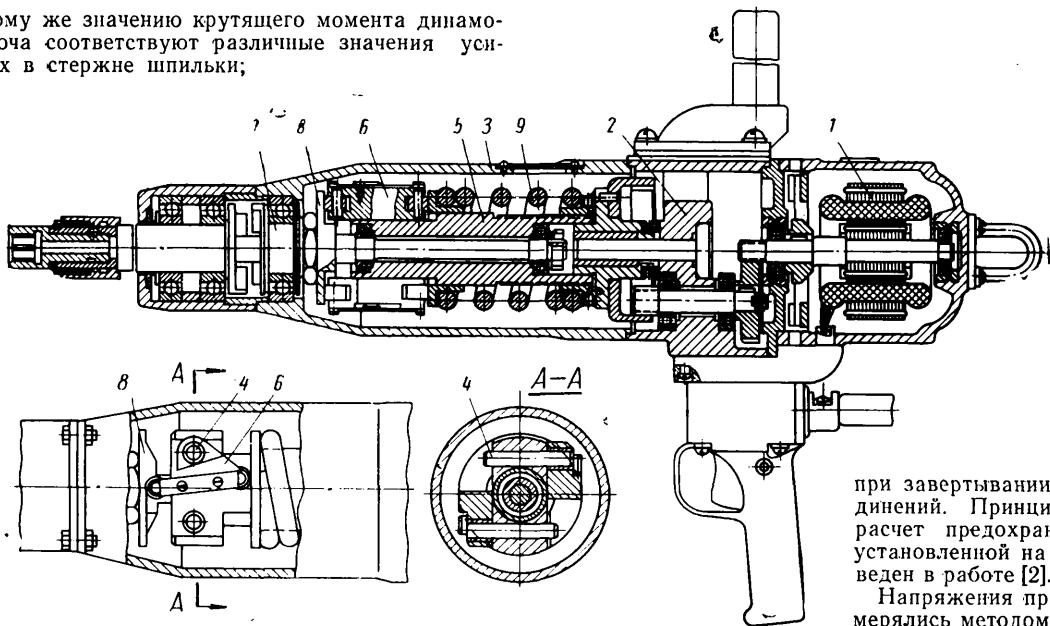
Применение динамометрического ключа для точной затяжки целесообразно лишь в случае обеспечения непрерывного вращения гайки на последнем этапе затяжки.

Исследований, которые бы четко ответили на вопрос, может ли механизированный гайковерт обеспечить стабильную затяжку резьбовых соединений в условиях поточного производства и какова должна быть при этом его точность, производится недостаточно, так же как и работ по определению точности ограничения крутящего момента существующих механизированных гайковертов. Между тем систематизация объективных качественных показателей работы применяемых гайковертов способствовала бы разработке и внедрению наиболее прогрессивных направлений и конструкций механизированных гайковертов.

Для отработки механизма точного ограничения крутящего момента и определения влияния его точности на стабильность затяжки резьбового соединения ПТИИ в производственных условиях Горьковского автозавода провел испытание механизированного гайковерта, снабженного кулачковой предохранительной муфтой [1].

Механизированный гайковерт (см. рисунок) состоит из электропривода 1 редуктора 2 и корпуса 3, соединенных в агрегат. В корпусе 3 на оси 4 ведущей втулки 5 размещены рычаги 6 предохранительной муфты. На шлицах шпинделя 7 установлен ведомый диск 8 с торцовыми кулачками. Пружина 9 поджимает рычаги 6 до их соприкосновения с кулачками ведомого диска 8.

При завертывании резьбового соединения электропривод 1 через редуктор 2 и оси 4 ведущей втулки 5 передает вращение на рычаги 6, которые в результате усилия пружины 9 приводят во вращение ведомый диск 8 и шпиндель 7. В момент окончания завертывания гайки или болта шпиндель 7 и ведомый диск 8 резко останавливаются. Однако благодаря возможности вращения рычагов 6 на оси 4 ведущая втулка 5 вместе с шестернями редуктора 2 и валом привода 1 продолжает вращаться с неизменной скоростью, заставляя рычаги 6 обкатываться по кулачкам ведомого диска 8 и сжимать пружину 9. При этом на корпусе 3 не возникает реактивного крутящего момента, что значительно уменьшает утомляемость рабочего



при завертывании резьбовых соединений. Принцип устройства и расчет предохранительной муфты, установленной на гайковерте, приведен в работе [2].

Напряжения при испытаниях измерялись методом тензометрирования. Навернутая на шпильку гайка

или наживленный на две-три нитки болт завертывался гайковертом вплоть до момента прощелкивания предохранительной муфты. Затяжка прекращалась спустя 5 или 15 сек после начала срабатывания предохранительной муфты.

С целью исключения неконтролируемых факторов, влияющих на качество затяжки резьбового соединения (коэффициент трения в резьбе и по торцу гайки, отклонения размеров резьбы шпильки и гайки и др.), затяжка гайковертом и измерения напряжений осуществлялись на каждом соединении не менее 10 раз, а значение величин принималось среднеарифметическим из 10 измерений (табл. 2).

Таблица 2

Наименование резьбового соединения двигателя	Напряжение в стержне болта (шпильки) в кг/см <sup>2</sup> при 5 сек затяжки		Стабильность затяжки δ в %	Напряжение в стержне болта (шпильки) в кг/см <sup>2</sup> при 15 сек затяжки		Стабильность затяжки δ в %
	Среднее	Максимальные отклонения		Среднее	Максимальные отклонения	
Крепление головки блока, шпилька M11×1 № 33 . . . . .	4640	4020—4410	+6,15÷—4,9	4660	5050—4370	+8,15÷—6,1
Крепление крышки шатуна, болт M10×1 № 4 . . . . .	6500	6850—6040	+5,45÷—6,95	6890	7290—6460	+5,85÷—6,0
Крепление коренного подшипника, болт M14×2 № 4 . . . . .	1550	1750—1460	+12,3÷—6,1	1690	1850—1510	+9,25÷—10,7
Крепление маховика, болт M11×1 № 3 . . . . .	4140	4450—3970	+7,6÷—4,15	4160	4390—3900	+5,2÷—6,5

Величина стабильности  $\pm \delta$  затяжки резьбового соединения в описанных условиях определялась по выражению

$$+ \delta = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{\sigma_{\min}} 100\%, \quad (1)$$

$$- \delta = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} 100\%, \quad (2)$$

где  $\sigma_{\max}$ ,  $\sigma_{\min}$  и  $\sigma_{\min}$  — максимальное, минимальное среднегарифметическое из 10 измерений напряжение в стержне болта, возникающее при затяжке его инструментом.

Для сравнения аналогичные повторные затяжки тех же соединений выполнены с помощью типовых механизированных гайковертов ЭК-5 и ЭК-3 (табл. 3).

Таблица 3

Наименование резьбового соединения двигателя	Тип гайковерта	Напряжение в стержне болта в кг/см <sup>2</sup>		Стабильность затяжки δ в %
		среднее	макс., отклонения	
Крепление головки блока, шпилька M11×1 № 33 . . .	ЭК-5	5220	6440—1740	+22,3÷—66,7
Крепление крышки шатуна, болт M10×1 № 4 . . . . .	ЭК-3	4100	4610—3450	+12,6÷—15,7
Крепление коренного подшипника, болт M14×2 № 4 . . .	ЭК-5	1770	2600—1210	+47,0÷—31,6
Крепление маховика, болт M11×1 № 3 . . . . .	ЭК-3	3900	5330—2110	+35,9÷—45,8

Естественно, что при повторной затяжке одного и того же резьбового соединения коэффициент трения не остается постоянным и потому измеренная величина стабильности  $\pm \delta$  затяжки не является результатом лишь неточного ограничения крутящего момента предохранительной муфтой. Если пренебречь влиянием скорости вращения при затяжке, то влияние коэффициента трения на величину стабильности при повторной затяжке возможно выявить с помощью ручного динамометрического ключа. В самом деле, при незначительной погрешности в отсчете величины крутящего момента ручного динамометрического ключа (в случае непрерывного вращения гайки на последнем этапе затяжки) изменение напряжения в стержне болта при повторной затяжке им одного и того же соединения до заданного значения крутящего момента должно быть пропорционально изменению коэффициента трения, возникающего в резьбе и по торцу гайки. Сравнение результатов повторной затяжки резьбового соединения ручным динамометрическим ключом (табл. 4) и испытуемым инструментом может в определенной мере характеризовать величину неравномерности затяжки, обеспечиваемую сборочным инструментом (табл. 5), которая в этом случае подсчитывается по выражению

$$\pm \gamma = \frac{[(+\delta_u) - (+\delta_d)] + [(-\delta_u) - (-\delta_d)]}{2} \%, \quad (3)$$

где индексы  $u$  и  $d$  относятся к величинам испытуемого инструмента и динамометрического ключа.

Стабильность затяжки резьбового соединения сборочным инструментом в условиях первоначальной сборки может быть

оценена с учетом величины неравномерности затяжки инструментом и коэффициентов трения в резьбе и по торцу гайки.

Анализ полученных величин показывает, что неравномерность затяжки гайковертом с предохранительной муфтой не превышает  $\pm 2,5\%$ , а в то время как для гайковертов ЭК-5 и ЭК-3 она достигает соответственно величин  $\pm 39,9\%$  и  $\pm 37,35\%$ .

Испытания предохранительной муфты на специальном приспособлении, исключающем влияние коэффициента трения,

Таблица 4

Наименование резьбового соединения двигателя	Крутящий момент затяжки в кг·м	Напряжения в стержне болта (шпильки) в кг/см <sup>2</sup>		Стабильность затяжки δ в %
		Среднее значение	Максимальные отклонения	
Крепление головки блока, шпилька M11×1 № 33 . . .	6	3478	3680—3360	+6,0÷—3,2
Крепление крышки шатуна, болт M10×1 № 4 . . . . .	7	5720	5910—5400	+3,2÷—5,5
Крепление коренного подшипника, болт M14×2 № 4 . . .	6	1600	1830—1490	+16,2÷—6,9
Крепление маховика, болт M11×1 № 3 . . . . .	6	3890	4000—3740	+3,0÷—4,0

Таблица 5

Тип гайковерта	Неравномерность затяжки резьбовых соединений в %			
	крепления головки блока	крепления крышки шатуна	крепления коренного подшипника	крепление маховика
Гайковерт с предохранительной муфтой при затяжке:				
5 сек . . . . .	± 0,5	± 1,85	0	± 2,37
15 сек . . . . .	± 2,5	± 1,57	0	± 2,35
Гайковерт ЭК-5 . . . . .	± 39,9	—	± 27,75	—
Гайковерт ЭК-3 . . . . .	—	± 9,8	—	± 37,35

показали, что точность ограничения ею нагрузки обеспечивается в пределах  $\pm 4\%$  от номинальной [2].

Если учесть, что в производственных условиях субъективный контроль заданного значения крутящего момента по указателю ручного динамометрического ключа выполняется с ошибкой в пределах 2—3%, то неравномерность затяжки определяемым гайковертом с предохранительной муфтой можно признать достаточной для обеспечения стабильной затяжки резьбового соединения.

## Выводы

1. Описанный механизированный гайковерт со специальной предохранительной муфтой обеспечивает достаточно высокую точность и стабильность затяжки резьбовых соединений.

2. Описанная предохранительная муфта может служить типовым элементом, встраиваемым в гайковерты, сборочные головки автоматических линий и другие устройства для точного ограничения крутящего момента.

## ЛИТЕРАТУРА

- «Бюллетень изобретений», № 16, 1964, Авторское свидетельство № 16184.
- Блаэр И. Л. «Вестник машиностроения», 1964, № 12.

# Работа деформации при штамповке выдавливанием в закрытых штампах

Канд. техн. наук А. П. АТРОШЕНКО, Б. А. НАУМЧЕВ

Ульяновский политехнический институт

**П**РОЦЕСС штамповки выдавливанием в закрытых штампах по схеме, приведенной на рис. 1, для расчета энергетических затрат можно разбить на три этапа: свободную осадку, закрытую осадку, закрытое выдавливание.

Работу деформации на этапе свободной осадки до соприкосновения боковой поверхности заготовки с стенками матрицы можно определить по известным формулам Финка [1], М. В. Сторожева [2].

Процесс закрытой осадки в полости цилиндрической матрицы состоит из стадии осадки с подпором стенок и стадии осадки с заполнением углов.

Осадка с подпором начинается с момента касания бочкообразной поверхности заготовки стенок цилиндрической матрицы и продолжается до момента образования радиусов в углах матрицы.

Осадка с заполнением углов начинается с оформления радиусов в углах матрицы и продолжается до заполнения их металлом. При тех размерах поковок, которые штампуются на кривошипных прессах, эта стадия наблюдается на очень незначительной части хода ползуна, поэтому ее можно не учитывать в расчетах.

Рассмотрим процесс осадки с подпором при  $H > D$ . Очаг деформации (рис. 2) ограничен зонами затрудненной деформации [3], образующимися на поверхностях контакта заготовки с инструментом. Если принять даже, что ось  $X$ , на которой

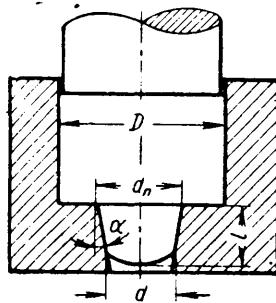


Рис. 1

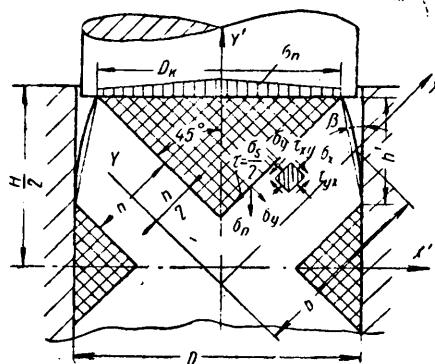


Рис. 2.

рой значение  $\tau_{xy}=0$ , проходит на расстоянии  $\frac{h}{2}$  от границ очага деформации, то совместное решение уравнений равновесия и условия пластичности, построения эпюры нормальных напряжений на верхней контактной поверхности позволяют получить формулу для усилия

$$P = \frac{\pi D^3}{4} \Phi_3^2 \frac{\sqrt{2}}{2} \sigma_S \left[ 1 + \frac{D \left( 1 - \frac{1}{3} \Phi_3 \right)}{\frac{3(H-H_0)}{2 - \Phi_3(1+\Phi_3)} + D(1-\Phi_3)} \right], \quad (1)$$

где  $D$  — диаметр матрицы;

$\Phi_3$  — отношение  $\frac{D_k}{D}$ , соответствующее данному моменту осадки;

$D_k$  — диаметр контактной поверхности;

$\sigma_S$  — сопротивление деформированию;

$H$  — текущее значение высоты;

$H_0$  — высота заготовки при заполнении полости матрицы диаметром  $D$ .

Вычислим работу деформации интегралом вида

$$A = \int_{H_2}^{H_1} P dH. \quad (2)$$

Подстановка формулы (1) в выражение (2) приводит к следующему:

$$A = \frac{\pi D^3}{4} \Phi_{3m}^2 \frac{\sqrt{2}}{2} \sigma_{Sm} \left[ (H_1 - H_2) + \frac{D}{3} \left( 1 + \frac{1}{3} \Phi_{3m} \right) C_1 \ln \frac{(H_1 - H_0) + \frac{D}{3} C_2}{(H_2 - H_0) + \frac{D}{3} C_2} \right], \quad (3)$$

где  $\Phi_{3m}$  — среднее интегральное значение  $\Phi_3$  в пределах интегрирования от  $H_1$  до  $H_2$ ,

$$\Phi_{3m} = \frac{2\sqrt{H_0}}{\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}} - \frac{9}{16} \cdot \mu \left( \frac{H_1 - H_2}{2} \right),$$

где  $\mu$  — коэффициент трения;

$\sigma_{Sm}$  — среднее интегральное значение сопротивления деформированию, которое можно определить графически для данной степени деформации по кривым упрочнения при фиксированных температуре и скорости деформации;

$H_1$  и  $H_2$  — начальное и конечное значения высоты на данной стадии;

$$C_1 = 2 - \Phi_{3m}(1 + \Phi_{3m});$$

$$C_2 = 2(1 - \Phi_{3m}) - \Phi_{3m}(1 - \Phi_{3m}^2).$$

Работа на преодоление трения при проталкивании заготовки в матрице при осадке с подпором

$$A_{mp} = \frac{\pi D \mu \sigma_{Sm}}{2 - \Phi_{3m}(1 - \Phi_{3m})} \left\{ 3H_0(H_1 - H_2) + \frac{1}{2} [1 + \Phi_{3m}(1 + \Phi_{3m})] (H_1^2 - H_2^2) \right\}. \quad (4)$$

Для определения величины работы деформации при прямом закрытом выдавливании в коническое очко матрицы использована известная формула М. В. Сторожева [2]:

$$P = \frac{\pi D^2}{4} 2\sigma_{S1} \left[ \left( \frac{\mu_D + 0,5}{2 \sin \gamma} + \frac{2}{1 + \cos \gamma} \right) \ln \frac{D}{d_n} + \mu_D \frac{h}{D} \frac{\sigma_{S2}}{\sigma_{S1}} \left( 1 + \frac{\mu_d + 0,5}{2 \sin \alpha} \right) \ln \frac{d_n}{d} \right],$$

где  $\sigma_{S1}$  и  $\sigma_{S2}$  — сопротивление металла деформированию в приемнике и в полости матрицы;

$h$  — уровень металла в приемнике;

$\mu_D$  и  $\mu_d$  — коэффициенты трения в приемнике и полости матрицы;

$\alpha$  — угол конусности матрицы;

$\gamma$  — угол естественного течения ( $2\gamma = 110 \div 130^\circ$ ).

В результате интегрирования выражения (2) получаем формулу для определения работы

$$A = \frac{\pi D^2}{4} 2\sigma_{Sm} \left\{ \left[ \left( \frac{\mu_D + 0,5}{2 \sin \gamma} + \frac{2}{1 + \cos \gamma} \right) \ln \frac{D}{d_n} + K_m \right] (h_1 - h_2) + \frac{\mu_D}{2D} (h_1^2 - h_2^2) \right\}, \quad (5)$$

где  $K_m$  — среднее интегральное значение отношения сопротивления затеканию металла в коническую полость матрицы к  $\sigma_{Sm1}$ ,

$$K_m = \frac{\sigma_{Sm2}}{\sigma_{Sm1}} \left( 1 + \frac{\mu_D + 0,5}{2 \sin \alpha} \right) \frac{d_n}{2l \operatorname{tg} \alpha} \left[ 1 - \frac{d_n - 2l \operatorname{tg} \alpha}{d_n} \times \times \left( 1 + \ln \frac{d_n}{d_n - 2l \operatorname{tg} \alpha} \right) \right];$$

$\sigma_{Sm1}$  и  $\sigma_{Sm2}$  — средние интегральные значения сопротивления деформированию в приемнике и полости матрицы.

Определив таким образом работу деформации на каждом из этапов осадки, можно подсчитать суммарное значение работы. Границы этапов по ходу перемещения ползуна пресса легко определяются из условия постоянства объема.

Предлагаемые расчетные зависимости и вся методика проверялись экспериментально на свинцовых и стальных образцах на машине для статических испытаний ГМС-50 и кривошипном горячештамповочном прессе усилием 1600 т в кузнецком цехе Ульяновского автозавода. Экспериментальная проверка показала удовлетворительную сходимость расчетных и экспериментальных значений работы.

## ЛИТЕРАТУРА

- Павлов И. М. Теория прокатки. Металлургиздат, 1950.
- Сторожев М. В., Попов Е. А. Теория обработки металлов давлением. Машгиз, 1957.
- Журавлев А. З. Сопротивление деформированию при штамповке осесимметричных деталей в закрытых штампах. Сб. «Обработка металлов давлением». Изд-во АН СССР, 1958.



УДК 629.113:681.14(73)

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ США

**Основными** показателями уровня экономического развития отрасли считаются электовооруженность и машиноооруженность труда. В настоящее время появился новый показатель, характеризующий степень управления производством с помощью ЭВМ и другой электронной техники. Этот показатель занимает ведущее место. В зарубежной экономической литературе часто приводится показатель вооруженности труда с помощью ЭВМ (см. таблицу).

Борьба за увеличение производительности труда и повышение отдачи с единицы капиталовложений ведется не только в цехе, но и в области разработки самой различной производственной и экономической информации с помощью ЭВМ.

Количество действующих ЭВМ в отдельных капиталистических странах в 1965 г. [1]

Страны	Население (в тыс.)	Количество действующих ЭВМ	Количество ЭВМ, прихо- дящееся на 1 млн. населе- ния
США . . . . .	192 119	20 158	105
ФРГ . . . . .	56 097	1 623	29
Франция . . . . .	48 417	1 061	22
Англия . . . . .	54 213	1 160	21
Нидерланды . . . . .	12 124	224	19
Япония . . . . .	96 906	1 840	19

Применение электронно-вычислительной техники в автомобильной промышленности США помогает решать задачи автоматизации учетно-статистических, планово-экономических работ, обрабатывать различные виды информации, лучше вести научные исследования, наконец, более правильно и всесторонне управлять предприятиями и самими производственными процессами.

Совершенствование управления предприятием с помощью ЭВМ приводит к увеличению загрузки оборудования, значительно уменьшает размеры материальных запасов на складах, сокращает численность служащих, ускоряет сроки производства и сроки поставок готовой продукции потребителю. Например, в автомобильной промышленности США изготавливается около 60 000 наименований запасных частей. Чтобы регулировать их производство в соответствии со спросом, для учета и экономического анализа широко используются электронно-вычислительные машины. Так, отдел регулирования производства запасных частей компании Крайслер с помощью ЭВМ 16 раз в месяц обрабатывает экономическую информацию, поступающую с различных складов страны. Определяется также спрос на те или иные детали с учетом сезонных колебаний и других факторов, рассчитываются минимальные страховые запасы, перераспределяются различные запасы между различными складами, рассчитываются объемы поставок на отдельные склады. Применение ЭВМ позволило сократить запасы деталей и узлов на 20% и при этом улучшить качество обслуживания.

В 1965 г. число действующих ЭВМ, установленных американскими компаниями, включая установку за пределами США, составило 22 397. Из общего количества электронно-вычислительных машин общего назначения и специализированных около  $\frac{2}{3}$  используются в промышленности США. В Англии в настоящее время их насчитывается 1160, а в ФРГ — 1603 [2]. Только в автомобиле- и тракторостроении США используется 382 ЭВМ [3], причем в этой стране нет ни одной компании в этих отраслях промышленности, которая бы не имела ЭВМ. По применению ЭВМ автомобиль-

ная промышленность США занимает ведущее место.

Использование ЭВМ в автомобильной и тракторной промышленности во многих случаях приводит к сокращению числа работающих. Так, в 34 компаниях наблюдалось уменьшение работающих на 1—5%, а в 8 фирмах на 5—10% и в 8 компаниях на 10% и более от общего числа работников. Однако в ряде случаев количество работающих не изменяется или увеличивается. Например, в 25 обследованных компаниях число занятых осталось без изменения и в 25 фирмах оно увеличилось на 1—5% [3].

Крупные компании США используют ЭВМ для ведения бухгалтерского учета, контроля товарно-материальных запасов, координации планирования производства и прогнозирования. Более 80% обследованных компаний указали на снижение издержек производства в результате применения ЭВМ в сфере управления, выше 75% — на повышение производительности труда у административно-управленческого персонала, выше 70% — на улучшение обслуживания заказчиков и сокращение числа служащих, 60% — на рост производительности и улучшение конкурентоспособности, около 50% — на снижение товаро-материальных запасов. В большинстве случаев затраты на приобретение и установку ЭВМ окупаются менее чем в 4 года [4].

В автомобильной и тракторной промышленности США все компании ведут учетные работы и осуществляют контроль запасов и товаро-материальных ценностей с использованием ЭВМ. Планирование и управление производством полностью осуществляются на ЭВМ в 92% этих компаний. Для научных и инженерных расчетов 54% компаний используют ЭВМ, для работ по сбору информации — 23%, для прогнозирова-

ния — 38%, для управления технологическими процессами — 15%, для выбора оптимального варианта размещения предприятий — 8%, для использования системы ПЕРТ — 23%, для учета транспортных операций — 15% и для других видов работ — 31% компаний [3].

Одним из необходимых условий работы современных автомобильных компаний является улучшение методов прогнозирования и координации мероприятий в области сбыта продукции. Прогнозы будущего сбыта продукции и очередного цикла производства, вырабатываемые на основе прошлых продаж, непрерывно уточняются в соответствии с текущими данными и поступлением новых заказов. Для повышения точности прогнозов и планируемого производства создаются математические модели спроса на рынке, которые решаются на ЭВМ с использованием теории игр. Так, компания Крайслер в 1964 г. определила с помощью ЭВМ, каким будет рынок сбыта тяжелых грузовых автомобилей в 1970 г. На основании этих расчетов компания запланировала расширение производства [5].

Развитие техники дает возможность автомобильным компаниям быстро перейти на производство новых моделей автомобилей с тем, чтобы по качественным показателям и по стоимости они приближались к хорошо сбывающимся изделиям конкурирующих фирм.

Применение ЭВМ для конструкторских расчетов дало возможность автомобильным компаниям в несколько раз снизить сроки разработки новых моделей автомобилей.

Все больше применяется электронно-вычислительная техника и в сфере обслуживания автомобильного транспорта. Так, в США и в Канаде владельцам автомобилей все чаще предлагаются сплошной диагноз технического состояния автомобилей в современных больших станциях технического обслуживания с помощью новейшего электронного оборудования. Такие станции быстро возникают в различных частях страны. Результаты обследований фиксируются на специальных экранах перед владельцем. Он может также с помощью специального устройства слушать записи работы тех или иных агрегатов автомобилей в процессе испытания.

Один автомобиль проходит обследование приблизительно в течение часа. За это время осуществляется до 100 различных тестов, включающих проверку фар, показания спидометра, мощность двигателя и поведение автомобиля на различных скоростях. Одновременно создаются с помощью специальных механизмов особые условия, имитирующие движение автомобиля под уклон, в гору и по равнинной дороге. До 20 различных сложных приспособлений используется при испытаниях.

После испытаний владелец автомобиля получает детальное заключение о техническом состоянии автомобиля. Одновременно с этим ему сообщается предполагаемая стоимость ремонта в соответствии с утвержденными тарифами. Также он уведомляется о том, какие узлы и механизмы следуют ремонтировать немедленно, а какие еще могут

безопасно эксплуатироваться в течение определенного времени без ремонта.

В современных станциях технического обслуживания такого типа технический осмотр стоит дороже, чем в обычных (около 10 долларов). Однако владельцы автомобилей предпочитают проходить техническое обслуживание и ремонт на новых станциях, так как всестороннее обследование технического состояния автомобиля и полное устранение недостатков и неполадок позволяют эксплуатировать его более экономично и безопасно. Такие новые станции технического обслуживания выдают гарантию после осмотра и ремонта сроком на 90 дней или от 3 до 4 тыс. миль пробега.

Наиболее эффективной считается новая станция технического обслуживания, где осуществляются одновременно обследование, ремонт и продажа запасных частей. В противном случае не так быстро окупается дорогое электронное оборудование.

Около 50 таких станций действует в настоящее время в США и Канаде. Однако их число быстро растет. Сюда устремились со своим капиталом автомобильная промышленность, нефтяные компании, такие, как Мобил Оил, компании по изготовлению покрышек и др. Их привлекает большой и постоянно растущий рынок по ремонту автомобилей с годовой суммой оборота 9 млрд. долларов, причем он расширяется ежегодно на 400 млн. долларов. Предполагают, что к 1975 г. число станций возрастет до 15 000. Расходы только на различное испытательное оборудование для этих центров достигнут 2 млрд. долларов.

Дальнейшее развитие подобных станций технического обслуживания направлено на использование еще более сложного и совершенного электронного оборудования. Предполагается, что в ближайшем будущем для этих целей будут применены ЭВМ, которые будут производить расчеты, связанные с испытаниями, сравнивая состояние автомобиля с тем, на которое можно было бы рассчитывать, учитывая модель автомобиля, его возраст, пробег и т. п. Затем электронно-вычислительная машина будет печатать результаты тех видов необходимых испытаний и тестов, которые требуются для данного автомобиля, а также предполагаемый срок возможной эксплуатации таких важных частей и агрегатов, как покрышки, аккумулятор, карбюратор и пр. [6].

Создание современных систем автоматизированного управления связано с серьезной подготовительной работой и требует известной организационной перестройки. Некоторые компании внедряют ЭВМ поэтапно, тщательно анализируют достигнутые результаты и необходимость дальнейшей механизации. Многие компании используют ЭВМ только для механизации бухгалтерского учета. Подобное ограничение приводит к тому, что затраты не окупаются. Эти выводы подтверждаются практикой. Так, из 288 обследованных компаний 26 совсем не получили какой-либо выгоды от применения ЭВМ для ведения учетно-аналитических работ, 51 фирма получила лишь ограниченную выгоду. Более ус-

пешно использовали ЭВМ лишь крупные фирмы, где наблюдалось более комплексное их применение [7].

В последнее время в автомобильной промышленности США проявляется тенденция к созданию комплексных систем управления. Цель такой системы управления заключается в достижении более высокого уровня эффективности производства и управления как в рамках всего предприятия, так и отдельных его частей. Для выполнения этой задачи создается такая организационная структура управленческого аппарата, при которой деятельность любого работника направляется на устранение «узких мест» в производственном процессе, а также на дальнейшее повышение производительности труда. При этом затраты по организационной структуре сводятся до минимума. Комплексная система управления может успешно функционировать только в том случае, если существует единый критерий для принятия решений во всех подразделениях предприятия. Предприятие рассматривается как комплекс взаимосвязанных служб, деятельность которых направлена к единой цели: производству и сбыту продукции.

Создание комплексной системы управления невозможно без соответствующей системы информации, работающей в реальном масштабе времени. Поэтому работа системы информации стандартизируется и максимально нормализуется, что позволяет значительно повысить практическую ценность информации и скорость ее обработки. При этом предполагается широкое использование математических методов и ЭВМ для решения специальных задач, возникающих в сфере управления производством. Необходимость создания комплексных систем управления вызвана следующими факторами: возрастающим объемом потока информации, возрастающей сложностью управления в результате увеличения объема производства, ассортимента товаров, децентрализации производства и т. п.; увеличением количества вопросов и задач, требующих обязательного и оперативного решения, необходимости перспективного планирования; невозможностью полного и правильного решения современных задач старыми методами.

Создание комплексной системы управления требует проведения глубокой реорганизации в структуре и методах управления. Необходимость такой реорганизации вызвана изменением содержания работы в связи с постановкой целого ряда задач для решения на ЭВМ, появлением в структуре управления координирующего звена, изменением методов управления в связи с повышением эффективности сбора и обработки информации. Реорганизация системы управления проходит в условиях строгого отбора работников, выдвигаемых на руководящие должности, и последующего контроля за ростом их технического уровня [8].

С использованием ЭВМ для ведения учетно-плановых работ и управления производством все шире применяются на промышленных предприятиях новые виды носителей информации. Обычные документы, которые применяются при

ручной технике ведения учета, оказываются непригодными в условиях обработки информации на электронно-вычислительных машинах.

Объясняется это тем, что на каждом промышленном предприятии при старых системах многократно учитывается одна и та же информация, которая необходима для различных отделов, причем учет этот ведется разрозненно. Трудно добиться полного соответствия данных, которые фиксируются разрозненно. Несоответствие возникает в результате неполных, ошибочных дополнений или изменений в параллельно учитываемых сведениях. Это влечет за собой многочисленные неточности и ошибки при дальнейших учетно-аналитических работах.

Обследование одного из промышленных предприятий СНПА средней величины показало, что каждый поступающий заказ на изготовление продукции требует оформления свыше 200 документов и влечет за собой 1750 отдельных операций. Оформление заказа проходит один или несколько раз через руки 75—100 чел. данного предприятия. Эти лица должны перенести с одного документа на другой около 246 тыс. знаков. Все это свидетельствует о большом объеме ручных работ и неизбежности ошибок.

В условиях применения ЭВМ необходимо улучшить первичный учет и использовать данные этого учета в качестве исходной базы для получения различной информации для бухгалтерского, оперативного и статистического учета.

Важно пересмотреть существующие первичные документы и унифицировать их с целью непосредственного ввода информации в ЭВМ.

С использованием ЭВМ необходимо применять машинные методы обработки учетно-аналитической информации. Ориентация на старые методы замедляет внедрение ЭВМ и затрудняет комплексную автоматизацию учетно-аналитических работ.

С внедрением нового вида вычислительной техники представляется широкая возможность углублять и расширять существующие методы экономического анализа, а также применять новые методы обусловленные техническими возможностями ЭВМ.

Зарубежный опыт свидетельствует о том, что возможны два пути внедрения ЭВМ для учетно-плановых работ на промышленных предприятиях. Первый путь — это механизация процесса решения отдельных трудоемких задач, которая не охватывает всего комплекса взаимосвязанных экономических показателей. Второй путь — это полное изучение всей экономической информации и внедрение на основе этого комплексной механизации учетно-плановых работ. Первый путь является более простым, а следовательно, и более быстрым. Но он менее эффективен с точки зрения использования возможностей ЭВМ. Второй путь более сложен, но дает значительно больший эффект. Однако оба пути требуют детального предварительного изучения объекта механизации.

Методы, известные из практики управления производственными процессами и ведения учетно-аналитических работ в капиталистических странах, частично могут быть использованы и у нас. Однако следует иметь в виду, что возможности применения ЭВМ для управления производством и выполнения учетно-аналитических работ в социалистическом народном хозяйстве неизмеримо шире, чем при капиталистическом способе ведения хозяйства. Важным преимуществом нашей системы являются единые основы системы планирования, учета и экономического анализа, единичная методика, единая система социалистической отчетности в автомобильной промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. «National Institute Economic Review», 34, November, 1965, стр. 45.
2. «National Institute Economic Review», 34, November, 1965, стр. 35, 87, 88.
3. «Electrical World», April 12, 1965, vol. 163, № 15, стр. 31—34.
4. «Fortune», August, 1964, стр. 202.
5. «Business Week», April 17, 1965, стр. 133.
6. «U. S. News and World Report», April 11, 1966, стр. 84—85.
7. Higginson M. V. Managing with EDP, New York, 1965, стр. 14.
8. «California Management Review», 1965, vol. 8, № 1, стр. 21—11.

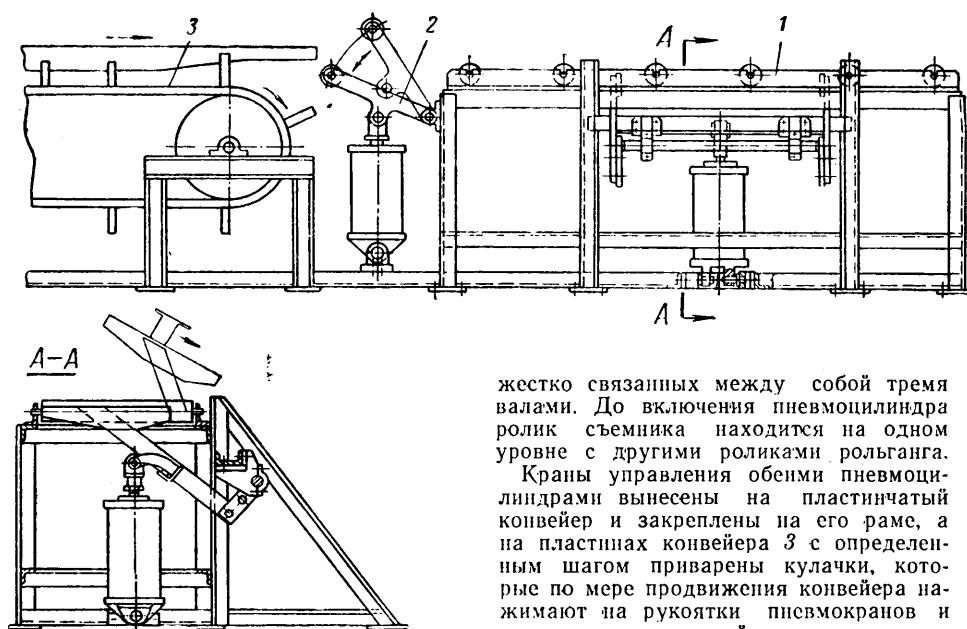
Канд. экон. наук В. В. ЛУКИН

УДК 629.113:621.867.6

#### РОЛЬГАНГ С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ СБРАСЫВАТЕЛЕМ

**Н**А УЛЬЯНОВСКОМ автозаводе для съема и сбрасывания лонжеронов автомобилей ГАЗ-69 со сборочного пластинчатого конвейера сконструирован, изготовлен и внедрен специальный рольганг с пневматическим сбрасывателем (см. рисунок). Рольганг представляет собой раму, жестко связанную с конвейером сборки лонжеронов. Пневматический сбрасыватель 1 смонтирован на раме рольганга. Он состоит из качающегося пневмоцилиндра и двух жестко связанных между собой Г-образных рычагов. Сбрасывающие планки размещены между роликами рольганга на 20 мм ниже верхнего уровня роликов. К уголку, связывающему рычаги сбрасывателя приварен кронштейн, с которым через серьгу и ось соединен шток цилиндра. Цилиндр своими цапфами, осью и кронштейном шарнирно связан с рамой рольганга.

При включении пневмоцилиндра рычаги сбрасывателя, сбрасывающие планки, поворачиваются на оси, проходят между роликами и занимают положение, показанное на рисунке тонкими линиями. На переднем торце рольганга смонтирован механизм 2 съемки лонжеронов из гнезд подставок, в которые лонжерон помещается при сборке на напольном пластинчатом конвейере 3.



Механизм съема состоит из качающегося пневмоцилиндра и двух рычагов,

жестко связанных между собой тремя валами. До включения пневмоцилиндра ролик съемника находится на одном уровне с другими роликами рольганга.

Краны управления обеими пневмоцилиндрами вынесены на пластинчатый конвейер и закреплены на его раме, а на пластинах конвейера 3 с определенным шагом приварены кулачки, которые по мере продвижения конвейера нажимают на рукоятки пневмокранов и включают в заданной последовательности тот или иной пневмоцилиндр. При ходе кулачков с рукоятки последние с помощью пружин возвращаются в первоначальное положение.

Работа механизмов съема осуществляется в следующем порядке. В тот момент, когда передний конец лонжерона окажется над роликом съемника, пневмоцилиндр поднимет передний конец лонжерона и выведет его из гнезда подставок, затем цилиндр выключается и ролик возвращается в свое первоначальное положение, а лонжерон продолжает перемещаться вперед по рольгангу. В тот момент, когда задний конец лонже-

рона окажется в гнезде только одной последней подставки, включается пневмоцилиндр съемника и лонжерон полностью снимается с пластинчатого конвейера. Затем включается пневмоцилиндр сбрасывателя и лонжерон по направляющим уголкам рычагами сходит на пол цеха, после чего пневматические цилиндры выключаются и рычаги обоих цилиндров возвращаются в свое первоначаль-

ное положение. Далее цикл работы рольгана повторяется.

В результате внедрения на заводе рольгана с пневматическим сбрасывателем ликвидировалась трудоемкая операция по съему с конвейера лонжеронов весом до 30 кг и в каждой смене вытеснялся один рабочий.

**А. Н. АНДРЕЕВ, В. Н. ТАЛОВЕРОВ**

Ульяновский автозавод

УДК 629.113:621.762.785.5

## О ПРИМЕНЕНИИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

БОЛЕЕ 70 наименований деталей, изготовленных методом порошковой металлургии, применяется в автостроении. Это детали антифрикционные, трения, фильтрующие и пр. Однако применяемые в настоящее время металлокерамические материалы имеют низкие физико-механические свойства и тем самым ограничивают возможность применения этих материалов для деталей конструкционного назначения.

Существуют разные пути упрочнения порошкового материала, из которых наиболее эффективными являются:

- 1) интенсификация процесса спекания;
- 2) применение легирования;
- 3) применение химико-термической обработки.

В настоящее время все чаще ставится задача получения металлопорошкового материала, обладающего повышенной твердостью и износостойкостью. В этом случае существенное значение для улучшения свойств имеет химико-термическая обработка.

Эксперименты, проведенные в лаборатории порошковой металлургии ранее, показали существенное повышение физико-механических свойств металлокерамического материала при применении термической обработки, а также при цементации и нитроцементации порошковых изделий в газовых средах.

Разработанные в настоящее время контролируемые атмосферы системы  $\text{CO}_2-\text{H}_2-\text{N}_2$  и успешно применяемые в практике химико-термической обработки компактных деталей не нашли еще должного применения в технологии порошковой металлургии.

Однако именно этот тип атмосферы обладает достаточно высоким потенциалом восстановления окислов и вместе с тем является активным газовым карбюризатором. К этому типу атмосферы относится эндотермический газ — продукт крекинга природного газа в присутствии воздуха.

Восстановительные свойства эндотермического газа благоприятны для порошковых деталей. Наличие пор делает порошковые детали чувствительными к окислению при нагреве, поэтому нагрев под закалку и перенос их из камеры нагрева в закалочную жидкость должен осуществляться в защитной атмосфере (в среде эндогаза).

Характерной особенностью процессов химико-термической обработки пористых деталей является их разрывание во всем объеме за счет проникновения газов в

поры и их взаимодействия с поверхностью отдельных частиц. Сильно развитая поверхность частиц приводит к резкому увеличению скорости процесса, и насыщение углеродом (при цементации) или углеродом и азотом (при нитроцементации) протекает значительно быстрее.

Насыщение порошкового материала углеродом из атмосферы является обоснованным, поскольку науглероживание введением в шихту графита дает неста-

марктенситной структуры трудно из-за пониженной теплопроводности.

Лаборатория порошковой металлургии ИИИИАВтоПрома проводит работы по применению режимов химико-термической обработки непосредственно на деталях автомобиля и трактора. Для химико-термической обработки выбраны детали из железного порошка, имеющие структуру феррита с 10—15% перлита.

Газовой цементации и нитроцемента-

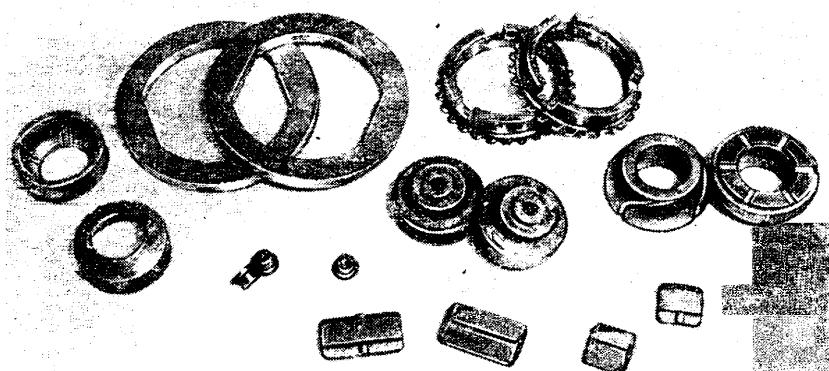


Рис. 1. Автомобильные и тракторные металлокерамические детали, прошедшие химико-термическую обработку

ильные результаты из-за неравномерного выгорания графита, колебания степени окисленности прессовок и других факторов.

В работах, проводимых в настоящее время, особенное внимание удалено процессам, повышающим поверхностную твердость спеченных изделий, таким как нитроцементация, т. е. одновременное насыщение углеродом и азотом, или газовая цементация.

При этом твердость на поверхности достигает 35—40 единиц по HRC, в то время как сердцевина может оставаться мягче и пластичнее. Даже при повышенных содержаниях углерода получить сквозную, закаленную порошкового изделия на сечении 10×10 мм до

ции подвергались такие детали, как сухарь шаровой опоры и вкладыш пакетной передней подвески автомобиля «Москвич», уплотнительные кольца тракторов ДТ-54 и др. (рис. 1).

На основании предварительных экс-

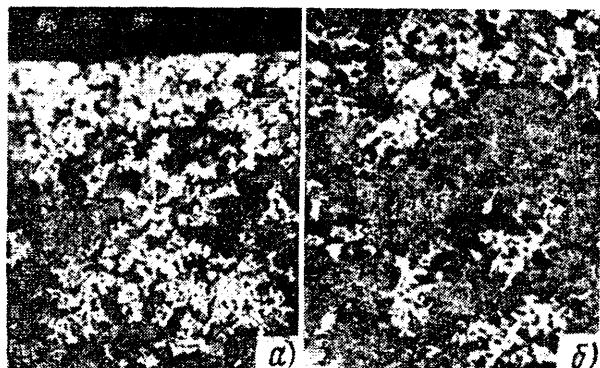


Рис. 2. Макроструктура:  
а — край, × 100; б — сердцевина, × 200

периметров установлено, что наиболее эффективным является процесс нитроцементации, поскольку он обеспечивает наиболее высокую твердость.

Из проведенных режимов нитроцементации для изготовления экспериментальной опытной партии уплотнительных колец для трактора выбран следующий: температура процесса 850°, атмосфера — эндотермический газ с добавкой аммиака в количестве 3%. Закалка проводилась следующим образом: непосредственно из печной камеры кольца вынимали и подогревали до 830°, а затем опускали в масло. Закаленные детали подвергались отпуску в масле, нагретом до температуры 180°.

Полученная структура и твердость изделий удовлетворяют требованиям, предъявляемым к названным деталям (рис. 2). Стендовые и эксплуатационные испытания колец дали положительные результаты. Кроме того, сухари шаровой опоры передней подвески автомобиля «Москвич» прошли более 100 тыс. км и продолжают испытываться.

При замене стального сухаря шаровой опоры на металлокерамический достигается снижение себестоимости в размере 500 руб. на 1 т деталей, или себестоимость изготовления одной детали снижается на 28%. При изготовлении уплотнительного кольца достигается сниже-

ние себестоимости на 42,9% на деталь, или 390 руб. на 1 т деталей.

Задачей сегодняшнего дня является освоение эндотермической атмосферы, автоматического регулирования углеродного потенциала, что обеспечит стабильность процессов химико-термической обработки и даст возможность их широкому практическому использованию в технологии изготовления деталей методом порошковой металлургии.

**Л. Г. ЕРЧЕНКО, К. М. ХАЗАНКИНА**  
НИИАвтоПром

УДК 629.113:65.012.63:62—19

## СОВЕЩАНИЕ ПО НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

В ЛЕНИНГРАДСКОМ инженерно-строительном институте (ЛИСИ) с 27 февраля по 3 марта 1966 г. проходила XXIV научно-техническая конференция. На секции «Автомобили» были заслушаны доклады по вопросам надежности автомобилей. Рассматривались вопросы надежности и критерии для ее оценки, результаты исследования нагружочных и тепловых режимов агрегатов и деталей, стабильности регулировок, влияния ремонтных воздействий на надежность и долговечность.

Работы кафедры «Автомобили и двигатели» ЛИСИ (зав. кафедрой Н. А. Бухарин) нашли отражение в докладах аспирантов и преподавателей. Их доклады были посвящены исследованию нагруженностей деталей ходовой части и рулевого управления автомобиля (С. М. Киреев), определению коэффициентов надежности автомобилей по результатам эксплуатационных испытаний (О. В. Гладков), исследованию условий эксплуатации и нагруженностей автомобилей и их деталей (А. З. Газизов, А. А. Звягин). В докладах использовались результаты систематических наблюдений за работой автомобилей в г. Ленинграде и Ленинградской области, а также результаты их тензометрирования.

С докладом «О критериях для оценки эксплуатационной надежности автомобилей» выступил С. А. Федоров (Северо-западный заочный политехнический институт).

В двух докладах сотрудников Ленинградского политехнического института им. Калинина рассматривались вопросы исследования тепловых режимов узлов автомобиля, существенно влияющие на надежность и долговечность их работы (Н. А. Носова и Г. Г. Меркова «Исследование нестационарного нагрева однодисковой муфты сцепления» и Н. В. Бойкова «Расчет температурных полей и напряжений в элементах многодисковых фрикционов»). Теоретический анализ дополнен итогами стендовых испытаний.

В докладе И. И. Сойфера (Ленинградский карбюраторный завод им. Куйбышева) «Область надежной (стабильной) работы автомобильных карбюраторов» подведены итоги работы по исследованию надежности и долговечности автомобильных карбюраторов производства Ленинградского карбюраторного завода, а также результатов наблюдений за их работой в разных районах страны. Особое внимание уделено вопросу стабильности регулировок, обеспечивающих оптимальные режимы работы карбюратора.

Некоторые результаты исследований нагружочных режимов колесных машин, работающих на лесоразработках, сообщили С. Г. Жендаев в докладе на тему «Использование колесного тягача на трелевке леса» и А. Д. Драке в докладе «Исследование эксплуатационных режимов трактора ТДТ-55».

Вопросам разработки новой испытательной аппаратуры посвящен доклад К. В. Васильева, В. П. Булина, В. С. Гончарова (Лесотехническая Академия им. Кирова) «Пятидесятиканальная регистрирующая аппаратура с автоматической расшифровкой и анализом полученной записи». Разработанная аппаратура предназначена для исследования нагружочных режимов транспортных машин в условиях длительной эксплуатации.

С докладом об итогах работы ленинградских автомобильных предприятий при новой системе планирования выступил главный инженер Главлесавтотранса В. Ф. Шляхтенко.

О перспективах развития авторемонтных предприятий, направлении их специализации сделал доклад начальник технического отдела треста Ленремонт И. И. Столяров.

Привлек внимание доклад научного сотрудника Казахского научно-исследовательского и проектного института автомобильного транспорта В. Калмыкова «Нарушение общей геометрии шасси автомобиля».

В работе конференции приняли участие канд. техн. наук А. Н. Островцев, д-р техн. наук Б. В. Гольд и представители различных организаций.

**В. Н. ДВОРЦКИЙ**  
Ленинградский инженерно-строительный институт

## НОВОСТИ ЗАРУБЕЖНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

## ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

УДК 621.74.06

## Литые инструменты

Стоимость производства режущих инструментов методом литья по Шоу-процессу в 2 раза ниже, чем ковкой, а стоимость между переточками резцов, отлитых из стали T15 и M42, в 3 раза выше, чем у обычных резцов из стали М3.

„Machinery“ (Нью-Йорк), Т. 72, № 10 июня 1966, стр. 169.

УДК 621.785.3.062:669.131.8(420)

## Отжиг ковкого чугуна

Печь для непрерывного отжига ковкого чугуна оборудована рекуперативными излучающими трубками, работающими на газе, и электрическими излучающими лампами. Чугун загружается в печь на поддонах из нержавеющей стали, движущихся по двум параллельным балкам из карбida кремния. В печи поддерживается искусственная атмосфера, состоящая из азота и примеси водорода. Азот и водород подаются из специальной установки, вырабатывающей сухие газы. При цикле 41 ч поддоны с чугуном загружаются периодически через каждые 60 мин, цикле при 35 ч — через 50 мин. Загрузка автоматическая — при помощи тележек и гидравлических цилиндров. На первой стадии отжига при помощи газовых рекуперативных излучающих трубок чугун нагревается до 960°C. 26 таких трубок расположены над поддонами с чугуном. После нагрева и выдержки при этой температуре за 11 ч чугун быстро охлаждается до 750°C за 3 ч при помощи обдува. На второй стадии отжига температура медленно снижается с 750 до 700°C за 17 ч. Нагрев осуществляется при помощи электрических излучающих ламп. Затем чугун охлаждается на открытом воздухе и выгружается. Расход тепловой энергии 625 тыс. ккал на 1 т металла. Производительность в неделю 100 т металла.

„Metalworking Production“, Т. 110, № 33, август 1966, стр. 53.

УДК 669.131.61.7:669.6.411](420)

## Влияние добавлений олова к чугуну

Добавление 0,1% олова к серому чугуну и чугуну с шаровидным графитом стимулирует образование перлитной структуры. Чугун выдерживался при 500, 550, 600 и 650°C в течение разных промежутков времени до 32 недели. Чугун с шаровидным графитом, содержащий 0,1% олова, не обнаруживал заметного распада микроструктуры после выдержки за 64 недели при 500°C (чугун, не содержащий олова, за то же время проявлял полный распад микроструктуры). При всех режимах испытаний наблюдалась тенденция к сокращению окисления и образованию окалины, меньшему тепловому расширению, а

также к сохранению твердости в чугуне, содержащем олово, по сравнению с чугуном без этого элемента.

„Metal Progress“, Т. 89, № 5, май 1966, стр. 180, 182, 186.

УДК 669.131.7:620.178.2](430.1)

## Вязкий чугун с пластинчатым графитом

Качество серого чугуна разных марок при одинаковых прочности на растяжение и модуле упругости зависит от степени вязкости. Для получения высококачественного вязкого чугуна в структуре основной массы металла не должно быть карбидов «стедита» и неметаллических включений. Допускается небольшое количество фосфора при уменьшении кремния, марганца и других элементов (устанавливается точное соотношение между марганцем и серой). Необходимо, чтобы фосфора было менее 0,04% и марганца менее 0,1%. Кремний увеличивает хрупкость металла, поэтому его содержание должно быть снижено. Получены опытные образцы из серого чугуна длиной 30 мм с содержанием углерода 3,0—3,2, а кремния 0,3—0,5%. Кремний можно заменить частично или полностью никелем.

Свойства	Структура	
	перлитная	ферритная
Предел прочности на растяжение в кг/мм <sup>2</sup>	25—40	15—30
Удлинение при разрыве в %	1,0—2,0	2,5—6,0
Сопротивление при ударной нагрузке в кг·см/м <sup>2</sup>	8—20	10—30
Твердость HB	160—240	90—140

В таблице приведены механические свойства вязкого чугуна с пластинчатым графитом.

„Giesserei-Praxis“, № 13, июль 1966, стр. 253—254.

УДК 621.78.04—97:669.131—194.54

## Термообработка литья из ковкого перлитного чугуна

Литье из ковкого перлитного чугуна все шире применяется для деталей с пределом прочности до 87,88 кг/мм<sup>2</sup>, пределом текучести до 70,31 кг/мм<sup>2</sup>, коэффициентом удлинения 2% и твердостью HB 235 (поршины, шестерни, коленчатые валы и др.). Технологический процесс термообработки механизирован и состоит из полного отжига, повторного нагрева до температуры ниже критической точки и выдержки при этой температуре для изменения структуры. Затем литье закаливается в масле 10 мин, загружается в печь при 843°C и выдерживается 30—60 мин. После этого деталь промывается в мойке под душем. Затем литье помещается в печь отпуска на 1 ч при 649°C, после чего выгру-

жается и охлаждается на воздухе. Перед линией печей находятся рельсы, по которым перемещается роликовый стол с отливками. Печь термообработки нагревается четырьмя горизонтальными излучающими трубками с регенерацией тепла отработанных газов. Вентилятор монтируется под сводом для равномерного нагревания печи. Нагревательная камера (762×1219×508 мм) отделена от наружной промежуточной заслонкой. Перед наружной камерой печи устанавливается бак с маслом емкостью 6819 л. Механические руки, смонтированные на задней стороне печи, автоматически перемещают литье из наружной камеры в нагревательную и обратно. Закалочный подъемник опускает отливки в резервуар с маслом. На передней, сигнальной панели агрегата фиксируются все процессы и этапы термообработки. Температура камеры изменяется в пределах 427—954°C. Вес отливок — в пределах 43—170 г.

„Industrial Heating“, Т. 33, № 5, май 1966, стр. 824.

## КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

УДК 621.979:621.983.4(431)

## Изготовление симметричных и несимметричных деталей методом выдавливания

В процессе выдавливания металл подается в осевом направлении по отношению к движению пuhanсона. По этому методу могут изготавливаться симметричные детали. Прессы фирмы МЛУ позволяют выдавать и несимметричные детали. Металл подается и в осевом и в радиальном направлении. При таком выдавливании достигается: 1) экономия металла; 2) возможность изготовления прецизионных деталей; 3) требуемые структура и прочность металла; 4) высокое качество поверхности деталей; 5) сокращение технологического времени. При выдавливании тарелки клапана с помощью автоматического ступенчатого инструмента на прессе для холодного выдавливания модели МКН2-300/8 был встроен ступенчатый инструмент, выполняющий три операции холодного выдавливания и одну операцию пробивки. Детали от одной позиции к другой транспортируются по направляющим, приводимым в действие эксцентриковым валом пресса. Для автоматической подачи детали к инструменту на рабочей части пресса смонтирована загрузочная воронка, из которой заготовки поступают в вибрационный барабан. Из барабана заготовки по V-образной направляющей поступают на первую позицию обработки. Готовые детали транспортируются по спускным желобам, расположенным сзади пресса. При изготовлении поршневых пальцев на прессе для холодного выдавливания модели МК 300/20-32 после двух опера-

ций выдавливания сложным инструментом детали подвергались промежуточному отжигу для выполнения последней операции — закалки. Затем днище поршневого пальца выштамповывалось на обычном экцентриковом прессе.

„Maschinenmarkt“, Т. 72, № 64, август 1966, стр. 15—18.

УДК 621.979.07:629.113.011.31(431)

### Крупнейший в мире пресс

Пресс ( $16 \times 1,7 \times 11$  м) предназначен для изготовления лонжеронов грузовых автомобилей. Расстояние от стола до нижней поверхности пуансона 0,9, а ход пуансона 0,46 м. Основание пресса снабжено пневматическими амортизационными подушками. Давление воздуха в подушках 14 кг/см<sup>2</sup>, общее усилие 10 подушек 1400 т. На расстоянии 32 мм от нижней мертвоточки пуансон развивает усилие 4000 т, на расстоянии 25 мм — 4250 т. Пресс снабжен гидравлическим усилителем, работающим в две стадии. На первой стадии давление усиливается до 4400 т (мигает предупреждающая лампа) на второй стадии давление усиливается до 4800 т, при достижении которого пресс автоматически выключается. Пуансон делает восемь ударов в минуту, развивая энергию 100 000—135 000 кгм.

„Sheet Metal Industries“, Т. 43, № 472, август 1966, стр. 641—646.

УДК 621.785.1:621.7.014.2(73)

### Нагрев кузнецких заготовок сопротивлением

Практируемый в США нагрев кузнецких заготовок отличается быстротой и низкой стоимостью. На нагрев 45 кг металла до 1315—1375°C затрачивается 15 квт·ч электроэнергии. При этом заготовка диаметром 38 мм и длиной 508 мм нагревается до указанной температуры за 76 сек. Компания Ловелл Дрессел Ко оборудовала свои прессы автоматическими установками для нагрева заготовок сопротивлением. После отрезки заготовка падает между кулачками зажимного приспособления, которые являются электрическими контактами. Цепь замыкается, и по детали проходит ток, нагревающий ее до необходимой температуры. Нагретые заготовки автоматически подаются на сеченный конвейер, доставляющий их к прессам. При нагреве сопротивлением потеря металла на окалину составляет 0,3 против 2,5% в индукционных печах и 3—4% — в печах, работающих на жидкое топливо. Одна из компаний сообщает, что при нагреве сопротивлением 21 кг металла на 100 деталей сэкономлено 4 кг.

„Metal Progress“, Т. 90, № 1, июль 1966, стр. 100.

УДК 621.77:62—52(420)

### Автоматическая установка для фосфатирования заготовок вторичного вала коробки передач перед холодным выдавливанием

Автоматическая линия по фосфатированию заготовок вторичного вала коробки передач перед холодным выдавливанием занимает площадь  $21 \times 1,8$  м и имеет 19 рабочих позиций. Заготовки проходят следующие операции: 1) загрузку в перфорированный барабан; 2) по-

гружение в щелочной раствор при 8—93°C; 3) двойное окуривание в холодную воду; 4) погружение в раствор серной кислоты при 60°C; 5) двойное ополаскивание в холодной воде; 6) фосфатирование при 85°C; 7) ополаскивание в холодной воде; 8) ополаскивание в горячей воде при 71°C; 9) капесение мыльной смазки при 60°C; 10) просушивание; 11) автоматическую выгрузку из барабана в подающий бункер пресса. Весь цикл операций заготовки проходят в перфорированном барабане, который изготовлен из специального материала. От одной ванны к другой барабаны переносятся при помощи трех транспортных устройств, движения которых синхронизированы по заданной программе. В случае поломки одного из них останавливаются и два других, о чем немедленно сигнализирует аварийная лампа. Место повреждения быстро обнаруживается по сигналам ламп на центральном пульте управления. Вал перфорированного барабана во время рабочего цикла вращают электродвигатели, установленные около каждой ванны. На разгрузочной позиции крышка барабана автоматически открывается и детали высываются в подающий бункер пресса для совершения операций холодного выдавливания.

„Product Finishing“, Т. 19, № 6, июнь 1966, стр. 85—89.

УДК 621.974.8.014.5(420)

### Новые модели скоростных ковочных машин

Скоростные ковочные машины типа «CEFF» работают на сжатом азоте: модели НЕ10 с энергией пуансона в пределах 2075—9956 кгм и модели НЕ55 с энергией пуансона 9956—55320 кгм. Машины модели НЕ10 и НЕ55 снабжены подвижными пуансоном и матрицей, движения которых точно рассчитаны и синхронизированы так, что они соприкасаются с заготовкой в одно и то же мгновение и при этом обладают одинаковой энергией. Поэтому все рабочие усилия поглощаются заготовкой и на элементы конструкции пресса не передаются. Матрица и пуансон приводятся в движение от отдельных независимых друг от друга цилиндров. Рама пресса состоит из четырех сварочных элементов, соединенных тремя траверсами. Цилиндры — цельнокованые блоки. Пуансон и матрица изготавливаются из высокопрочной легированной стали путем ковки с последующей термообработкой. Работа машины регулируется нажатием кнопок на пульте управления или при помощи автоматических устройств. Машина применяется при производстве широкого ассортимента деталей (маховики, фланцы, короткие валы, шестерни). Проводятся эксперименты с целью приспособления машин типа «CEFF» для холодного выдавливания и для нужд порошковой металлургии.

„Metal Treatment and Drop Forging“, Т. 33, № 249, июнь 1966, стр. 240—242.

УДК 621.9.048.3:621.431.73—214:6

### Механическая обработка картеров коробки передач автомобилей Триумф 1300

Этот процесс выполняется на 32-позиционной установке фирмы Хеллер с

линейным расположением позиций. До поступления на эту установку картеры проходят предварительную обработку на позициях сверления, нарезания резьбы, развертки отверстий, а также две позиции фрезерования поверхности поддона на 5-позиционной врачающейся установке фирмы Хеллер. Операции механической обработки картеров разбиты на две группы: на позициях 1—10 обрабатываются боковые стороны картеров, на остальных — торцовые стороны картеров, внутренние отверстия и дно поддона. Между позициями 10 и 12 картеры поворачиваются на 90° вокруг вертикальной оси при помощи специального приспособления, которое имеет платформу с четырьмя стойками, поворачивающуюся на 90°. Одна пара стоек имеет плоскую вершину, другая — коническую с выступающими пальцами. Каждый картер размещается на четырех стойках так, что пальцы двух стоек входят в отверстия поддона. Синхронно с автоматическим циклом транспортирования платформа поворачивается на 90°. Позиции поворота предшествует автоматическая установка пробок, подаваемых из вибробункера. На одной из позиций обработки каждый картер подвергается вакуумному испытанию. Для этого картер размещается на специальной платформе поддном вниз. Отверстие в платформе соединено с отсасывающим насосом. Вместе с платформой картер поступает в камеру, задняя стенка которой оборудована подушкой, соответствующей гипоидному коническому профилю. Отверстие в центре подушки также соединено с отсасывающим насосом. По бокам камеры имеется ряд пневматически перемещаемых пробок, которые во время вакуумных испытаний закрывают отверстия боковых сторон картеров. Обе камеры картера испытываются вакуумом на герметичность. Если за определенный период через стеки картера проходит воздуха больше, чем допустимо, картер выбраковывается. Чистовое сверление, зенковка, развертка и фрезерование выполняются на небольшой автоматической установке фирмы Аллинг, расположенной в конце 32-позиционной установки. На позиции чистового фрезерования поверхности поддона имеется массивная вертикальная колонна с перемещаемым винтом и вверх фрезерной головкой с цилиндрической фрезой диаметром 353,6 мм. Между головкой и транспортирующим устройством имеется двойное зажимное приспособление. Поворотная рама между этим приспособлением и транспортирующим устройством поднимается и опускается для подхвата и установки картера в зажимном приспособлении. Последний поворачивается на 180°, подводя картер к фрезе. Поворотная рама разгружает второе зажимное устройство и возвращает картеры, прошедшие чистовое фрезерование, к конвейеру.

„Machinery and Production Engineering“, Т. 109, № 2804, август 1966, стр. 284.

УДК 621.914.025.11

### Изменение скорости при профильном фрезеровании

Значение подачи при профильном фрезеровании рассчитывается по максимальному припуску на обработку. Но-

вое приспособление уменьшает время обработки при профильном фрезеровании почти на 40—60% за счет регулирования подачи при изменении припуска на обработку. Кулак из стального листа толщиной 1,59 мм изменяет подачу за время полного цикла (360°). Даны способ расчета и монограмма для профилирования кулака.

„Metalworking Production“, Т. 110, № 28, июль 1966, стр. 62.

УДК 621.9.025.7:669.018.25

#### Новый режущий материал для отрезных резцов

Особенностью нового материала «Вимет-Лиминайт» для вставок отрезных резцов является его слоистость — состоит из трех соединенных прослоек. Этот новый твердосплавный материал хорошо обрабатывает чугун и сталь. Вставки из нового материала стоят на 10% дороже обычных гвердосплавных. Однако при обработке чугуна на обычных скоростях резания стойкость резца со вставкой из «Вимет-Лиминайт» на 40% выше, чем у твердосплавного резца. При обработке стали эта цифра составляет 20—30%. Новый материал может использоваться при скоростях резания, значительно более высоких, чем для обычных твердосплавных резцов

„Australian Machinery and Production Engineering“, Т. 19, № 213, май 1966, стр. 21.

#### ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

УДК 621.785.539:621.914.2"401.7"(438)

#### Сульфицирование, увеличивающее срок службы инструментов

Фрезы, изготовленные из инструментальной стали, обрабатывают серой. Сульфицирование проводилось в соляной ванне, содержащей 92% NaCN с добавлением 8% N<sub>2</sub>S. Предварительное азотирование облегчило образование сульфицированного слоя и увеличило его толщину в 10 раз. Температура раствора 580—600°C. Продолжительность обработки 1—3 ч. Сульфицированная поверхность меньше поддается износу, чем сульфицированная: коэффициент трения 0,55, постоянный для сульфицированной стали при поверхностном давлении 5000—10000 дин/см<sup>2</sup>, уменьшился в сульфицированной стали с 0,45 при 5000 дин/см<sup>2</sup> до 0,30 при 10 000 дин/см<sup>2</sup>. Срок службы сульфицированных фрез из стали, содержащей 9% вольфрама, в 2 с лишним раза больше, чем у несульфицированных.

„La Machine moderne“, № 688, июль 1966, стр. 46.

УДК 621.785.6:669.15—194.59

#### Предварительно закаленная стальная лента

Предварительно закаленная до бейнитного состояния стальная лента обладает лучшей ударной вязкостью и легче принимает определенную форму. Применение ее после термообработки по

процессу «Хардфлекс» снижает на 70% стоимость деталей при штамповке и гибке, а также улучшает качество и однородность структуры изделий за счет исключения последующей операции закалки. Исключаются операции правки. Сталь поставляется в рулонах или листами со срезанными кромками и с закаленной неполированной поверхностью. Толщина заготовок 0,5—2,54 мм, ширина 2,0—355 мм. Предел прочности листа на растяжение 9—17,5 кг/мм<sup>2</sup>. Стальная лента закаливается до определенного предела в зависимости от назначения и требуемых качеств для штамповки, гибки, для получения пружинящих свойств или сопротивления износу.

„American Machinist“, Т. 110, № 14, июль 1966, стр. 115.

УДК 621.785.532 669.141.2(520)

#### Процесс азотирования среднеуглеродистых сталей

Азотирование по новому «Satoh-процессу» происходит одновременно с диффузией титана за 2 ч вместо 40—100 ч при обычном азотировании. Новый процесс основан на свойстве титана за короткий срок легко образовывать покрытие на поверхности металла, полученное при электролизе водного раствора солей титана при 600°C. Азотированный закаленный слой в 200—500 мк, полученный при новом методе обработки, в 20 раз толще, чем при мягкем азотировании, и в 40 — чем при обычном газовом азотировании с толщиной слоя 5 мк. Твердость поверхностного слоя HV 1000, износостойкость — высокая. Промежуточный слой, идущий за поверхностным и прочно связанный с ним, обладает еще более высокой твердостью. За промежуточным слоем на глубину более 2 мк идет азотированный. Средне- и низколегированные стали, обработанные указанным способом, имеют хорошие термостойкие, антикоррозионные и антиокислительные качества. При новом процессе размеры почти не изменяются, не требуются дополнительные припуски и последующее шлифование. Кольца диаметрами 38 и 42 мк после обработки изменили размеры на +3—9 мк. Из этих сталей можно изготавливать формы для литья под давлением, ковочные матрицы и т. п. Стоимость процесса выше обычного газового азотирования за счет использования титанового покрытия, но в условиях производства она может быть снижена. Прибыль от расширенного применения недорогих средне- и низкоуглеродистых сплавов несомненна.

„Metalworking Production“, Т. 110, № 24, июнь 1966, стр. 68—69.

УДК 621.74 043:621.783.244

#### Термообработка форм для литья под давлением, изготовленных из стали содержащей 5% Cr

Такая обработка форм включает: стабилизацию после черновой обработки, стабилизацию после окончательной об-

работки, закалку при 1030°C после окончательной обработки, первый отпуск при 570°C и второй отпуск при 550°C. Термообработка — в муфельной печи с контролируемой атмосферой, с газовым, изогнутым нагревом или электронагревом. Печь снабжена автоматическим регулятором температуры. Термообработка небольших и средних форм может происходить в соляных ваннах, причем объем ванны должен быть больше объема формы. Использование нейтральных солей, не влияющих на обезупрочнение стали — главное преимущество термообработки в соляных ваннах по сравнению с муфельными печами. Операции должны выполняться цепально и в заданной последовательности. Следует заранее установить цикл температуры печи, позволяющий получить заданную температуру не превышающую 1050°C. Термообработка значительно повышает долговечность форм. Производительность форм из цинковых сплавов 500 000—1 000 000, а алюминиевых — 250 тыс. деталей.

„Fonderie“, № 244, июнь 1966, стр. 227—230.

#### ОРГАНИЗАЦИЯ и ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.2.621.436(430)

#### Новые заводы дизелей фирмы Камминс

В Дарлингтоне (Англия) построены два завода фирм Крайслер Камминс Лтд. и Камминс Енгин Лтд., выпускающие быстроходные дизели облегченной конструкции с V-образным расположением цилиндров мощностью 130—185 л. с. Капиталовложения завода Крайслер Камминс Лтд. составили 600 млн. марок. Максимальная дневная производительность при двухсменном производстве 160 двигателей. На заводе выполняется механическая обработка заготовок до окончательной сборки. Готовые двигатели проходят контрольные испытания на 32 испытательных стендах. Продолжительность изготовления одного двигателя (включая машинное время) составляет 25 ч.

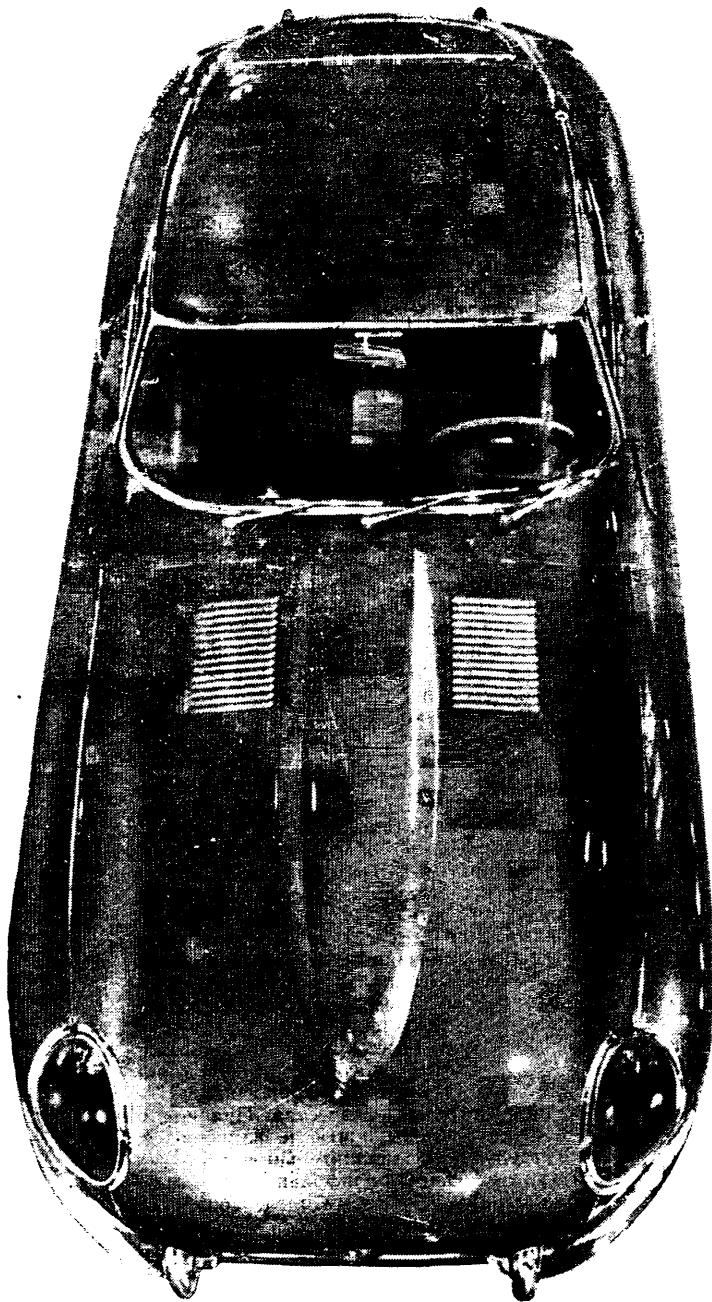
„Verkehrs-Rundschau“, Т. 21, № 2, 1966, стр. 26—27.

УДК 629.113.002.3(73)

#### Потребление оцинкованного тонколистового металла в автомобильной промышленности США

В 1954 г. потребление оцинкованного тонколистового металла в автомобильной промышленности США составляло 46 тыс. т, а в 1964 г. — свыше 700 тыс. т. За 10 лет на один автомобиль израсходовано 70 кг, а на отдельные модели фирмы Форд Мотор Ко — свыше 100 кг оцинкованной листовой стали.

„Kraftthand“, Т. 29, № 14, июль 1966, стр. 806.



НА ЛУЧШИХ В МИРЕ АВТОМОБИЛЯХ ПРИМЕНЯЮТ ВСЕМИРНО ИЗВЕСТНОЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ПОКРЫТИЕ,  
ОБЕСПЕЧИВАЕМОЕ ПРИ ПОМОЩИ УСТАНОВКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
**ЭФКО-ЮДИЛЯЙТ**

Установка и технологические процессы ЭФКО-ЮДИЛЯЙТ являются самыми современными в мире. Они обеспечивают лучшую отделку поверхности и прочное покрытие при более дешевой стоимости. Благодаря этому наиболее крупные владельцы гальванистических установок применяют технологические процессы ЭФКО-ЮДИЛЯЙТ, например, фирмы Мерседес-бенц, Ягуар и Фиат.

Мы можем выслать Вам каталог, напечатанный на Вашем языке. В нем показаны ручные, полуавтоматические и автоматические машины с описанием новейших технологических процессов ЭФКО-ЮДИЛЯЙТ и даны объяснения каким образом фирма ЭФКО-ЮДИЛЯЙТ может помочь Вам улучшить качество и понизить стоимость гальванического покрытия.

**EFCO-UDYLITE**

ELECTRO-CHEMICAL COMPANY LIMITED WOKING, SURREY, АНГЛИЯ

