

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ежемесячный
научно-технический
журнал

Издается с 1930 года
Москва · Машиностроение.

1 / 1986

НАВСТРЕЧУ XXVII СЪЕЗДУ КПСС

УДК 62.001.7:629.113

С заботой о техническом прогрессе

3 АВЕРШЕН последний год XI пятилетки. И хотя окончательные его итоги еще не подведены, тем не менее уже ясно, что он стал значительным шагом в решении задач, поставленных апрельским (1985 г.) Пленумом ЦК КПСС. В том числе и задачи ускорения научно-технического прогресса в машиностроении.

Свой вклад в это большое государственное дело внесли и автомобилестроители. Более полно используя внутренние резервы и производственные мощности, трудовые и материальные ресурсы, совершенствуя организацию труда и социалистического соревнования, трудовые коллективы отрасли досрочно выполнили план реализации продукции, а также обязательства по сверхплановому выпуску автомобильной техники и запасных частей к ней, автотракторного электрооборудования и приборов, подшипников и многих видов товаров народного потребления. Причем характерно, что практически весь прирост объема производства действующие предприятия и цехи получили благодаря росту производительности труда. Более того, большинство предприятий за счет сверхплановой экономии материалов, сырья и топливно-экономических ресурсов сумели отработать два дня, а многие — даже больше.

Опыт 1985 г., особенно последних его месяцев, когда шло широкое, поистине всенародное обсуждение опубликованных проектов партийных документов, которые предстоит принять XXVII съезду КПСС, свидетельствует: задача всемерного ускорения научно-технического прогресса труженика-

ми отрасли воспринята как задача личная, имеющая огромное значение для настоящего и будущего страны, для каждого трудового коллектива, каждой советской семьи. Поэтому решали ее все: рабочие, техники, инженеры-конструкторы, технологи, ученые. В итоге 1985 г. дал значительный прирост всего того, что работает на научно-технический прогресс.

Так, в истекшем году более интенсивными, чем раньше, темпами шло развитие производственных мощностей по выпуску новой автомобильной техники: карьерных автомобилей-самосвалов БелАЗ-7519 и БелАЗ-7521, модернизированных ГАЗ-66-11, ГАЗ-24-10 и ГАЗ-24-11, новых переднеприводных автомобилей ВАЗ-2108 и т. д. На ряде заводов (МАЗе, МоАЗе, Львовском автобусном имени 50-летия СССР, Мытищинском машиностроительном, Тираспольском автоприцепов, Ржевском АТЭ и др.) проведена подготовка и выпущены первые промышленные партии новых изделий, а на многих (ВАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ, КраЗ, МАЗ, УАЗ и др.) — их опытные серии или образцы.

Особое внимание предприятия и организации отрасли уделяли таким ключевым направлениям научно-технического прогресса, какими являются реконструкция действующих предприятий, автоматизация и механизация производственных процессов, внедрение прогрессивных технологий и технологического оборудования.

Например, коллективы проектных организаций своевременно, а в ряде случаев — досрочно выполнили годовой план выпуска проектной документа-

ции, разработали и передали строителям комплектную технологическую документацию на объекты строительства 1986 г., обеспечили высокое качество проектно-сметной документации для предприятий, подлежащих техническому перевооружению. Новый шаг сделан в развитии собственного станкостроения. В частности, перевыполнено задание по выпуску специального технологического оборудования, увеличен выпуск промышленных роботов и манипуляторов, а также средств околороботной механизации. Все это позволило ввести в действие более 250 автоматических и поточно-механизированных линий, сотни станков с ЧПУ и автоматических манипуляторов с программным управлением, значительное количество оборудования, оснащенного электронными системами управления (командоконтроллерами), гибкие производственные системы и автоматизированные системы управления технологическими процессами. На базе микропроцессоров создано и введено в строй несколько автоматизированных комплексов в инструментальном и серийном производствах. На основе технического перевооружения, автоматизации и механизации производственных процессов, внедрения прогрессивных технологий, аттестации, рационализации рабочих мест, улучшения использования основных фондов повысился среднеотраслевой коэффициент сменности работы оборудования в основном производстве, а численность работающих уменьшилась на несколько тысяч человек.

Такова общая картина работы автомобилестроителей по ускорению научно-технического прогресса в 1985 г. Но в отрасли есть трудовые коллективы, успехи которых заметно выше среднеотраслевых. Их, идущих впереди, много, причем число передовиков из месяца в месяц растет. И, безусловно, будет расти, потому что обсуждение проектов основополагающих партийных документов, сама предсъездовская атмосфера заставили, как очень четко сказал кандидат в члены ЦК КПСС литейщик с КамАЗа Г. С. Баштанюк, каждого честными глазами посмотреть вокруг себя, т. е. самокритично проанализировать свою работу, увидеть недостатки, искать и пускать в дело неиспользованные творческие, организационно-технические и материальные резервы.

Вот несколько типичных примеров из жизни коллективов предприятий отрасли, подтверждающих сказанное.

На Шадринском автоагрегатном заводе шла отчетно-выборная партийная конференция. Коммунисты в своих выступлениях подчеркивали, что на заводе делается многое, в том числе по совершенствованию коллективных форм и методов организации труда, укреплению трудовой и производственной дисциплины, повышению качества выпускаемой продукции и т. д. Но человеческий фактор, который является одним из важнейших условий ускорения научно-технического прогресса, пока еще реализуется не должным образом. Прежде всего, недоиспользуются резервы трудовой и общественной активности каждого работника, которые наиболее полно проявляются в ходе социалистического соревнования. Нет необходимой гласности при подведении итогов трудового и творческого соперничества. Не нашли широкого применения договоры между бригадами, взаимосвязанными по технологической цепочке.

Анализ конкретных причин позволил заводчанам наметить и принять столь же конкретные меры по резкому улучшению дела.

Второй пример. В свое время было много нареканий на качество продукции, выпускаемой Минским мотоциклетным и велосипедным заводом. И нареканий справедливых: изделия завода во многом не отвечали требованиям потребителей.

Как показал анализ, решить проблему можно было только одним способом — путем реконструкции предприятия. И коллектив пошел на это, хотя и знал, что реконструкция без остановки производства — дело наисложнейшее. Пошел потому, что знал свои потенциальные возможности, твердо рассчитывал на творческое участие каждого работника. И расчет оправдался: в сравнительно короткие сроки завод своими силами модернизировал технологическое оборудование, изготовил средства автоматизации и механизации. Достичь этого удалось за счет неформального подхода к делу со стороны многих заводских подразделений: они направили во вновь организованный небольшой (около 100 работающих) специализированный цех своих лучших специалистов, взяв их обязанности на себя. Этот новый цех изготовил более 250 новых узкоспециализированных станков; модернизировал, т. е. оснастил средствами автоматики — манипуляторами и транспортировочными устройствами — значительное число универсальных станков, приспособив их для работы в автоматических линиях.

Такое четкое взаимодействие конструкторов, технологов, рабочих разных профессий, сумевших шагнуть от осторожного «нужно, но трудно» к решительному «трудно, но нужно», помогло создать десятки автоматизированных конвейеров, резко (на 21%) повысить производительность труда и качество выпускаемой продукции. Достаточно сказать, к примеру, что за последнее время завод освоил две новых модели мотоциклов, причем каждая последующая, хотя и содержит более сложные узлы и агрегаты, но по затратам материалов и труда, надежности, комфортабельности и другим потребительским качествам — лучше предшествующей. То же самое произошло с новыми моделями велосипедов.

В мае 1985 г. Политбюро ЦК КПСС обсудило, как известно, вопрос о технической реконструкции Горьковского автозавода. И горьковчане уже многое сделали в этом направлении, создали определенный задел на XII пятилетку, когда реконструкция развернется в полную силу. И, пожалуй, главное из сделанного состоит в том, что они выявили все организационно-технические помехи, которые могут сыграть роль тормоза при реконструкции, и определили пути и средства не только их преодоления, но и предупреждения.

И вообще надо сказать, что проблемы технического перевооружения производства, резкого повышения производительности труда, создания и расширения выпуска автомобильной и другой техники новых поколений рассматриваются всеми трудовыми коллективами отрасли как проблемы первостепенной важности. Эти коллективы старались заложить основу их решения в 1985 г. — в планы, проекты, конструкторские разработки, в сознание людей.

Так, коллектив Белорусского автозавода решил, что ему вполне по силам довести за пятилетку до 37% рост объемов выпускаемой продукции (84% ее обновить и модернизировать), а количество автомобильной техники, соответствующей высшей категории качества, — до 68,3%. За счет широкого внедрения достижений научно-технического прогресса, передового опыта и рационального использования трудовых и материальных ресурсов темпы роста производительности труда здесь возрастут на 37%, т. е. весь прирост выпуска продукции станет именно результатом такого роста. Большую роль в этом деле сыграет техническое перевооружение: на заводе войдут в действие 7 автоматических и поточно-механизированных линий, не менее 98 станков с ЧПУ, 83 робота и манипулятора, 2 гибкие производственные системы и система автоматизированного проектирования.

В центре внимания коллектива Ярославского моторного завода стало качество выпускаемых двигателей: моторостроители сделали быстрые и правильные выводы из того факта, что часть их изделий начала терять былую славу, перестала соответствовать высшей категории качества. Основным средством решения проблемы они также считают внедрение достижений научно-технического прогресса, особенно в технологии, и принимают решительные меры в этом направлении.

Например, в литейном производстве, которое, как показал опыт, не успевало за ростом требований, расширяется производство литья в формах, получаемых уплотнением на автоматических линиях; литья с применением стержней, отверждаемых в оснастке; литья из высокопрочного чугуна и чугуна с шаровидным графитом; литья в кокиль и по выжигаемым моделям и т. д.

В термическом производстве уже в текущем году будут завершены работы по созданию экономнолегированных жаропрочных сталей, предназначенных для поддонов двигателей. Создаются экономнолегированные стали для отливок коленчатых валов и коробок передач, а также тепло- и износоустойчивый чугун для армирующих вставок алюминиевых поршней. Здесь будет внедрено около 40 единиц термического оборудования, в том числе проходные агрегаты для термического упрочнения коленчатых валов нового семейства (ЯМЗ-840) дизелей и специальные машины, предназначенные для цементации и закалки (с фиксацией размеров) распределительных валов и поверхностного азотирования шестерен системы газораспределения.

В кузнечно-штамповочном производстве место ныне применяемого оборудования займут станы поперечно-клиновой прокатки для штамповки в разъемных матрицах, автоматизированная машина, работающая с одним из таких станков и выполняющая предварительное профилирование заготовок перед их высадкой, и многое другое прогрессивное оборудование. И так — по всем производствам.

Принимаемые меры дают возможность резко улучшить эксплуатационные качества дизелей, довести их до уровня самых лучших зарубежных аналогов.

Примеров такого рода можно приводить сколь угодно много — ими стала заметно богаче наша

действительность, которая однозначно свидетельствует в отрасли начался решительный поворот производства к науке, к последним достижениям научно-технического прогресса. Одновременно наметилась и обратная тенденция — поворот отраслевой науки к производству. Об этом тоже говорят многочисленные факты последнего времени.

Например, в отрасли появился первенец — научно-производственное объединение КЭКТИАвтопром, созданный на базе Курганского экспериментального конструкторско-технологического института автомобильной промышленности и его опытного завода. Основная задача нового объединения — комплексное решение отраслевых задач в области термического производства автомобильной техники, отвечающих по своему техническому уровню и технико-экономическим показателям высшим современным отечественным и мировым достижениям.

Заметно расширяются, насыщаются современным оборудованием опытные производства всех других научно-исследовательских и конструкторско-технологических организаций отрасли — НАМИ, НИИТавтопрома, НИИавтоприборов, ВНИПП и др. Благодаря этому коллективы ученых получают возможность расширить круг проводимых ими исследований, не только создавать новую технику, но и изготавливать ее опытные образцы, выполнять их экспериментальную проверку, обрабатывать установочные партии и серии и даже выпускать, при необходимости, первые промышленные партии, следовательно, резко сокращать сроки практической реализации научно-технических новшеств — от идеи до внедрения. Способствовать их сокращению будет также и то, что многие предприятия намечают расширить и собственные опытные производства, привлечь к этой работе молодых инициативных специалистов и ученых.

Резко изменяется целевая направленность научных исследований, выполняемых научно-исследовательскими организациями: на первое место выходят те, которые направлены на комплексное выполнение главных задач, поставленных апрельским (1985 г.) Пленумом ЦК КПСС и проектом Основных направлений социально-экономического развития СССР на 1985—1990 годы и на период до 2000 года. И наоборот, из планов исключаются мелкие темы, а также темы, не работающие или слабо работающие на научно-технический прогресс. Как и на предприятиях, в научных коллективах значительно больше внимания стало уделяться человеческому фактору: они добиваются, чтобы каждый работник выполнял порученное ему дело наиболее результативно, так как общий успех не рождается сам по себе.

Таким образом, итоги 1985 г. и планы на будущее говорят о том, что предсъездовское обсуждение проектов основополагающих партийных документов, действительно, стало мощным импульсом активизации деятельности партийных, профсоюзных, комсомольских организаций, всех трудовых коллективов отрасли, в том числе их работы по ускорению научно-технического прогресса как одного из главных рычагов резкого ускорения социально-экономического развития страны.

УДК 621.86:658.3

Пути сокращения численности рабочих, занятых процессами перемещения грузов

Б. Ф. ЛАПТЕВ
УНИПТИМАШ

ГРУЗОБОРОТ предприятий отрасли в настоящее время составляет многие миллионы тонн. Его переработкой заняты десятки тысяч рабочих — машинисты, водители, крановщики, стропальщики, грузчики, кладовщики и люди многих других профессий. Значительная часть их труда — труд малоприятный, ручной, поэтому именно в этой сфере постоянно ощущается недостаток кадров, и, несмотря на то, что парк подъемно-транспортного оборудования из года в год увеличивается, высвобождение рабочих, занятых погрузочно-разгрузочными и транспортно-складскими работами, происходит необоснованно медленно. Сейчас, можно сказать, настал такой период, когда эти работы во многом стали сдерживать развитие основного производства.

Правильное решение вопросов совершенствования организации и технологии межзаводских и внутризаводских перевозок является одним из главных резервов повышения производительности труда, эффективности производства, а также преодоления дефицита рабочей силы, вызываемого как демографическими причинами, так и недостаточным вниманием к улучшению социально-бытовых условий кадров.

Численность рабочих, занятых погрузочно-разгрузочными и транспортно-складскими работами, их удельный вес в общем количестве рабочих предприятия являются наиболее объективными показателями, отражающими действительное положение в трудовых коллективах в их борьбе за повышение производительности труда. Сейчас эти показатели на заводах отрасли довольно высоки, и снизить их на 25—30% — неотложная задача предприятий, в первую очередь — транспортно-технологических служб заводов.

Проблема сокращения численности рабочих, занятых процессами перемещения, имеет, на наш взгляд, три аспекта: медико-биологический, социально-экономический и организационно-технический. Все они тесно связаны между собой и находятся в диалектическом взаимодействии. Так, решение организационно-технических вопросов, внедрение средств механизации и автоматизации ведут к ликвидации тяжелого ручного труда. С другой стороны, общепризнано, что возможности человека наиболее полно раскрываются только в том случае, если процесс и результаты труда приносят ему удовлетворение.

В настоящее время существуют четыре основных направления, следуя по которым можно высвободить значительное число рабочих, занятых погрузочно-разгрузочными и транспортно-складскими работами: пакетирование грузов; комплексная механизация и автоматизация процессов перемещения; бесперевалочная технология перевозок пакетов по принципу «от рабочего места до рабочего места»; организация перевозок и создание организационной структуры транспортной службы предприятия, соответствующей уровню развития производства.

Пакетирование грузов. Укрупнение грузовой единицы транспортируемого груза, создание транспортного пакета является основой рационализации перевозочного процесса. Насколько масса и объем будут приближаться к требованиям стандартов, настолько эффективнее будет перевозочный процесс. Поэтому к средствам пакетирования и скрепления пакетов, к готовым для перевозок пакетам предъявляются жесткие требования, выполнение которых должно обеспечить возможность их формирования механизирован-

ным, автоматизированным или в крайнем случае (что очень нежелательно) ручным способом; механизацию и автоматизацию погрузки (выгрузки) на транспортные средства или установку в складских стеллажах; сохранность перевозимых грузов при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и во время хранения; безопасность выполнения операций перемещения грузов.

При выборе средств пакетирования необходимо учитывать транспортные свойства грузов: массу, габаритные размеры, форму, огнестойкость, подверженность повреждениям, необходимость пространственного ориентирования и т. п.

Большое распространение на заводах отрасли в качестве средства пакетирования получила производственная тара, которая позволяет быстро и удобно формировать пакет и благодаря стандартным габаритным размерам создает благоприятные предпосылки для установки автоматических захватов на подъемно-транспортное оборудование. При разработке вопросов применения производственной тары должны предусматриваться существующее состояние рабочих мест и мероприятия по их совершенствованию (планировка; площадки для установки порожней и загруженной тары; ширина проездов, необходимая для движения наполненных транспортных средств; места для накопления межоперационных заделов и возможность их механизированной переработки; расположение точек внутризаводского контроля).

Механизация и автоматизация. Основную роль в комплексной механизации и автоматизации процесса перемещения играют внутризаводской транспорт и подъемно-транспортное оборудование на местах погрузки и разгрузки грузов с магистральных видов транспорта. От производительности и степени соответствия оборудования перерабатываемому грузу зависят рентабельность, срок окупаемости, время простоя подвижного состава под грузовыми операциями и экономические показатели перевозок. Поэтому очень важно знать и умело использовать возможности подъемно-транспортного оборудования, участвующего в транспортном процессе. Выбор средств механизации и автоматизации перемещения пакетированных грузов должен обеспечивать: сокращение потерь времени производственных рабочих и повышение коэффициента использования технологического оборудования; минимальное число перевалок; необходимую пропускную способность складов, возможность образования запасов и заделов, определяемых условиями производства; ликвидацию тяжелого ручного труда и безопасность выполнения погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских операций.

Одним из основных недостатков, который можно наблюдать при внедрении комплексной механизации процессов перемещения, является разрыв между количеством введенного в эксплуатацию подъемно-транспортного оборудования и реально сокращенной численностью рабочих: начальники цехов, заведующие складами и другие руководители, внедрив комплексную механизацию на одном грузопотоке, не передают высвободившихся рабочих в сферу основного производства, а стараются использовать их на других грузопотоках.

Бесперевалочная технология. Если принять трудоемкость всех погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ, выполняемых на предприятии, за 100%, то на операции транспортирования затрачивается около 20 % рабочего времени, а все остальное уходит на перевалочные

Завод	Удельная трудоемкость перемещения, чел.-ч/т	Удельная стоимость перемещения, руб./т	Число операций						Число перевалок			
			погрузочно-разгрузочных	транспортных	контрольно-учетных	хранения	технологических	всего	механизированных	ручных	всего	
Перевозки на поддонах												
Поставщик	4,344	3,339	8	1	2	1	1	16	4	4	8	
Потребитель	1,345	1,007	3	3	2	1	1	10	1	2	3	
Итого:	5,689	4,346	11	7	4	2	2	26	5	6	11	
Перевозки в производственной таре												
Поставщик	0,154	0,114	2	1	2	1	—	6	2	—	2	
Потребитель	0,965	0,724	2	2	2	1	—	7	1	1	2	
Итого:	1,119	0,838	4	3	4	2	—	13	3	1	4	

операции. Причем на одну технологическую операцию изготовления детали в среднем приходится до пяти перевалочных, многие из них выполняются вручную. Поэтому при разработке транспортной технологии первой и основной задачей технолога является ликвидация или хотя бы резкое сокращение числа перевалочных операций. Только добившись этого, можно приступить к разработке комплексной механизации перевозочного процесса.

Быстрое развитие современного производства с массовым характером выпуска продукции, создание высокопроизводительных конвейерных линий, участков с роботами и манипуляторами потребовали пересмотра способов подачи, например, заготовок к рабочим местам станочников, комплектования изделий к рабочим местам сборщиков у конвейеров и т.п. Так появилась новая система бесперевалячных пакетных перевозок — от последней технологической операции на заводе-поставщике до первой технологической операции на заводе-потребителе. Эта система получила название перевозок по принципу «от рабочего места до рабочего места».

Анализ транспортно-технологических схем перевозок комплектования изделий, осуществляемых по этому принципу, показывает, что для сквозного транспортирования пакетов по бесперевалячной технологии необходимо такое средство пакетирования, которое бы в одинаковой степени отвечало требованиям внутризаводских и межзаводских перевозок. Если его нет, перевозочный процесс распадается на пять не связанных между собой этапов: внутризаводские перемещения (от рабочего места, на котором выполнялась последняя технологическая операция, до склада готовой продукции); внутрискладские перемещения, связанные с консервацией, хранением и упаковкой изделий; межзаводские перевозки (осуществляются магистральными видами транспорта); внутрискладские перемещения, связанные с распаковкой, расконсервацией и хранением изделий; внутризаводские перемещения (от склада отдела внешней кооперации до рабочего места).

Связать все пять этапов в единый перевозочный процесс можно в том случае, если транспортная единица в виде пакета будет формироваться на рабочем месте на заводе-поставщике и расформировываться на рабочем месте на заводе-потребителе, т.е. при помощи производственной тары. Ее применение в процессах перемещения значительно снижает трудоемкость и стоимость перевозок (табл. 1).

Организация перевозок. Основой для решения многих технических, технологических, юридических и финансовых вопросов, связанных с сокращением численности рабочих, занятых процессами перемещения грузов, является организация этих процессов. От ее совершенства зависят и четкость функционирования пакетной транспортной системы, и возможность высвобождения рабочих. Поэтому на каждом предприятии должна быть централизованная транспортная служба, способная решать весь этот комплекс вопросов, начиная с поступления грузов на завод от поставщиков и кончая отправкой готовой продукции потребителям. Для такой службы лучше всего двойное подчинение — главному технологу предприятия и заместителю директора по производству. Но, в зависимости от сложившихся на заводе производственных связей, могут быть и другие организационные решения. Важно лишь, чтобы существовала полная согласованность технологий основного производства и транспорта, так как

именно в организационном и технологическом единстве заключаются предпосылки ритмичности работы предприятия, его успех в выполнении плановых заданий. Всегда нужно помнить, что часто принятие правильных, иногда элементарно простых организационных решений может дать больший эффект, чем применение сложных машин и механизмов.

Характерным примером удачного организационно-технического решения по транспортированию грузов могут служить ВАЗ и КамАЗ, где созданы так называемые «транспортные вставки» в производственных корпусах. Устройство таких «вставок» максимально приближает склады к сборочным конвейерам, что намного сокращает трудовые затраты в процессах перемещения.

Опыт работы Ульяновского научно-исследовательского и проектно-технологического института машиностроения говорит о том, что работы по совершенствованию технологии и организации пакетных перевозок на предприятиях Минавтопрома дают большой экономический эффект — даже в больших размерах, чем в основном производстве (в пересчете на рубль вкладываемых капиталовложений). Так, внедрение только одного вилочного электрогрузчика и 1000 ед. производственной тары на некоторых грузопотоках позволяет высвободить до 15 работающих. Поэтому применение производственной тары, которая превратилась в мощный организующий фактор современного производства, в сочетании с грузоподъемными механизмами является одним из главных путей повышения производительности труда на погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работах и высвобождения рабочих.

Характерным примером совершенствования организации процессов перемещения может служить также завод карданных валов имени XXV съезда КПСС (г. Херсон). На этом заводе разработана конструкция и в достаточном количестве изготовлена, причем из отходов производства, тара, которая используется при межоперационном, межцеховом и межзаводском транспортировании грузов. Внедрение пакетных перевозок только на пяти грузопотоках позволило на 13% сократить численность рабочих, занятых на погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских операциях (табл. 2).

Таблица 2

Показатель	Численность рабочих, %	
	до внедрения	после внедрения
Рабочие, занятые на погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работах	100	87
В том числе выполняющие работу:		
при помощи машин и механизмов	31	43
вручную при машинах и механизмах	20	16
вручную без машин и механизмов	49	41

Таким образом, правильная организация работ, совершенствование технологии, механизация процессов перемещения грузов позволяют не только сохранить непрерывность производственного процесса, но и решать такую важную социальную проблему, какой является ликвидация тяжелого ручного труда и высвобождение рабочих из сферы погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ.

Экономическая эффективность замены углеродистой стали чугуном с шаровидным графитом

А. Н. АХРАМЧУК

НИИЛИТавтопром

В АЖНЕЙШИМ условием перевода экономики литейного производства автомобильной промышленности на преимущественно интенсивные факторы роста является использование достижений науки и техники. К числу мероприятий, способствующих этому, относится замена традиционных конструкционных материалов новыми, в частности, углеродистой стали — чугуном с шаровидным графитом.

По этому направлению идут многие фирмы в странах с развитым автомобилестроением. Например, в литейном производстве автомобилестроения Японии доля отливок из стали составляет лишь 7% в общем объеме литья на основе «железо — углерод». Учитывая относительно высокие затраты на отливки из стали, сокращают уровень их выпуска и в странах, не испытывающих дефицита в обеспечении металлом (США, ФРГ и др.).

Изготовление отливок из чугуна с шаровидным графитом вместо углеродистой стали экономит, в расчете на 1 т отливка, 300—325 кВт.ч электроэнергии и 100—121 м³ газа, на 20—25% снижает трудоемкость изготовления деталей. Однако издержки на шихтовые материалы при этом резко возрастают.

Так, если средние затраты на основные материалы на 1 т годных отливок из углеродистой стали принять за 100%, то затраты на отливки из чугуна с шаровидным графитом составят 105—200%. Поэтому в некоторых производственных условиях это обстоятельство приводит к тому, что изготовление отливок из чугуна с шаровидным графитом становится экономически менее эффективным, чем из углеродистой стали.

Рассмотрим условия, при которых переход с углеродистой стали на чугун с шаровидным графитом экономически целесообразен. Сделаем это на примере Минского автозавода.

Специалисты НИИЛИТавтопрома исследовали различные способы получения отливок из чугуна с шаровидным графитом при помощи таких лигатур и модификаторов, как никель-магнийцирковая, железоникельмагнийцирковая, железокремний-магнийная, кремний-магний-РЗМ и металлический магний. При этом выяснилось, что переход будет экономически выгодным, если: 70% всех отливок из чугуна с шаровидным графитом выполнять без отжига; на 8% снизить массу отливок и литниковой системы (за счет разности в удельных массах стали и чугуна); в качестве модификаторов чугуна применять магний.

При такой взаимозамене материалов на 29,6% снижается стоимость производственных фондов (электродуговые печи плавки, термические печи, дробетные камеры и барабаны) за счет: снижения на 20% — времени, необходимого на расплавление металлозавалки чугуна, температура плавления которой на 150—200° ниже, чем металлозавалки стали; на 30% — времени, затрачиваемого на очистку отливок от пригара; уменьшения (на 8%) массы литых заготовок и питающей их системы; исключения термической обработки крупного литья, доля которого по массе составляет 74%.

И тем не менее уменьшение стоимости основных производственных фондов еще не может характеризовать чугун с шаровидным графитом как прогрессивный конструкционный материал, поскольку наряду с капитальными вложениями приведенные затраты включают в себя еще и затраты на материалы и труд.

Так, в состав материалов входят основные (металлическая шихта) и вспомогательные (графитированные электроды, дробь для очистки и др.), жаропрочная оснастка, топливо (электроэнергия и природный газ). Затраты на них включают также амортизационные отчисления. И каждая из этих составляющих имеет определенную стоимость. Например, в структуре технологической себестоимости удельный вес затрат на основные (шихтовые) материалы при получении отливок из углеродистой стали составляет 59% и 73% — из чугуна с шаровидным графитом. Причем наибольший вклад в удорожание материалов вносят расходы на раскислители, флюсы и модификаторы (затраты на них увеличиваются, по сравнению с затратами на отливки из стали, в 4,8 раза). Одной из причин такого роста является повышение в 2,7 раза средней цены шихты, что вызвано введением в нее новых компонентов, в частности, графитовой стружки, ферросилиция и магния. Вторая причина — рост в 1,7 раза базисной цены универсальной

тов, образующих структуру раскислителей, флюсов и модификаторов.

Но взаимозамена сплавов на 24% снижает трудозатраты, что стало возможным благодаря различию в температуре расплавления металлозавалки сравниваемых конструкционных материалов, увеличению производительности дробетных камер и барабанов, исключению заварки дефектов отливок и снижению их массы. Казалось бы, это должно столь же резко снизить себестоимость отливок.

Однако на практике так не получается. Дело в том, что издержки на заработную плату обычно составляют около 14% полной себестоимости отливок. Значит, снижение даже на 5% расходов по этой статье позволит уменьшить полную себестоимость всего лишь на 1%. С другой стороны, текущие затраты возрастут, если мероприятие, вызвавшее снижение удельных затрат на заработную плату, повысит удельные материальные затраты, поскольку они более чем в 5 раз превышают удельный вес заработной платы в себестоимости. Отсюда следует, что существенные изменения в расходах на заработную плату в литейном производстве влияют на себестоимость отливок незначительно.

В целом же, если учитывать стоимость материалов, оборудования и труда, технологическая себестоимость отливок из чугуна с шаровидным графитом оказывается на 8% ниже, чем отливок из стали.

Замена стали чугуном с шаровидным графитом создает, кроме того, реальные предпосылки для существенного улучшения такого важного показателя материалоемкости, как отношение массы машинокомплекта отливок к единице грузоподъемности автотранспортного средства.

Так, если половину (по массе) отливок из стали, применяемых на автомобиле МАЗ-5335, перевести на отливки из чугуна с шаровидным графитом, то его масса может уменьшиться на 13%. Достигается это прежде всего за счет лучших литейных свойств чугуна — его жидкотекучести и усадки, тогда как стенки отливок из стали приходится делать, вследствие ее низкой жидкотекучести и значительной объемной усадки, на 12—32% толще, чем это требуют соображения прочности (выигрыш в металлоемкости — 6%). Во-вторых, у чугуна меньшая плотность (выигрыш — 4%). В-третьих, у чугунных отливок меньше припуски для механической обработки (выигрыш — 3%).

И, наконец, переход на изготовление литых заготовок из чугуна с шаровидным графитом позволяет изменить объем реализованной продукции и массу прибыли, что на практике играет главную роль при решении вопроса о взаимозамене конструкционных материалов. Вот почему для полного раскрытия экономической сущности взаимозамены материалов необходимо исследовать механизм действия переменной замкнутой системы «конструкционный материал — масса отливки — цена — прибыль». Покажем это на примере реальной детали (см. таблицу).

Деталь	Масса, кг	Материал	Оптовая цена 1 отл., руб.	Прибыль (всего), руб/отл.	Дополнительная прибыль, руб/отл., за счет разности в		
					цене	себестоимости	капитальных вложениях
Кольцо	37	Сталь	11,91	—	—	—	—
	34		Чугун с шаровидным графитом				
»	33	То же	12,38	0,87	0,47	0,29	0,11

Из таблицы видно, что взаимозамена рассматриваемых литейных сплавов позволяет на 1,3% увеличить объем реализации и на 4,5% — массу прибыли. При этом обращает на себя внимание тот факт, что достаточно провести незначительную конструкторско-технологическую проработку и таким образом дополнительно снизить массу отливки на 3%, т.е. с 34 до

33 кг, в результате чего предприятие получит 30 коп. дополнительной прибыли за каждую реализованную отливку.

Таким образом, при замене углеродистой стали чугуном с шаровидным графитом снижается массовый объем литья. При этом конечная продукция — автомобили — обеспечивается большим количеством промежуточной продукции — отливками. Иными словами, конечная цель функционирования литейного производства достигается при меньшем расходе металла по массе. Еще более важным является то, что перевод литых заготовок с углеродистой стали на чугун с шаровидным графитом стимулирует снижение их массы. Основанием этого тезиса служит косвенное воздействие цены на металлоемкость отливок. Оптовая цена возрастает в направлении, обратном движению массы отливок: на 1% уменьшения массы приходится 2% увеличения оптовой цены.

Это с точки зрения интересов предприятия. Если же на проблему смотреть шире, то можно сделать и более обобщающие выводы.

Сохранение на нынешнем уровне объема производства изделий из углеродистой стали и тем более его наращивание — недопустимы по экономическим соображениям.

Сегодня в масштабе автомобильной отрасли замена 50% отливок из углеродистой стали отливками из чугуна с шаровидным графитом означает снижение на 4—7% объема производства литья на сопоставимый выпуск конечной продукции, экономии 50—57 млн. кВт·ч электроэнергии, 22 млн. м³ газа.

В итоге все это резко снижает материалоемкость изделия, что является одним из важнейших условий повышения эффективности производства.

ДВИГАТЕЛИ

УДК 621.436-533.6

Защита форсированных дизелей от тепловых перегрузок в эксплуатации

Канд. техн. наук О. П. ПОНОМАРЕВ

Ленинградское автотранспортное предприятие № 6

КАК ИЗВЕСТНО, важнейшим способом повышения удельной мощности автотракторных дизелей является газотурбинный наддув, все более широко применяющийся на них. Однако наддув определяет и большую чувствительность дизелей к техническому состоянию систем воздухооборудования и топливоподачи. Ухудшение первого в результате разгерметизации воздушного тракта или засорения воздухофильтров и увеличение второй из-за износа деталей регулятора или перерегулировки упора максимальной подачи, вызванной желанием эксплуатационников повышать мощность двигателя, приводят к тепловой перенапряженности и, как следствие, к преждевременному выходу из строя деталей или двигателя в целом. Следовательно, дизели с турбонаддувом необходимо оборудовать системами тепловой защиты, реагирующими, например, на температуру отработавших газов перед турбиной нагнетателя. Чувствительным элементом такой системы защиты может быть датчик dilatометрического типа, серийно выпускаемый автомобильной промышленностью. Установленный в выпускном коллекторе, он должен быть отрегулирован на максимально допустимую температуру отработавших газов и замыкать электрическую цепь при ее

критическом значении (для двигателя ЯМЗ-238Н—970 К). В этом случае электропитание должно подаваться на исполнительный механизм (рис. 1), который представляет собой переделку пускового реле РС-14А стартера и установлен на торце топливного насоса высокого давления. При срабатывании

клонениях штока датчика температура отработавших газов перед турбиной возвращается в состояние равновесия, а при отсутствии внешнего воздействия обеспечивала абсолютную устойчивость номинального режима (как показали расчеты математической модели, эти условия обеспечиваются, если постоянная времени датчика не превышает 3 с).

Экспериментальные исследования системы проводились на двигателе ЯМЗ-238Н. Анализ внешних характеристик, снятых при различных разрежениях во впускном тракте, показал, что при отсутствии системы защиты по мере увеличения разрежения уже при величине сопротивления, эквивалентной 1,1 кПа, эффективная мощность двигателя уменьшается на 10,5—11%, коэффициент избытка воздуха — с 1,9 до 1,57, а температура отработавших газов превышает 970 К. С другой стороны, увеличение цикловой подачи на 8% привело к увеличению мощности дизеля на 5%, но при этом удельный эффективный расход топлива возрос на 3%, а температура отработавших газов превысила максимально допустимое значение (970 К).

Подключение системы защиты заметно улучшило тепловые показатели дизеля. Так, при ходе штока соленоида, равном 4 мм, температура отработавших газов снижалась с 970 до 910 К. При этом соленоид срабатывал за ~0,5 с, инерционность датчика температуры не превышала 3 с, продолжительность возврата рейки в положение максимальной подачи при отходе штока соленоида была равной 1—1,2 с. Изменение эффективной мощности и температуры отработавших газов перед турбиной, в зависимости от хода штока сердечника соленоида, показано на рис. 2.

Результаты экспериментального исследования опытного образца системы защиты, приведенные на рисунке, показали перспективность применения ее, в первую очередь, для дизелей ЯМЗ-240Н1, устанавливаемых на автомобилях БелАЗ-548А, а также для дизелей СТМЗ-64Н 21/21, применяемых на автомобилях-самосвалах БелАЗ-549.

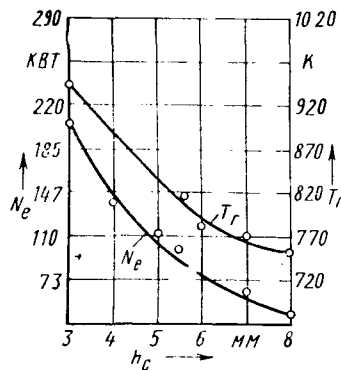


Рис. 2. Зависимости мощности дизеля ЯМЗ-238Н и температуры отработавших газов от уменьшения хода рейки топливного насоса

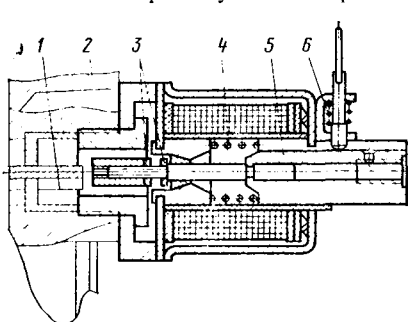


Рис. 1. Исполнительный механизм системы защиты дизеля от тепловых перегрузок: 1 — рейка, 2 — топливный насос высокого давления, 3 — упор сердечника соленоида, 4 — пружина, 5 — сердечник соленоида, 6 — защелка

механизма сердечник 5 соленоида перемещается влево (по схеме), ограничивая тем самым ход рейки 1 в сторону увеличения подачи топлива. При этом палец защелки 6 под воздействием пружины входит в отверстие на сердечнике 5 соленоида, и упор максимальной подачи топлива таким образом блокируется в заданном положении, не допуская повторного превышения температуры отработавших газов сверх допустимой. После устранения неисправности, вызвавшей нарушение теплового режима, защелка может быть поднята, и сердечник соленоида получает возможность вернуться в исходное (правое) положение под воздействием возвратной пружины 4.

Такая простая система защиты, изготовленная своими силами, оказалась устойчивой, т. е. при значительных от-

К проблемам принудительного холостого хода карбюраторного двигателя

Канд. техн. наук **Е. К. ОРДАБАЕВ**

Карагандинский политехнический институт

ИЗВЕСТНО, что в городских условиях эксплуатации режим принудительного холостого хода (ПХХ) автомобильных двигателей используется сравнительно часто: согласно принятому в нашей стране европейскому ездовому циклу ему отводится около 17% общей продолжительности этого цикла. Для городских же автобусов его доля возрастает до 26,2%. И можно ожидать, что на горно-холмистых маршрутах цифра будет еще выше.

Но режим принудительного холостого хода — неблагоприятный практически во всех отношениях: он приводит к непроизводительным затратам топлива, увеличивает расход масла и выброс несгоревших углеводородов с отработавшими газами. Поэтому специалисты многих стран усиленно работают над проблемой ПХХ. И успехи здесь есть, хотя множество методов и средств, которые известны в настоящее время, говорят о том, что полностью она еще не разрешена.

Одним из удачных решений, по мнению специалистов, является разработанная у нас и получившая практическое применение система «Каскад» с экономайзером ПХХ (она устанавливается, например, на двигателях ВАЗ-2105 и ВАЗ-2107): эта система обеспечивает существенную экономию топлива и сокращение вредных выбросов. Но и в ней, как и во многих других системах аналогичного исполнения, отсутствует устройство для уменьшения разрежения в задрозсельном пространстве впускного трубопровода двигателя на режиме ПХХ, т. е. нет традиционного (и хорошо оправдывающего себя) средства улучшения работы карбюраторного двигателя на режиме ПХХ.

Работа «Каскада» при торможении автомобиля двигателем основана, как известно, на заперении автономной системы холостого хода карбюратора при полностью прикрытой дроссельной заслонке. Следовательно, в период ПХХ система дополнительно повышает разрежение во впускном трубопроводе.

Данное обстоятельство зачастую преподносится только как положительный фактор — увеличение тормозящего эффекта двигателя, что естественно при увеличении насосных потерь. Но, с другой стороны, также бесспорно, что повышение разрежения на впуске и в цилиндрах двигателя вызывает интенсивный подсос масла из картера, а также по штокам клапанов. В результате, несмотря на отключение топливopодачи, поступающее в цилиндры масло и топливо из пленки, сохраняющейся во впускном тракте и сильнее испаряющейся при высоких степенях разрежения, начинают «питаться» отработавшие газы углеводородами. Причем осушение впускного трубопровода и скапливание масла в камере сгорания при длительной работе двигателя на режиме ПХХ, особенно характерной для пересеченной местности, отрицательно влияет на последующие режимы разгона. В частности, повышается вероятность возникновения «провалов» в его работе из-за задержки топливopодачи, что заставляет сужать диапазон воздействия на ПХХ по частоте вращения коленчатого вала; возможно также явление перекомпенсации в карбюраторе.

Во всех других системах ПХХ — как отечественных, так и зарубежных — аналогичные и некоторые другие негативные явления наблюдаются еще отчетливее.

Между тем есть и еще один, причем весьма эффективный путь решения рассматриваемых проблем: использование из-

вестного метода рециркуляции отработавших газов при работе двигателя на режиме ПХХ.

Эта идея впервые в 1955 г. была реализована в устройстве, которое предложил американский исследователь Мак-Кинли (патент 2741233, США). При помощи такого устройства впускной трубопровод на режиме ПХХ соединяется с выпускной системой двигателя, а топливopодача отключается. Существуют и аналогичные отечественные разработки (например, А. с. 658304 и 868081, СССР), которые сокращают выход углеводородов, расход масла за счет снижения разрежения на впуске и частичной рециркуляции газов. Правда, все эти предложения широкого практического применения не нашли, так как заметно усложняли систему топливopодачи и были недостаточно эффективными. В этой связи более целесообразным представляется осуществление полной рециркуляции отработавших газов на режиме ПХХ. И вот почему.

Во-первых, изоляция двигателя от окружающей среды путем перевода его на замкнутый цикл газообмена возможна благодаря тому известному обстоятельству, что на этом режиме двигатель играет роль тормоза, т. е. от него не требуется, чтобы он развивал мощность для передачи ее в трансмиссию. Во-вторых, полная рециркуляция дает возможность предотвратить выброс токсичных веществ в атмосферу, а разрежение во впускном трубопроводе и цилиндрах уменьшить до величины, исключающей подсос масла и топлива.

Система для полной рециркуляции газов должна, очевидно, включать рециркуляционный канал, соизмеримый по проходному сечению с впускным трактом, тогда при ее включении впускной трубопровод через этот канал и выпускную систему будет фактически сообщаться с атмосферой. При очень малом расходе воздуха через карбюратор (или его отсутствии) на ПХХ в рециркуляционный канал попадет некоторое количество воздуха со стороны выпуска, которое в смеси с отработавшими газами и будет пульсировать в системе «впускной трубопровод — цилиндр — выпускной трубопровод — рециркуляционный канал — впускной трубопровод». А отсутствие прямой продувки впускного трубопровода устраняет недостатки, обусловленные уносом жидкой топливной пленки из него. При переходе на тяговый режим работы двигателя инертные газы, оставшиеся в цилиндрах и впускной системе после ПХХ, будут удалены за два-три рабочих цикла, что не может иметь существенных отрицательных последствий.

Конечно, полная рециркуляция газов может привести к некоторому снижению тормозного момента двигателя на ПХХ, что, по сравнению с ожидаемым эффектом по топливной экономичности и уменьшению загрязнения окружающей среды, не имеет принципиального значения, особенно при надежной тормозной системе автомобиля.

Таким образом, рассмотренный метод может служить рациональным средством решения проблем ПХХ автомобильных двигателей. Более того, существует реальная возможность использовать рециркуляционную систему, предназначенную для ПХХ, с целью уменьшения выхода окислов азота на нагрузочных режимах двигателей. Что же касается практической реализации метода, то, думается, сейчас, когда электроника становится постоянной составляющей автомобильной техники, особых затруднений здесь не будет.

Износостойкость литых деталей газораспределительного механизма автомобильных двигателей

Кандидаты техн. наук **О. Н. КРЮЧКОВ, М. М. ЛЕВИТАН**

НАМИ

ИЗНАШИВАНИЕ деталей газораспределительного механизма современных автомобильных двигателей связано с протеканием сложных механических и теплофизических процессов, включающих трение при высоких удельных нагрузках в условиях граничной смазки и наличие некоторого количества абра-

зивных частиц в сопряжениях трущихся поверхностей. В этих условиях материалы, применяемые для изготовления таких деталей, как распределительный вал, толкатель и рычаг клапана, должны обладать достаточной контактной выносливостью, высоким сопротивлением истиранию и абразивному из-

Чугун	Массовое содержание компонентов, %								Твердость
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	
Нелегированный	3,1—3,6	2,3—3,0	0,85—1,1	<0,2	<0,1	—	—	—	52HRS
→	3,1—3,5	1,8—3,6	0,5—0,9	<0,2	<0,15	—	—	—	475HV
Легированный Cr	3,1—3,25	1,9—2,1	0,6—0,7	<0,1	<0,1	—	0,5—0,8	—	—
Легированный Ni—Cr	3,6 (max)	3,3 (max)	0,6—1,2	<0,3	<0,12	0,5	0,15	—	—
Легированный Ni—Cr—Mo	3,1—3,4	2,0—2,4	0,5—0,8	<0,2	<0,1	0,15—0,25	0,8—1,0	0,15—0,25	—
Легированный Ni—Cr—Mo	3,2—3,6	2,4—3,05	0,7—1,1	—	—	1,2—2,0	0,2—1,0	0,6—1,0	52 HRS

нашиванию. В то же время они должны быть технологичными и экономически выгодными при массовом производстве автомобильных двигателей.

В настоящее время наиболее полно всем этим требованиям удовлетворяет чугун.

Чугунные распределительные валы имеют высокую износостойкость, что увеличивает моторесурс двигателей. Кроме того, затраты на их изготовление значительно меньше, чем кованых стальных распределительных валов. Для повышения их износостойкости проводится упрочнение (азотирование, закалка и др.), причем максимальная износостойкость обеспечивается за счет создания на их трущихся поверхностях слоя белого чугуна. Достигается это применением таких технологических приемов, как установка в литейную форму индивидуальных холодильников, литье в облицованную металлическую форму (кокиль), изготовление биметаллических деталей (толкателей, рычагов клапанов), рабочая поверхность которых выполнена наплавкой белого чугуна или применением вставок из такого чугуна.

Отбеливание создает на рабочей поверхности слой игольчатых карбидов, ориентированных перпендикулярно поверхности контакта, что способствует восприятию значительных давлений без разрушения карбидов. Многочисленные испытания и опыт эксплуатации кулачковых валов, рычагов и толкателей с отбеленными поверхностями показывают, что такая пара (при любых смазочных маслах) обладает наибольшей работоспособностью.

Получение отбеленных отливок при помощи индивидуальных холодильников представляет собой трудоемкий процесс, включающий изготовление, подготовку и сборку в литейной форме большого количества холодильников. Тем не менее этот метод применяется, причем для многих марок серых чугунов (табл. 1).

Метод литья в облицованные кокили значительно проще. Однако ни тот, ни другой не обеспечивает получения ограниченной в отбеленных пределах глубины отбеленного слоя, а также не исключает проникновения на большую глубину участков ледебурита, наличие которого существенно затрудняет механическую обработку полых распределительных валов.

В последнее время разработан еще один метод упрочнения кулачков чугунных распределительных валов и рычагов клапанов — оплавлением поверхностного слоя (толщиной около 1 мм) при помощи точечного источника энергии (лазерный или электронный луч, электрическая дуга в среде инертного газа). Считается, что благодаря быстрому охлаждению кристаллизация расплавленного слоя металла идет по метастабильной системе и ледебурит образуется именно в этом слое, не проникая на большую глубину. Кроме того, метод проще других, менее трудоемок, легко поддается механизации и автоматизации. Но, к сожалению, глубина упрочненного слоя при этом получается небольшой, не исключается опасность образования в нем газовых раковин, пор и трещин.

Такова общая картина состояния дел с упрочнением деталей

газораспределительного механизма. Она, как видно, не дает полного представления о структуре и свойствах отбеленных отливок, что затрудняет прежде всего разработку требований к их качеству. Поэтому специалисты НАМИ и некоторых автозаводов провели специальное исследование, в ходе которого попытались оценить влияние химического состава на микроструктуру и свойства зон белого и серого чугунов. Результаты этого исследования приводятся ниже.

Так, анализ полученных данных показал, что в общем случае структура отбеленной части отливки состоит из эвтектических карбидов, ориентированных преимущественно перпендикулярно поверхности отбела, и перлита. С увеличением содержания углерода во всех исследованных чугунах (табл. 2) глубина как чистого, так и общего отбела уменьшается, причем последнего более резко (рис. 1), за счет сокращения переходной зоны.

На рис. 2, а показана зависимость твердости отбеленной зоны на поверхности (кривая 1) и на расстояниях 5 (кривая 2) и 10 мм (кривая 3). Из рисунка видно, что с увеличением содержания углерода твердость на поверхности непрерывно возрастает, происходит это за счет повышения количества карбидов в микроструктуре. Однако твердость на глубине отбеленного слоя возрастает лишь до 3,5% углерода, а затем интенсивно падает. Прочность при изгибе белого чугуна (кривая 1 на рис. 2, б) с увеличением содержания углерода до 3,5% растет незначительно, а потом заметно уменьшается. Прочность на сжатие (кривая 2 на рис. 2, б) изменяется аналогично, но перегиб кривой начинается при более высоком содержании углерода. Износ образцов из белого чугуна при трении об абразивную поверхность при повышении содержания углерода уменьшается. Так, при содержании углерода, равном 3,1%, потеря массы образца составляет 0,0823 г, при 3,71% — 0,0782 г, при 3,9% —

Таблица 2

Массовое содержание исследуемого элемента, %	Глубина отбела клина, мм		Предел прочности при изгибе, МПа	Твердость HRC, на расстоянии от холодильника, мм				Предел прочности при изгибе, МПа	Временное сопротивление, МПа	Твердость HB	
	чистого	общего		0	3	6	10				
Углерод	2,68	24	50	427	55	52	52	50	459	261	430
	3,10	16	50	432	56	53	52	51	427	227	350
	3,52	13	25	445	59	55	55	54	327	155	209
	3,71	7	18	386	59	57	55	47	—	—	188
	3,90	5	11	341	61	55	46	17	279	121	176
Кремний	0,50	50	50	1400	55	54	51	50	Белый чугун		435
	1,0	50	50	1240	55	52	49	49	То же		406
	2,0	15	25	812	55	55	53	50	405	165	207
	3,0	12	19	826	58	57	56	56	345	124	152
	4,0	10	10	673	60	60	58	18	363	69	120
Марганец	0,46	14	17	726	55	54	53	52	328	144	156
	0,96	12	16	940	56	55	54	52	389	208	184
	2,0	17	42	415	62	57	56	55	510	239	311
Хром	0,27	14	20	556	56	54	54	52	431	186	206
	0,47	13	20	680	56	55	55	54	452	222	216
	1,04	18	45	603	57	56	55	53	519	258	300
	2,10	50	50	558	58	57	56	54	483	—	490
	Никель	0,25	15	26	711	56	55	55	53	(белый чугун)	
0,50		13	23	783	56	56	55	53	375	153	180
1,02		14	26	648	57	55	54	53	390	153	180
2,0		11	21	837	57	55	54	53	381	178	179
0,04		11	21	837	58	55	55	54	343	187	193
3,4% C, 2,4% Si	10	16	1174—1311	58	56	55	54	—	600	300	300
Ванадий	0,25	11	18	573	56	55	51	52	430	210	240
	0,50	14	22	666	57	57	56	54	478	240	207
	1,0	23	50	470	57	57	56	54	528	—	223
Молибден	0,25	9	12	513	55	54	53	46	459	211	212
	0,50	9	13	513	62	56	55	53	460	225	222
	1,0	10	16	326	65	57	56	54	591	300	229

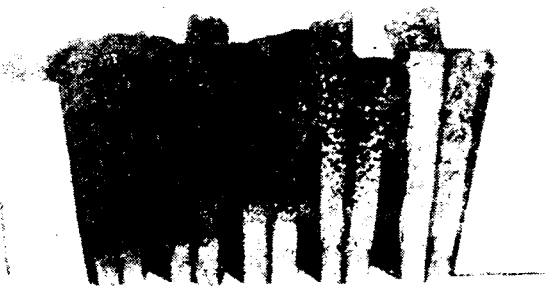


Рис. 1. Изломы проб на отбел чугуна с различным массовым содержанием углерода (%)

0,0721 г.

С повышением содержания кремния количество карбидной составляющей в микроструктуре белого чугуна также возрастает, что связано с уменьшением растворимости углерода в жидкой фазе и эвтектике. При этом твердость (рис. 3, а) как на поверхности белого слоя (кривая 1), так и в его глубине (кривые 2 и 3 соответственно для глубины 5 и 10 мм) увеличивается.

Прочность при изгибе (рис. 3, б) с увеличением содержания кремния снижается с 1400 МПа при 0,5% кремния до 673 МПа при 4% кремния. Было также замечено, что абсолютные значения предела прочности при изгибе белого чугуна одного и того же состава в значительной степени зависят от качества шихтовых материалов. Так, при использовании в шихте 75% доменного чугуна прочность была 432 МПа, тогда как при использовании синтетического чугуна она составляла 650 МПа, хотя химический состав чугуна в обоих случаях был одинаковым.

Характер изменения глубины отбела в зависимости от содержания кремния несколько отличается от такой же зависимости по содержанию углерода: повышение содержания кремния одинаково интенсивно снижает глубину как чистого, так и общего отбела, а при высоком содержании кремния переходная зона практически отсутствует (рис. 4).

Влияние углерода и кремния на твердость и прочность зоны серого чугуна практически идентично.

Все исследованные легирующие элементы в определенной степени повышают твердость белого слоя чугуна. При этом добавки марганца незначительно увеличивают количество карбидов, но резко меняют их форму — от плоских крупных образований при небольшом его содержании до тонкоиглолчатых при увели-

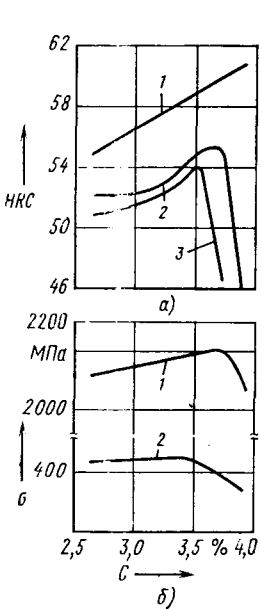


Рис. 2. Влияние углерода на твердость (а) и прочность (б) отбеленного слоя чугуна

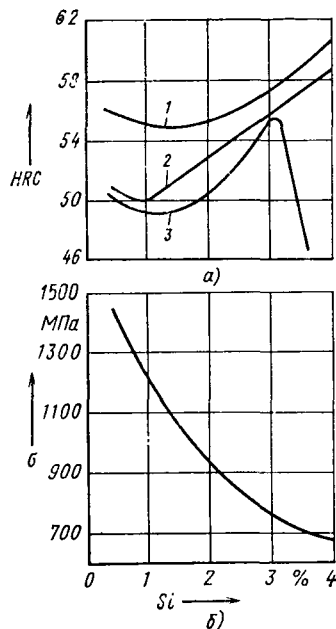


Рис. 3. Влияние кремния на твердость (а) и прочность (б) отбеленного слоя чугуна

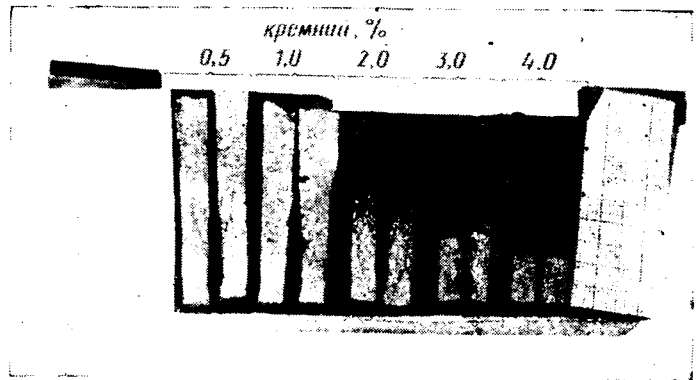


Рис. 4. Изломы проб на отбел чугуна с различным массовым содержанием кремния (%)

ченном. Хром значительно увеличивает количество карбидов и одновременно измельчает их. Никель же, наоборот, практически не оказывает влияния на количество и микроструктуру карбидов. Ванадий, при его добавке до 0,5%, значительно измельчает карбиды, не увеличивая их количества, а при 1% незначительно увеличивает количество карбидов. Молибден также измельчает и увеличивает количество карбидов, что повышает твердость белого чугуна. Вместе с тем значительное повышение количества карбидов снижает его прочность. Так, в последнем сплаве (см. табл. 2) было отмечено наибольшее количество карбидов (около 85—90%), что вызвало повышение твердости белого слоя чугуна, но и значительно снизило его прочность.

Марганец и хром повышают прочность и твердость зоны серого чугуна. Никель, при его добавке до 2%, практически не влияет ни на то, ни на другое. Наиболее благоприятное действие на зону серого чугуна оказывает молибден, увеличение содержания которого до 1% повышает прочность этой зоны до 300 МПа при незначительном повышении твердости.

Марганец, хром и ванадий увеличивают переходную зону отбеленного чугуна, а никель, наоборот, уменьшает переходную зону. Молибден при содержании свыше 0,5% также увеличивает переходную зону.

Влияние микроструктуры и твердости отбеленного слоя на его работоспособность в различных условиях оценивали путем ускоренных моторно-стендовых испытаний. При этом выявилось, что на отбеленных тарелках (глубина отбела 3—3,5 мм) из чугуна с повышенным содержанием углерода, кремния (степень эвтектичности 4,5%) и цементита в отбеленном слое (более 70%) твердость поверхности составляла 62—64 HRC, а цилиндрической части толкателя — 229—235 HB. Но рабочая поверхность выкрашивается. Связано это, по-видимому, с повышенным количеством перичных карбидов в структуре, что, как указывалось выше, отрицательно сказывается на прочности отбеленного слоя. Кроме того, включения карбидов, являясь концентраторами напряжений, могут быть причиной преждевременного усталостного разрушения отбеленного слоя.

На этом же стенде были испытаны два варианта чугунных вставок толкателей, отличающихся микроструктурой карбидной фазы. Твердость вставок первого варианта составляла 64—65 HRC, прочность при изгибе 260—310 МПа, микроструктура — эвтектические карбиды (около 30%) и мартенсит. Твердость вставок второго варианта — 63—65 HRC, прочность при изгибе 280—330 МПа, микроструктура — эвтектические карбиды (около 40%) и мартенсит. Как и при исследовании монолитных толкателей с отбелом, оба варианта вставок не выдержали испытаний из-за выкрашивания поверхности вследствие недостаточной прочности их материала.

На бензиновых двигателях проведены специальные испытания нескольких вариантов пары «кулачок — рычаг клапана». В первом варианте работала пара «распределительный вал с отбеленными кулачками — коромысла клапанов с отбеленными носками». Детали были отлиты из серого чугуна, содержащего 3,4—3,5% углерода и 2,8—3,0% кремния. Твердость отбеленного слоя составляла 52—55 HRC на глубину до 5 мм. Количество карбидов в микроструктуре — не менее 70%. После 30 ч испытаний на режиме: частота вращения коленчатого вала 3500 мин⁻¹, температура масла 383 К (масло М10ГИ), усилие клапанных пружин 850—880 Н — износ контактирующих поверхностей кулачков распределительного вала и коромысел оказался незначительным. Пара признана работоспособной.

На этом же двигателе была испытана пара «распределительный вал из серого чугуна с углеродом и кремнием — кулачки с отбелом». Пары кулачков оплавлением

поверхности на твердость 51—55 HRC — коромысла клапанов из серого чугуна с отбеленными носками. Пара также призна-на работоспособной.

На двигателе ВАЗ-2101 испытанию подвергнута пара «распределительный вал из серого чугуна с отбеленными кулачками — рычаги клапанов из высокопрочного чугуна с отбеленными носками». Твердость отбеленного слоя кулачков и коромысел составляла 50—55 HRC. После 200 ч испытаний на режиме: частота вращения коленчатого вала 1200 мин⁻¹, усилие клапанных пружин 1,3 кН, температура масла в поддоне 403 К, давление масла (М6 — 3/10 ГИ) не более 0,06 МПа состояние контактирующих поверхностей кулачков и рычагов хорошее: износ кулачков составил 0,02 мм, оценка рычагов — 9,5 балла (предельно допустимое значение — 8,6 балла, новых рычагов — 10 баллов), следов задиоров не обнаружено. Пара вполне работоспособна.

Полученные результаты позволяют сделать вывод: для изготовления распределительных валов и рычагов клапанов с отбеленными поверхностями целесообразно использовать серый или высокопрочный чугун, содержащий повышенное количество углерода (3,4—3,5%) и кремния (2,5—3,0%). В этом случае в поверхностном слое образуется повышенное количество карбидов, что обеспечивает ему высокие твердость и износостойкость.

В то же время твердость зон серого чугуна оказывается невысокой. Для толкателей клапанов, работающих в более тяжелых условиях, чем рычаги, наряду с количеством карбидной фазы в микроструктуре отбеленного слоя, по-видимому, определенное значение имеет и прочность слоя. Таким образом, на карбюраторных двигателях целесообразно применять литые распределительные валы, изготовленные из низколегированного серого чугуна, который содержит 3,3—3,5% углерода, 2,0—3,0% кремния, 0,5—1,0% марганца и легирован хромом, никелем, молибденом, ванадием и медью. Кулачки при этом должны быть отбеленными на глубину до 4 мм и иметь твердость не менее 50 HRC, твердость неотбеленной части детали — 185—260 HB. Литые рычаги (коромысла) клапанов можно выполнять из нелегированного чугуна с шаровидным графитом, содержащего 3,3—3,8% углерода, 2,2—3,0% кремния, 0,05—0,45% марганца, 0,05—0,6% хрома, 0,02—0,09% молибдена, 0,1—1,0% никеля, 0,02—0,06% магния и 0,003—0,005% РЗМ. Их рабочие поверхности должны быть также отбеленными, иметь твердость поверхности и на глубине до 3 мм не менее 48 HRC, а твердость неотбеленной части — 275—300 HB. Микроструктура отбеленного слоя во всех случаях должна содержать не менее 40% (по объему) игольчатых карбидов, расположенных перпендикулярно поверхности контакта.

УДК 621.43-336-034.13.002.2

Особенности изготовления чугунных седел клапанов

А. Д. ШЕРМАН, С. С. ОРТЯКОВ, И. Ф. ФИЛИППОВ, Л. И. МИНАЕВА
НИИАТМ

В КОНСТРУКЦИЯХ автомобильных двигателей чугунные седла клапанов применяют довольно часто, причем изготавливают их из чугунов многих типов, которые можно разделить на две группы: высоколегированные белые (молибдено-хромистые и высокохромистые) и среднелегированные серые (низкофосфористые и фосфористые).

Молибдено-хромистый белый чугун содержит 4—5% молибдена, 2,7—3,2% хрома и имеет в структуре сетку ледебуритного легированного цементита (до 15—20%). В литом состоянии микроструктура матрицы состоит из мартенсита и остаточного аустенита. После отпуска литых заготовок при 820 К аустенит распадается с образованием мартенсита и участков троостита. При этом твердость чугуна составляет HRC 50—60, что позволяет обрабатывать седла клапанов только шлифованием.

Если отпуск заготовок осуществлять при 990 К, получаема структура матрицы состоит из троостита и сорбита. При этом снижается твердость материала до HRC 45—50, и появляется возможность обрабатывать седла клапанов при помощи лезвийного инструмента. (Например, при обработке внутреннего диаметра и фаски пластинами из твердого сплава ТТ8К6 стойкость последних составляет 100—200 заготовок.)

Высокохромистый белый чугун легирован 15—18% хрома, 4—9% никеля и имеет в структуре около 25% легированного хромом эвтектического ледебуритного цементита и карбидов хрома. Структура матрицы в литом состоянии состоит из мартенсита и аустенита, количество которого тем больше, чем выше содержание никеля, а после отпуска при 820 К — из мартенсита, участков троостита; твердость — HRC 50—60. Из-за большого количества карбидов и их высокой твердости (HV 1300—1800 против HV 950—1050 у легированного цементита) седла клапанов можно обрабатывать только шлифованием.

Среднелегированные серые чугуны, применяемые для седел клапанов, содержат 0,6—1,5% хрома, 0,6—1,4% молибдена, до 1% меди и никеля, 0,15—0,6 фосфора. В их структуре имеется графит, а матрица упрочнена включениями цементита или легированной фосфидной эвтектики. Матрица, в зависимости от режима термической обработки, может быть троостосорбитной или троостомартенситной.

В низкофосфористых серых чугунах упрочняющей составляющей являются 3—7% цементита. Для получения такого его количества в литой структуре при выбранном в зависимости от сечения отливки химическом составе чугуна необходимо соблюдать все технологические параметры плавки и заливки: состав шихты, температуру перегрева и заливки, дозы и зернистость модификатора, время разлива.

В фосфористых чугунах упрочняющей структурной составляющей является фосфидная эвтектика, строение (тип) которой, как известно, зависит от соотношения содержания хрома (карбидообразующих элементов) и фосфора. Для чугунов приме-

няемых в седлах клапанов, оно составляет 2—4%, за счет чего большая часть фосфидной эвтектики в структуре представляет собой включения типа Ф5 (по ГОСТ 3443—78) с цементитной пластиной. При большем же соотношении хрома и фосфора в структуре могут появиться участки ледебуритного цементита, а при меньшем — резко уменьшается количество включений Ф5, что недопустимо.

Важным элементом технологии получения отливок седел клапанов из среднелегированного серого чугуна является модифицирование. Для предотвращения отбела в тонкостенных отливках седел клапанов жидкий чугун перед заливкой подвергают интенсивному модифицированию, используя в качестве модификатора ферросилиций ФС75-Л1 в зернах (до 1,2% массы чугуна), иногда в сочетании с графитом в зернах или силико-мишметаллом.

Седла клапанов из серых среднелегированных чугунов хорошо обрабатываются лезвийным инструментом, благодаря чему обеспечивается хорошая соосность фаски седла, клапана и направляющей втулки. Но обрабатываемость существенно зависит от особенностей микроструктуры чугуна, прежде всего, количества графита, цементита и фосфидной эвтектики.

Так, при чистовой обработке по внутреннему диаметру и фаске пластинками ВКЗМ седел клапанов из среднелегированного фосфористого чугуна твердостью HRC 33—38, в котором 3,8—3,9% углерода, а структура содержит 20% графита и 8,8% фосфидной эвтектики преимущественно типа Ф5, стойкость пластин составляет 5000—6000 деталей на одну кромку. При обработке чугуна с пониженным (3,1—3,2%) содержанием углерода и структурой, в которой 7% графита и 5% фосфидной эвтектики типа Ф5, она уменьшается (из-за увеличения твердости до HRC 38—45) до 600—700 деталей на кромку. Для седел клапанов из среднелегированного низкофосфористого чугуна с пониженным (3—3,3%) содержанием углерода и структурой, в которой 5% графита и 4% цементита, стойкость пластин еще меньше — 300—350 деталей на кромку, хотя твердость чугуна составляет те же HRC 38—45.

Таким образом, среднелегированные серые чугуны можно отнести к классу материалов, хорошо обрабатываемых лезвийным инструментом. Но не лишены они и недостатков. Например, при изготовлении индивидуальных заготовок седел клапанов методом литья в песчаные (сырые или сухие) формы в заготовках часто наблюдаются такие дефекты, как засоры, пористость, сколы при отбивке литников. Из-за развитой литниковой системы и необходимости в сливных бобышках, снижающих неоднородность структуры металла по периметру заготовки, выход годного литья в данном случае не превышает 30—35%.

В последнее время все большее распространение получает центробежный способ литья заготовок седел клапанов в металлические изложницы. При этом сначала отливается масля-

которые затем разрезают на кольца. При такой технологии увеличивается выход годного литья, резко сокращается брак по засорам и пористости отливок, а неоднородность структуры чугуна по периметру кольца оказывается незначительной. Как показал опыт, центробежное литье маслост особенно целесооб-

разно для белого чугуна, структура которого меньше зависит от скорости охлаждения. Для серого чугуна этот способ литья оправдан лишь в том случае, когда удастся обеспечить стабильность заданного теплового режима формы как при заливке металла, так и при его кристаллизации.

АВТОМОБИЛИ

УДК 629.113-03:658.511.2.011.2

Принципы минимизации материалоемкости и массы АТС

Канд. техн. наук О. Я. ЗАСЛАВСКИЙ

Минский автозавод

ЭФФЕКТИВНОСТЬ народного хозяйства и его отраслей во многом определяется рациональностью использования материалов при изготовлении и эксплуатации объектов любой сложности и назначения. Для автомобилестроительной отрасли — это рациональность использования в основном металла, т. е. уменьшение металлоемкости автотранспортных средств. Задача имеет три варианта постановки и решения: минимизация массы самого объекта; массы материалов, идущих на его изготовление; массы объекта и массы используемых материалов одновременно.

Первый, очевидно, характеризует функциональные качества конструкции; второй — совершенство технологии; третий, наиболее сложный, определяет эффективность всей системы «изготовление объекта», включающей проектирование, изготовление опытного образца, испытания и доводку, подготовку производства, технологию и организацию всех основных и вспомогательных процессов, снабжение и сбыт продукции. Последний вариант будет еще сложнее, если его реализация включит в себя минимизацию трудоемкости изготовления объекта, но он же — и наиболее результативный.

Высокого качества решения любого из вариантов задачи можно достичь лишь при глубоком анализе конструкции, технологии, организации производства, эксплуатации, обслуживания и восстановления АТС, т. е. при системном подходе.

Конкретное применение такого подхода рассмотрим, для простоты, на примере минимизации массы готового объекта производства (автомобиля).

Снизить массу выпускаемого автомобиля можно, очевидно, только путем уменьшения масс его структурных составляющих: узлов, функциональных систем (например, систем охлаждения двигателя) и деталей. Эти составляющие могут быть оригинальными, заимствованными из других объектов и стандартизованными. Кроме того, существенный долевого вклад в массу объекта вносят материалы функционирования — топливо, масла и смазки, охлаждающие и специальные жидкости и т. д.

Важным фактором, обеспечивающим наибольшую эффективность общего решения, является правильный выбор последовательности решения частных задач по минимизации масс узлов объекта и материалов функционирования. Здесь уместно вести поиск следующим образом: сначала изыскивать средства и способы минимизации масс оригинальных узлов и систем, в первую очередь тех, которые обеспечивают максимальный вклад в суммарную массу объекта или являются многократно повторяющимися в нем.

Например, при минимизации массы оригинальных узлов и систем автомобиля типа МАЗ (8×8) поиск нужно вести в таком порядке: рама (у нее наибольшая среди всех узлов и систем масса); подвеска (масса одного ее узла меньше, чем у рамы, но он повторяется в автомобиле столько раз, сколько имеется колес); ступица с тормозом и колесной передачей (повторяемость элементов такая же, как и у подвески); поворотные устройства (повторяемость меньше, чем у подвески и ступиц, но больше единицы); редуктор ведущего моста (по главной передаче повторяемость как у поворотного устройства, а по цилиндрической — такая же, как по главным тормозным цилиндрам). На последнем этапе реализуются возможности минимизации масс узлов и систем с повторяемостью, равной единице (гидромеханическая трансмиссия, повышающая передача, раздаточная коробка и т. д.).

Затем, когда исчерпываются возможности снижения массы оригинальных узлов, систем и деталей, целесообразно перейти к анализу масс заимствованных единиц. Эта операция проводится с учетом неперемного обеспечения взаимозамени-

мости и требуемых параметров функционирования базового объекта. Здесь следует помнить, что заимствованные из другого (базового) объекта узлы, системы, детали являются для него оригинальными. И второе: снижение массы заимствованных элементов — дело всегда сложное не только в техническом, но и в организационном плане, ибо, как правило, связано с изменениями конструкции, технологии и организации действующего «стороннего» производства.

Но еще сложнее работы по снижению масс стандартизованных узлов, систем, деталей (третий этап минимизации). Здесь требуется тщательная аналитическая и экспериментальная проверка выдвигаемых предложений, а их реализация становится возможной только после внесения соответствующих изменений в отраслевые или государственные стандарты.

Особое место в проблеме минимизации массы объекта занимает минимизация масс материалов, обеспечивающих его функционирование. Она обычно заключается не просто в уменьшении объемов заправочных емкостей, но и в неперемном сохранении всех параметров функционирования объекта.

Установив приоритет узлов и систем с точки зрения минимизации массы объекта, приступают к самой минимизации. Последовательность этого поиска рассмотрим на примере редуктора моста того же автомобиля МАЗ.

В общем виде системная модель задачи может быть представлена следующим образом. Система «узлов» включает в себя в качестве подсистем «неподвижные детали», «подвижные детали» и «материалы функционирования». По аналогии с системной моделью объекта узел может быть оригинальным, заимствованным и стандартным, но в данном случае эту классификацию опускаем, так как ведем поиск решения чисто технической задачи, без учета организационных ограничений.

Все подвижные и неподвижные детали узла можно разделить на четыре функциональные группы: силовые, которые воспринимают усилия, возникающие при функционировании узла, и усилия, зависящие от собственной массы элементов системы; детали размещения — подвижные и неподвижные элементы, являющиеся базовыми для других деталей; детали управления — элементы, обеспечивающие постоянное или периодическое (избирательное) изменение параметров функционирования системы; вспомогательные — обеспечивающие оптимальную организацию процесса функционирования системы. Некоторые из деталей могут одновременно входить в две группы, например, силовая деталь может быть и деталью размещения.

Учитывая сказанное, можно составить конкретный перечень деталей каждой из групп.

Так, редуктор моста включает силовые неподвижные и подвижные детали. Его неподвижные детали размещения — крышки с гнездами для установки уплотнительных устройств и другие несилловые элементы, подвижные — корпус дифференциала, внутри которого монтируются сателлиты и шестерни полуосей. Неподвижные детали управления — регулировочные прокладки и жестко закрепленные регулировочные устройства, подвижные — регулировочные кольца конических подшипников. Неподвижные вспомогательные детали — сальники, прокладки, пробки, стопорные элементы и т. д., подвижные — стопорные шайбы, шпильки и т. п., установленные на полуосях и шестернях. Материал функционирования — масло МТ-16П (ГОСТ 6360—83).

Сформированные группы, как и в предыдущем случае, располагают в порядке их приоритета влияния на массу узла.

То же самое осуществляется и в отношении деталей внутри групп.

В рассмотренных вариантах в качестве объектов минимизации массы выступали автомобиль и редуктор его моста.

Следующий этап исследования и объект минимизации массы — деталь.

Системная модель «минимизация массы детали» состоит из четырех подсистем: конструкция детали; технология ее изготовления; организация производства; условия эксплуатации и т. д.

Конструкция детали характеризуется геометрией, размерами, материалом и его физико-механическими свойствами, зависящими от технологических процессов обработки. Эти параметры во многом определяют потенциальные свойства конструкции — прочность, надежность, долговечность, технологичность изготовления и обслуживания и т. д. Поэтому при минимизации массы необходимо стремиться к такому изменению, скажем, геометрии, чтобы не «пострадали» ни прочность, ни технологичность, ни другие потенциальные свойства детали. Достичь этого можно оптимальным проектированием технологического процесса, заменой нескольких литых деталей одним штампованным узлом, одного материала — другим (например, стали или чугуна — алюминиевым или другими легкими сплавами).

Методология системного анализа предусматривает рассмотрение всего комплекса работ по проектированию, изготовлению, функционированию и восстановлению детали. Особое внимание следует обращать на возможные концентраторы напряжений, обеспечение равнопрочности и функциональности каждого элемента детали. Изменение технологии обработки или сборки, снижение влияния вредной технологической наследственности (поры, трещины, раковины литейного, термического или другого происхождения), удаление элементов массы, не являющихся необходимыми для функционирования, дают возможность без снижения прочности детали сделать ее менее массивной, а зачастую и более долговечной.

В качестве примеров практического применения изложенных выше положений рассмотрим технические решения, реализованные в процессе разработок узлов ходовой части полноприводных автомобилей.

Первый вариант задачи (о минимизации массы объекта) нашел свое решение при проектировании и изготовлении редукторов мостов и водил колесных передач, где благодаря применению алюминиевого сплава АЛ-4 (ГОСТ 2685—75) удалось уменьшить массу деталей почти в 2 раза. Второй вариант (минимизация материалов, идущих на изготовление объекта) решался путем применения малоотходной технологии изготовления деталей. Например, применительно к чашке дифференциала это был переход со штамповки на литье (100%-ная экономия проката); для болтов крепления чашек дифференциала — с точения из шестигранного прутка на высадку (почти 50%-ная экономия проката). Третий (минимизация массы готового объекта и материалов, идущих на его изготовление) использован в рациональных компоновках сборочных единиц.

Примером может служить колесный узел автомобиля МАЗ. Здесь использован двухрядный дифференциальный колесный редуктор, в котором благодаря размещению легкого ряда снаружи узла удалось уменьшить его габаритные размеры и массу, а также его материалоемкость не менее чем на 20% (А. с. 1046129, СССР).

Рациональная компоновка сборочных единиц и автомобиля в целом позволила также снизить массу нового силового привода управляемых колес автомобиля. Если традиционный силовой привод, включающий карданный вал с промежуточной опорой и шарнир равных угловых скоростей, имеет значительную массу, то масса нового (по А. с. 1057337, СССР), благодаря аннулированию целого ряда элементов, более чем на 70 кг меньше.

Таким образом, системный подход к анализу конструкций позволяет находить пути снижения их материалоемкости, массы, трудоемкости изготовления и обслуживания.

УДК 629.113.073.286: [629.113.03:624.14]

Повышение топливной экономичности четырехгусеничного снегоболотохода

В. И. КОСТИН, канд. техн. наук Г. А. КРЕСТОВНИКОВ, И. А. ПЛИЕВ, Р. А. БАННИКОВ

НАМИ, Уральский автозавод имени 60-летия СССР

ЧЕТЫРЕГУСЕНИЧНЫЙ снегоболотоход — транспортное средство, которое предназначено для эксплуатации в труднодоступных регионах нашей страны, т. е. в условиях значительного сопротивления движению и больших эксплуатационных расходов.

Таков традиционный взгляд на снегоболотоходные автотранспортные средства. Но практика показала, что они могут эксплуатироваться не только на мягких, но и на жестких грунтах и даже дорогах с искусственными покрытиями, причем пробег в таких условиях может достигать 30—60% общего пробега. Дело в том, что объемы грузов, перевозимых снегоболотоходом, обычно невелики, и перегружать их с автомобиля на него (когда дороги кончаются) и обратно (там, где кончается бездорожье), как правило, технически и экономически нецелесообразно. В связи с этим, естественно, возникает вопрос: а нельзя ли повысить топливную экономичность гусеничных снегоболотоходных автотранспортных средств при их движении по жестким подстилающим поверхностям?

Чтобы ответить на него, провели специальное исследование, объектом которого был транспортер полной массой 19,6 т, выполненный по вагонной схеме, где основная рама через опорно-поворотные устройства опирается на две поворотные гусеничные тележки. В ходе исследования оценивалась топливная экономичность этого снегоболотохода при блокированном и дифференциальном приводах тележек, а также различных вариантах распределения одного и того же груза между тележками. Результаты испытаний при двух скоростях движения снегоболотохода (10 и 20 км/ч) приведены в таблице.

Из таблицы следует, что при движении по жесткой подстилающей поверхности (шоссе, ровная сухая или замерзшая грунтовая дорога и т. п.) сопротивление движению снегоболотохода вагонной компоновки довольно сильно зависит от распределения масс по тележкам, причем минимальное сопротивление обеспечивается тогда, когда относительная величина массы, приходящаяся на переднюю тележку, в статическом положении

составляет 40—50% полной массы снегоболотохода. Сказывается на нем и режим работы трансмиссии: с блокированным приводом сопротивление движению выше, чем с дифференциальным.

Так, при оптимальной величине массы, приходящейся на переднюю тележку (т. е. 40—50%) эта разница составляет 5,7%, а при 30 и 60% — в среднем 15,1%. Иными словами, разница тем больше, чем больше относительное распределение массы снегоболотохода отличается от того, при котором сопротивление его движению минимально.

Но особенно сильно на последнее влияет скорость движения снегоболотохода: при ее изменении с 10 до 20 км/ч сопротивление движению в среднем возрастает на 25%.

На основании данных, полученных в ходе исследования, было определено, что при передвижении четырехгусеничного снегоболотохода вагонной компоновки по твердым поверхностям наибольшая экономичность обеспечивается тогда, когда масса, приходящаяся на переднюю тележку, равна 48—50 (движение без груза) или 40—42% (движение с номинальной нагрузкой), а привод тележек — дифференциальный.

Доля полной массы снегоболотохода, приходящаяся на переднюю тележку, %	Коэффициент сопротивления движению, приведенный к ведущей звездочке			
	Дифференциальный привод, 10 км/ч	Блокированный привод, 10 км/ч	Дифференциальный привод, 20 км/ч	Блокированный привод, 20 км/ч
30	0,050	0,056	0,067	0,078
40	0,044	0,047	0,055	0,061
46	0,043	0,044	0,053	0,055
50	0,044	0,046	0,054	0,057
50	0,053	0,062	0,061	0,070

Уточненный метод расчета линейной вольт-амперной характеристики аккумуляторной батареи

А. А. СТАЛЬКОВ-ГОРБАНОВ, Б. С. ФИЛАТОВ, канд. техн. наук Ю. П. ЧИЖКОВ

Московский автомеханический институт

РЕАЛЬНЫЕ вольт-амперные характеристики аккумуляторных батарей в зоне стартерных токов практически линейны, поэтому при расчетах системы пуска нелинейностью характеристики в областях очень малых и очень больших разрядных токов сознательно пренебрегают.

Такой подход значительно упрощает расчеты и сравнительную оценку систем пуска. В частности, линейную вольт-амперную характеристику получают, в соответствии с РТМ 37.003.028—83, как прямую, соединяющую две точки, соответствующие разрядным точкам $2C_{20}$ и $6C_{20}$ (C_{20} — номинальная емкость аккумуляторной батареи при 20-часовом режиме разряда).

Метод, как видим, достаточно прост, однако, судя по опыту, он не охватывает все случаи работы аккумуляторной батареи в стартерном режиме. Например, при низких температурах окружающего воздуха и сильно разряженной батарее точка, соответствующая разрядному току $6C_{20}$, выходит за пределы линейного участка. Бывает, кроме того, и так, что линейный участок вольт-амперной характеристики существенно смещен относительно диапазона $2C_{20}$ — $6C_{20}$.

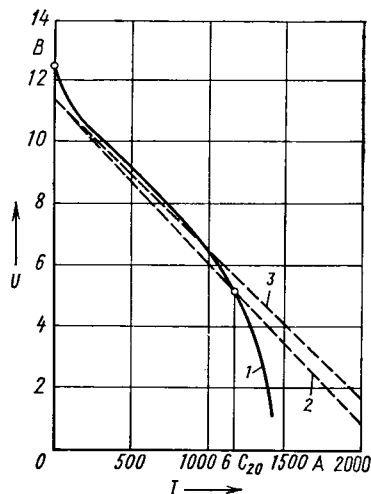
Учитывая все это, можно сделать вывод, что метод, рекомендованный РТМ 37.003.028—83, нуждается в уточнении: его нужно сделать таким, чтобы он позволял получать линейную вольт-амперную характеристику для любых условий разряда.

Такой метод предлагается в данной статье. Его суть — поиск участков характеристики с любой, наперед заданной степенью ее нелинейности. При этом из области поиска исключаются участки, соответствующие разрядным токам, нетипичным для электростартерного пуска. В частности, области малых токов, где электродвижущая сила поляризации больше нуля, и больших токов, где напряжение одного аккумулятора меньше 0,666 В.

Технология построения линейной характеристики такова.

Область поиска разбивается на несколько равных участков по току разряда. Затем для точек, соответствующих границам участков, рассчитывается напряжение на аккумуляторной ба-

таре. За центр отсчета принимается одна из этих точек; две соседние, симметричные относительно выбранного центра точки, соединяются прямой линией. После этого подсчитывается разность между напряжением на аккумуляторной батарее в точке, выбранной центром отсчета, и напряжением на полученной прямой при том же разрядном токе. Если эта разность меньше заданной величины, прямую проводят через следующие точки, лежащие рядом с теми, через которые ее проводили раньше, и так до тех пор, пока упомянутая разность напряжений станет больше заданной.



Для повышения точности расчета кроме центра отсчета разность напряжений проверяется и в промежуточных точках.

Принимая за центры отсчета все остальные точки разбиения, получаем ряд участков характеристики, отвечающих заданным требованиям линейности. Участок наибольшей длины принимается за искомую линейную вольт-амперную характеристику аккумуляторной батареи.

Оптимальное число участков разбиения и величина минимальной разности между напряжением аккумуляторной батареи при определенном токе разря-

да и напряжением на вольт-амперной характеристике, соответствующим тому же разрядному току, определяются в ходе пробных расчетов, исходя из требуемой точности, быстродействия и работоспособности алгоритма.

Исследования на ЭВМ, проведенные при помощи программы, разработанной на основе рассматриваемого метода, и графический анализ вольт-амперных характеристик батарей показали, что для предельных условий пуска двигателя этот метод дает более точные результаты, чем рекомендуемый РТМ 37.003.028—83, однако по мере повышения температуры окружающего воздуха результаты расчетов становятся довольно близкими. Например, для аккумуляторной батареи 6СТ-190, разряженной на 25%, при температуре электролита, равной 258 К (-15°C), и на 60-й секунде разряда различие между линейными вольт-амперными характеристиками (см. рисунок) составляет 10%, а при 293 К ($+20^{\circ}\text{C}$) — лишь 1%. Причем в первом случае точка $6C_{20}$ попадает в крутопадающую часть исходной нелинейной характеристики (кривая 1). В результате линейная характеристика батареи, построенная в соответствии с РТМ 37.003.028—83 (кривая 2), значительно отклоняется от характеристики реальной, и 10%-ная погрешность ведет к 8%-ной погрешности в определении мощности пусковой системы.

В то же время характеристика, построенная по рассматриваемому методу (кривая 3), отличается от реальной не более чем на 1%.

В разработанной программе расчета на ЭВМ характеристик аккумуляторных батарей предусмотрена также возможность получения таблиц и графиков зависимости напряжения батареи от времени разряда нелинейноизированной, т. е. полной вольт-амперной характеристики, и линеаризированной по методу РТМ 37.003.028—83. При ее помощи можно определить токи холостой прокрутки двигателя, получить информацию о предельных условиях разряда. Метод выделения линейного участка может быть применен и при обработке экспериментальных данных по вольт-амперным характеристикам аккумуляторных батарей.

Выбор смещения оси поворотного круга прицепа

Д-р техн. наук Я. Е. ФАРОБИН, В. Д. ПОДЛЕСНЫЙ, канд. техн. наук Ю. А. САМОЙЛЕНКО

Московский автомобильно-дорожный институт, Ставропольский завод автомобильных прицепов, Подмосковный филиал НАТИ

СМЕЩЕНИЕ оси поворотного круга вперед относительно передней оси выполняется для повышения устойчивости движения прицепа. Это смещение увеличивает плечо стабилизации, а следовательно, и стабилизирующий момент, действующий на колеса, и попе-

речную горизонтальную устойчивость прямолинейного и криволинейного движения с небольшой кривизной (уменьшение виляний прицепа). При движении же с большой кривизной рост стабилизирующего момента должен ухудшать устойчивость движения. Однако

возможность сохранять заданные параметры в этом случае начинает в большей степени ограничиваться не стремлением звеньев автопоезда возвратиться к прямолинейному движению, а опасностью их опрокидывания и заноса. Виляния прицепа повышают такую опас-

ность, поэтому вынос оси поворотного круга вперед способствует устойчивости движения с большой кривизной.

Увеличение плеча стабилизации улучшает также устойчивость торможения автопоезда, так как при этом уменьшается возможность возникновения дестабилизирующего момента на колесах передней оси (плечо стабилизации не может стать отрицательным при продольном наклоне кузова прицепа). Кроме того, вероятность «складывания» автопоезда зависит от величин начальных углов между его звеньями в момент торможения, поэтому в связи с тем что с увеличением плеча стабилизации слабеет эффект влияния прицепа, уменьшаются и величины начальных углов.

Вынос оси поворотного круга вперед положительно сказывается на целом ряде характеристик автопоезда. В том числе и такой существенной для безопасности движения, как управляемость.

Так, при прямолинейном движении повышение стабилизации ведет к тому, что водителю меньше приходится прибегать к корректирующим воздействиям. В конце выполнения маневра действие стабилизации на управляемость также является положительным, ибо оно способствует быстрейшему возвращению колес поворотной тележки прицепа в нейтральное положение. Однако в начале выполнения маневра избыточная стабилизация вредна, поскольку ограничиваются маневренные возможности автопоезда: могут создаваться условия полного использования резерва по управляемости, когда автопоезд нельзя вывести на желаемый режим движения.

При большой величине выноса оси поворотного круга увеличивается проскальзывание в пятне контакта шин в момент поворота оси, что может вызвать их повышенный износ. Но поскольку при этом уменьшается влияние прицепа, то износ шин за счет этого в движении прицепа по прямолинейным траекториям и криволинейным с небольшой кривизной, наоборот, уменьшается. В случае же движения по траекториям с большой кривизной износ растет. Поэтому можно утверждать, что на дорогах высших категорий, где основную часть времени составляет время условно прямолинейного движения, износ шин автопоезда вследствие выноса вперед оси поворотного круга заметно увеличиваться не должен.

Боковая сила, приложенная в центре аэродинамического давления или в центре масс автопоезда, создает на поворотной тележке поворачивающий момент, равный произведению равнодей-

ствующей силы боковых реакций передней оси на плечо стабилизации. Если оно большое, этот момент может преодолеть момент трения в поворотном круге и вывести поворотную тележку из нейтрального положения. Но при изменении траектории сразу же возникают боковые реакции, противодействующие тем, которые повернули тележку. Поэтому изменение траектории прицепа не должно быть большим, и этот недостаток при выборе оптимальной величины смещения можно не учитывать.

На необходимость смещения оси поворотного круга указывает также тот факт, что практически все грузовые автомобили делаются с продольным и поперечными наклонами шкворней управляемых колес (для создания дополнительных стабилизирующих моментов). На большинстве же выпускаемых прицепов эти моменты создаются только за счет стабилизирующих свойств шин. Что, конечно, недостаточно.

Из всего сказанного следует, что оптимальным смещением оси поворотного круга в случае недостаточной поперечной устойчивости можно считать максимальное, которое не вызывает заметного ухудшения управляемости при выполнении маневров и повышенного износа шин; в случае же достаточной устойчивости — такое, при котором эта устойчивость достигается, но не меньше определенной минимально допустимой величины.

Углы продольного наклона шкворней выпускаемых отечественных грузовых автомобилей составляют от $2^{\circ} 10'$ до 6° . Эквивалентные смещения оси поворотного круга, соответствующие этим углам, рассчитываются из геометрических соотношений и имеют величину от 19 до 52 мм. Но нужно учитывать, что стабилизирующий момент на управляемых колесах автомобилей создается также за счет поперечного наклона шкворней, который составляет $3-8^{\circ}$ и что эта вторая составляющая может превысить момент от продольного наклона.

Смещение оси поворотного круга в реальных конструкциях прицепов составляет: ГKB-817 — 56 мм, ГKB-819 — 58, ГKB-8350 — 50, СЗАП-8352, МАЗ-8378 — 60, МАЗ-8925 — 50, МАЗ-8926 — 50 и МАЗ-8950 — 40 мм. Эти величины, как показывает практика, не вызывают ни ухудшения управляемости, ни увеличенного износа шин и в то же время благоприятно сказываются на повышении устойчивости автопоездов. Например, при испытаниях автопоездов в составе тягачей КамАЗ и прицепов ГKB-8350 выявилось, что из-

нос шин прицепов составлял лишь немногим более половины износа шин автомобилей. Причем износ шин передней (поворотной) оси прицепов был меньше износа шин задней оси.

Для устранения влияния прицепов СМЗ-710, СМЗ-810 и МАЗ-5207В с управляемыми передними колесами и углами продольного наклона шкворней, соответственно равными 3,5; 1,5; и 2,5°, В. В. Никольский и Т. Р. Папенко предложили увеличить эти углы соответственно до 9,5; 9,5 и 6,5°. (Эквивалентные смещения оси поворотного круга при этом составили соответственно 81; 81 и 55,5 мм.) В результате амплитуды влияний всех прицепов уменьшились в 1,5—2 раза, а износ шин остался на прежнем уровне. А так как по износу шин прицепа можно в первом приближении оценить его управляемость, то понятно, что если она и ухудшилась, то не намного.

Таким образом, расчеты и эксперименты доказывают, что величину смещения оси поворотного круга целесообразно иметь не менее 40—50 мм и не более 80—100 мм. Именно в таком диапазоне лежат величины смещений, которые, положительно сказываясь на устойчивости движения автопоезда, устойчивости его торможения, управляемости при выходе из маневра и прямолинейном движении, не ухудшают управляемость при входе в маневр и его выполнении, не ведут к заметному износу шин прицепа.

На основании всего сказанного была оценена оптимальность выбранных смещений (50 мм) для перспективных прицепов СЗАП-8354, СЗАП-8355, СЗАП-8538. В результате оказалось, что устойчивость двух- и трехзвенных автопоездов КамАЗ с прицепами СЗАП-8354 и СЗАП-8355 достаточно высока, поэтому выбранную для них величину смещения изменять необходимости нет. Столь же высока и устойчивость двухзвенных автопоездов ЗИЛ и КамАЗ с самосвальным прицепом СЗАП-8538, но в случае трехзвенных — недостаточна. В связи с этим смещение оси поворотного круга прицепов СЗАП-8538, применяемых в составе таких автопоездов, предложено увеличить до 90 мм. В результате критическая скорость движения (скорость, определяющая условия перехода затухающих влияний прицепов в незатухающие) трехзвенных автопоездов ЗИЛ и КамАЗ с 65—70 км/ч возрастает до 76 км/ч. Дальнейшее увеличение смещения (вплоть до 200 мм) к повышению их устойчивости не приводит (что, кстати говоря, подтверждает нецелесообразность выбора смещения свыше 100 мм).

УДК 629.113-585

Коробка передач автомобиля КАЗ-4540

Кандидаты техн. наук Ю. К. ЕСЕНОВСКИЙ-ЛАШКОВ, А. П. НЕДЯЛКОВ, А. А. ТРИКОЗ (НАМИ)

При разработке конструкции полноприводного транспортно-технологического сельскохозяйственного автомобиля КАЗ-4540 учитывались требования, вытекающие из специфики его эксплуатации. Естественно, что эти требования нашли отражение и при создании агрегатов трансмиссии, в том числе коробки передач. В частности, принималось во внимание, что автомобиль должен иметь

в полевых условиях проходимость и минимально устойчивую скорость, соизмеримую с такими же показателями другой сельскохозяйственной техники, поскольку он предназначен для работы в едином комплексе с такой техникой; обладать устройствами отбора мощности для привода различного специального оборудования; на дорогах общего пользования иметь приспособления для движения в тран-

спортном потоке, не создавая помех попутному транспорту; располагать ресурсом (с учетом ресурса агрегатов) при работе по II категории условий эксплуатации не менее 200 тыс. км пробега.

Принятая для КАЗ-4540 компоновка с короткой базой (для самосвала база равна 3,6, а для седельного тягача — 2,85 м), кабиной над двигателем, достаточным полом платформы, одина-

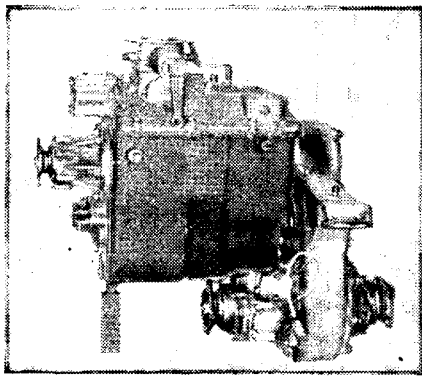


Рис. 1

ковой «развесовкой» по осям определила схему трансмиссии: коробка передач, выполненная в едином блоке с раздаточной коробкой, располагается на значительном удалении от двигателя.

При такой схеме для получения небольших углов в шарнирных сочленениях карданных валов блок должен иметь возможно меньшую длину. Но, с другой стороны, через него передаются значительные мощности (мощность двигателя равна 118 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2600 мин⁻¹) и крутящий момент (до 490 Н·м), обеспечивается широкий диапазон скоростей движения автомобиля (от 2 до 75 км/ч). Поэтому значительным должно быть и число передач, что ведет к увеличению длины коробки передач.

Расчеты и экспериментальные исследования позволили найти компромиссный вариант. Они показали, что наиболее целесообразным для заданных показателей автопоезда и двигателя является применение восьмиступенчатой коробки передач с диапазоном передаточных чисел 9,3—9,5 и средним интервалом между ступенями, равным 1,35. Практически диапазон передаточных чисел получился равным 9,42, что обеспечивает автопоезду минимально устойчивую скорость движения 1,7 км/ч, максимальный преодолеваемый подъем 22% (одиночному автомобилю — 45%), максимальную кинематическую скорость 75 км/ч, хотя его расчетная по балансу мощности максимальная скорость составляет около 70 км/ч.

Таким образом, заложенный в коробку передач диапазон передаточных чисел обеспечивает все требования по предельным тяговым, минимально устойчивым и максимальным скоростям движения автопоезда.

Коробка передач, как отмечалось выше, выполнена в едином блоке, включающем собственно восьмиступенчатую полностью синхронизированную коробку передач и дифференциальную раздаточную коробку с симметричным дифференциалом. Выполнение всего переключаемого диапазона передаточных чисел в коробке передач позволило максимально упростить раздаточную коробку, избавить ее от функций демультипликатора и тем самым значительно уменьшить ее массу и габаритные размеры.

Все эти схемные и конструктивные решения вполне современны. Об этом, в частности, говорит тот факт, что по такой схеме выполняются агрегаты, выпуск которых лишь начинают или только что начали многие известные фирмы. На уровне лучших зарубежных аналогов находится и осевой габаритный размер агрегата — 563 мм (440 мм — расстояние

между торцами картера коробки передач и 123 мм — по торцам картера раздаточной коробки). Например, осевой размер аналогичного агрегата фирмы «Цанрадфабрик» (ФРГ) даже больше — 671 мм.

Оптимальная плотность ряда передаточных чисел для заданной размерности автопоезда с учетом его назначения, параметров двигателя и диапазона передаточных чисел находится в интервале 1,32—1,36. Это гораздо лучше, чем в случае применения пятиступенчатой коробки передач, имеющей близкий по величине диапазон передаточных чисел, так как здесь лучше используется мощность двигателя, что сказывается на повышении тяговых, разгонных и топливно-экономических показателей, а в конечном итоге — и на производительности автопоезда; меньше работа буксования сцепления и синхронизаторов, а также динамические нагрузки в трансмиссии, что в целом способствует повышению ее надежности и долговечности; водитель тратит меньше сил на переключение передач; сокращается время переключения, что, в свою очередь, способствует повышению динамических качеств автомобиля и автопоезда.

Практически при переходе с пяти- на восьмиступенчатую коробку передач интервал передаточных чисел снижается с 1,5—1,7 до оптимального 1,32—1,36. При этом примерно на 35% возрастает и диапазон передаточных чисел. Благодаря этому, как показали экспериментальные исследования, топливная экономичность автопоезда улучшается на 5—13, а его средняя скорость движения повышается на 8—15%. (Заметим, кстати, что многие ведущие зарубежные фирмы, такие, как «Мерседес-Бенц», «Цанрадфабрик» и др., для автопоездов полной массой 22—28 т также предусматривают в последнее время коробки передач с интервалом ступеней, близким к 1,35).

Дальнейшее уменьшение интервала ступеней, по мнению специалистов, дает сколько-нибудь ощутимые преимущества по увеличению средней скорости движения только для тяжелых (полной массой 38—52 т) автопоездов, которые предназначаются для работы на междугородных трассах с высоким качеством дорожного покрытия и имеют возможность (по мощностному балансу) развивать максимальную скорость до 90—110 км/ч.

Коробка передач (рис. 1) автомобиля КАЗ-4540 выполнена по трехвальной схеме со встроенным делителем. Ее масса, по сравнению с массой коробок пе-

редач, имеющих приставной делитель, на 70—90 кг меньше. Именно поэтому последние модели коробок передач фирм «Цанрадфабрик» и «Вольво» (Швеция) имеют встроенный делитель, хотя еще недавно выпускались с приставным.

Учитывая все возрастающие требования к топливно-экономическим качествам автопоездов, а также к их виброакустическим свойствам, высшая передача коробки передач автомобиля КАЗ-4540 выполнена прямой. Применены в ней и энергоемкие синхронизаторы муфтового типа, которые имеют небольшие осевые габаритные размеры, за счет чего появилась возможность существенно повысить жесткость валов, снизить массу агрегата (осевые размеры коробки передач уменьшены, по сравнению с аналогичными коробками, в которых применены синхронизаторы других типов, на 70—100 мм). Кроме того, муфтовый синхронизатор обладает полной ремонтпригодностью по каждому из элементов (зубчатому венцу, ступице, муфте, блокирующему кольцу, пружинам и сухарям); его блокирующие элементы имеют весьма малый инерционный момент и практически нечувствительны к крутильным колебаниям в трансмиссии автомобиля; в нем используются зубчатые венцы большого диаметра, которые долговечнее венцов малого диаметра.

Очень интересной новинкой, отличающей коробку передач автопоезда КАЗ-4540 от коробок зарубежных фирм (например, уже упоминавшейся западногерманской «Цанрадфабрик»), является то, что фиксаторы синхронизатора могут перемещаться только в осевом направлении, не качаются относительно оси, в результате чего при тех же осевых габаритных размерах синхронизатора его несущая способность повысилась на 15—20%.

Небезынтересно и то, что конструкция синхронизатора максимально привязана к специфике отечественного производства. Например, блокирующие кольца и ступицы синхронизатора подвергаются не цементации, как обычно, а азотированию, благодаря чему исключается коррозия этих деталей, а следовательно, и необходимость финишных операций после термообработки.

Основные детали синхронизатора коробки передач показаны на рис. 2.

Управление коробкой передач осуществляется при помощи механического привода в основном редукторе и элект-

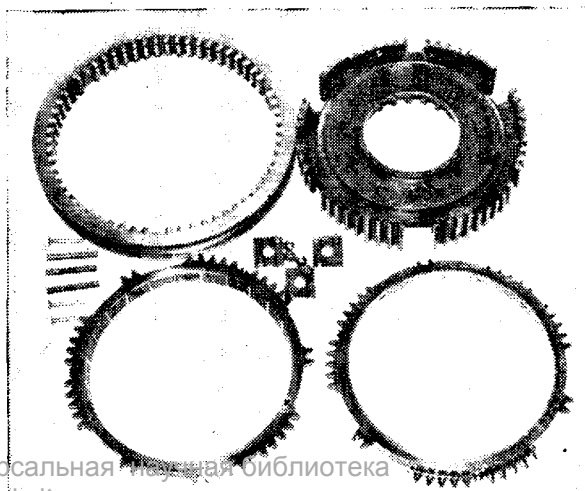


Рис. 2

Модель (зарубежный образец)	Масса коробки со смазкой, кг	Несущая способность, см ³	Удельная несущая способность, см ³ /кг	Длина по торцам картера, мм	Межцентровое расстояние, м	Диапазон передаточных чисел	Общее число передач /число синхронизированных передач	Число шестерен	Высшая передача
КАЗ-4540	200	870	4,35	440	160	9,42	8/8	12	Прямая
№ 1	290	815	2,81	665	160	8,9—9,64	10/8	16	Повышающая
№ 2	220	815	3,70	486	160	7,75	5/4	14	Прямая
№ 3	200	720	3,60	489	143	9,0	6/6	14	То же
№ 4	235	840	3,57	489	154	9,01	6/6	14	»
№ 5	225	820	3,65	515	155	7,79	5/4	12	»
№ 6	243	740	3,05	520	146	9,23	6/0	16	»

ропневматического — в делителе. При этом электроконтактное устройство управления делителем располагается на рычаге управления коробкой передач. (Переключение передач в делителе возможно только после полного «выжима» педали сцепления, т. е. замыкания установленного под ней электровыключателя.)

Как видим, даже перечисленное позволяет сделать вывод, что в рассматриваемой коробке передач заложено много решений, соответствующих современному уровню развития науки и техники. Однако перечень будет не полным, если не остановиться на некоторых других ее достоинствах.

Так, кроме бокового устройства отбора мощности, расположенного с правой стороны картера, на коробке предусмотрена возможность отбора мощности от заднего торца промежуточного и от тор-

ца вторичного валов. Очень удобно, что автопоезд можно буксировать на любое расстояние (в делителе есть «нейтраль», на промежуточном валу — масляный насос).

Наличие нейтрали в делителе позволяет отключить от двигателя ведущие элементы коробки передач, обеспечив дополнительное снижение потерь мощности в трансмиссии. Еще одно из преимуществ коробки — относительно небольшая вместимость системы смазки (4 л).

Чтобы количественно оценить технический уровень коробки передач, было проведено ее сравнение по комплексу основных массовых, габаритных, силовых, кинематических параметров с некоторыми другими современными коробками передач (см. таблицу), причем по несущей и удельной несущей способностям оценка выполнялась в соответствии с ОСТ 37.001.227—80 «Показатели ка-

чества, методы оценки технического уровня и качества двигателей, агрегатов, узлов и деталей автотранспортных средств».

Из таблицы видно, что коробка передач автопоезда КАЗ-4540 в среднем на 15% легче, на 17% короче, обладает на 10% большей несущей способностью и на 22% — удельной несущей способностью, у нее на 8% больше диапазон передаточных чисел, а число передач — на 21%, число синхронизированных передач без учета несинхронизированной коробки передач (образец № 6) больше на 30%. И все это достигнуто при общем числе шестерен, меньшем на 18%, и числе шестерен, приходящихся на одну передачу, меньшем на 32%.

Из сказанного следует, что она по своему техническому уровню соответствует требованиям не только сегодняшнего дня, но и перспектив.

УДК 629.113-585.13:621.83.062.1

Автомобильные вариаторы с упругофрикционной передачей

И. Д. СИЗОВ

Ленинградский инженерно-строительный институт

МНОГООСНЫЕ многоприводные карьерные АТС большой грузоподъемности, а также гусеничные машины, которые все шире применяются в народном хозяйстве, оборудуются обычной ступенчатой силовой передачей. Но она уже, можно сказать, устарела. Например, теоретически доказано, что замена таких передач непрерывными автоматическими может уменьшить расход топлива транспортными машинами на 40—45%. Такой переход — дело, очевидно, выгодное. И тем не менее осуществляется он медленно. Главная причина тому — недостатки, присущие всем типам автоматических передач.

Так, гидравлические, выполненные на основе гидротрансформаторов, имеют малый диапазон регулирования и низкий КПД на переходных режимах, требуют высокой точности изготовления; электрические — тоже отличаются небольшим диапазоном регулирования, но, к тому же, имеют большие стоимость изготовления и расход дефицитных материалов; механические вариаторы с жесткими телами качения хотя и лишены недостатков гидравлических и электрических передач, но не обеспечивают трансформации больших крутящих моментов. И только сейчас, когда разработаны многопоточные конусные автоматические вариаторы с упругофрикционной передачей в регулируемом звене, они могут заменить ступенчатые передачи.

Сущность упругофрикционной регулируемой передачи состоит в том, что в ней геометрическое скольжение компенсирует обод с переменной тангенциальной упругостью, пропорциональной величине геометрического скольжения. Как и почему это происходит, рассмотрим на примере рис. 1, где показаны взаимодействие цилиндрического ведущего катка 1 и ведомого конуса 2, а также изменение их линейных скоростей (v_1 и v_2 соответственно).

Из рис. 1 видно, что у кромки B пятна контакта тел вращения разность окружных скоростей составляет величину Δv_1 , пропорциональную относительному геометрическому скольжению. В точке O (полное качения) оно равно нулю, а в точке A знак меняется на обратный. Но так как v_1 — величина постоянная, то это означает, что в точке O геометрическое скольжение изменяется по направлению на обратное.

Геометрическое скольжение любого направления ведет к нагреву и изнашиванию контактирующих тел, снижает КПД передачи. Кроме того, в пятне контакта из-за тангенциальной деформации слоев контактирующих материалов возникает упругое скольжение Δv_{1v} , величина которого на участке BC постоянна и пропорциональна касательной силе, равной произведению погонной силы прижатия на коэффициент трения скольжения материала фрикционных пар. На участке OC геометрическое скольжение компенсируется упругим. Очевидно, если увеличить тангенциальную упругость обода катка, то соответственно будет расти и участок компенсации геометрического скольжения упругим, и можно достигнуть такого упругого скольжения, когда оно будет компенсировать геометрическое скольжение на всей длине AB пятна контакта. И такие катки разработаны (А. с. 386194, 696218, 937864, СССР). Все они имеют упругие ободы с переменной по ширине обода тангенциальной упругостью, пропорциональной геометрическому скольжению в пятнах контакта.

Один из вариантов упругого обода, состоящего из плоских стальных разрезанных в одном месте колец, показан на рис. 2,а. Кольца собраны в пакет 1 так, что разрезы распределяются по кругу равномерно. На внутренней стороне пакета — тупоугольные пазы с расчетной величиной угла γ . Этими пазами пакет надевается на распорные ролики 4 ступицы 3 ведущего катка и при передаче крутящего момента прижимает обод к конусам с силой, пропорциональной крутящему моменту. На наружной поверхности обода имеются зубья 2 равного сопротивления изгибу от касательной силы (поэтому их высота по ширине обода непостоянна). Основные назначения зубьев — упругим изгибом компенсировать геометрическое скольжение в пятнах контактов.

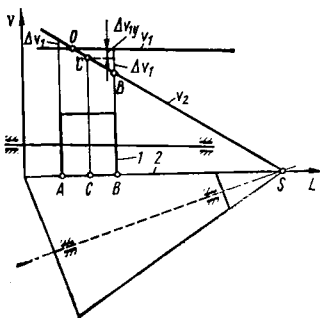


Рис. 1

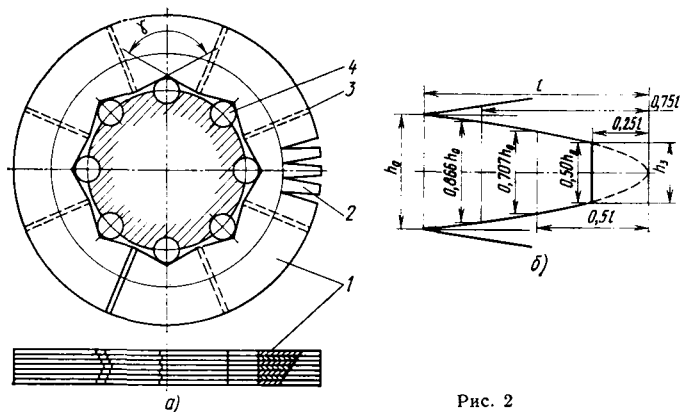


Рис. 2

При упругом изгибе зуба под действием касательной силы ведомое звено перекачивается по рабочей поверхности зуба так, что скорость качения соответствует окружной скорости в плюсе качения O (см. рис. 1), а разность скоростей в любом другом сечении пятна контакта компенсируется изгибом зуба. По этой причине ни в одной из точек пятна контакта скольжения нет, что исключает износ рабочих поверхностей и в 2,5—5,3 раза уменьшает потери энергии в пятнах контактов. Это позволяет трансформировать большие мощности без смазки фрикционных поверхностей.

Размеры зубьев рассчитываются при условии оптимальной работы в одном (например, среднем) положении катка на образующей конуса. Делается это по методике, опубликованной ранее¹.

Профиль рассчитанного по ней зуба приведен на рис. 2, б.

Для обеспечения плавной работы обода необходимо иметь одинаковую тангенциальную упругость по всей его рабочей поверхности. Это достигается смещением зубьев одного кольца по отношению к соседнему на величину, равную частному от деления ширины рабочей части зуба на число колец в обode.

При этом в расчетах можно использовать коэффициент сцепления 0,25—0,3, что позволит уменьшить силы прижатия в пятнах контактов.

На базе упругого обода можно конструировать ведущие катки для многопоточных конусных вариантов, в том числе и с упругофрикционной передачей. Ведущий каток для одного из таких автоматических вариаторов показан на рис. 3.

Ведущий вал 7 катка имеет винтовые выступы 6, по которым на шариках 3 перемещается его ступица (шарики необходимы для уменьшения сопротивления при осевом перемещении катка под нагрузкой). Винтовые выступы и пружина 5 обеспечивают автоматическое регулирование передаточного отношения при изменении крутящего момента: при увеличении момента осевая сила увеличивается, сжимает пружину и смещает каток в сторону увеличения передаточного отношения. Ступица 4 имеет гнезда для распорных роликов 2, на которые надет упругий обод (пакет колец) 8. Распорные ролики и кольца обода удерживаются щеткой 1.

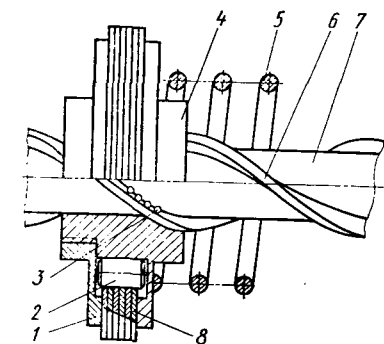


Рис. 3

Ведущий вал 7 катка имеет винтовые выступы 6, по которым на шариках 3 перемещается его ступица (шарики необходимы для уменьшения сопротивления при осевом перемещении катка под нагрузкой). Винтовые выступы и пружина 5 обеспечивают автоматическое регулирование передаточного отношения при изменении крутящего момента: при увеличении момента осевая сила увеличивается, сжимает пружину и смещает каток в сторону увеличения передаточного отношения. Ступица 4 имеет гнезда для распорных роликов 2, на которые надет упругий обод (пакет колец) 8. Распорные ролики и кольца обода удерживаются щеткой 1.

¹ Сизов И. Д. Упругофрикционная передача. — Трение и износ, 1982, № 1, с. 138.

Упругий обод при взаимодействии с распорными роликами создает силу прижатия и обеспечивает компенсацию износа рабочих поверхностей за счет увеличения диаметра пакета разрезанных колец, что увеличивает долговечность передачи.

На базе рассмотренного ведущего катка создан ряд автоматических вариаторов, в том числе и с разгруженными от сил прижатия валами и подшипниками (рис. 4). Ведущий вал 7 муфтой 8 крепится к двигателю. Вместе с ними вращаются два ведущих катка 3, которые приводят во вращение ведомые конусы 5 и 6. При увеличении крутящего момента ведущие катки перемещаются по винтовым выступам вала к его середине, сжимают пружину 2 и тем самым обеспечивают автоматическое регулирование передаточного отношения. Кроме того,

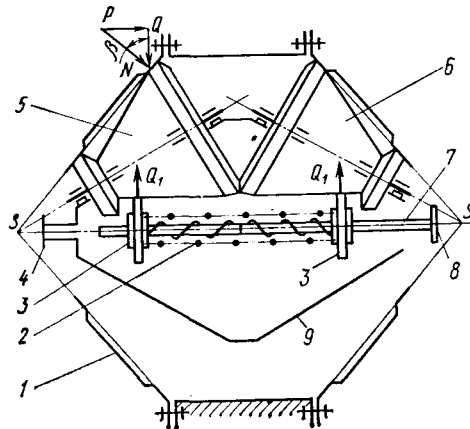


Рис. 4

такое устройство обеспечивает равномерное распределение крутящего момента между катками. Например, допустим, что при движении катков к середине вариатора один каток опередит другой. В этом случае силовой поток отстающего катка будет иметь меньшее передаточное отношение и будет воспринимать увеличивающуюся часть крутящего момента на себя. В результате увеличится осевая сила, которая сожмет пружину и сдвинет каток к середине. Это движение будет до тех пор, пока силовые потоки ведущих катков не сравняются. Следовательно, такая система кроме автоматического регулирования обеспечивает выравнивание силовых потоков между ведущими катками.

Вариатор может быть выполнен по простой и планетарной схемам: если к фланцу двигателя прикрепить корпус-водило 9, а наружный барабан 1 соединить с выходным валом 4, то получается простая передача; если наружный барабан соединить с рамой, а корпус-водило — с выходным валом, то схема — планетарная.

В обоих случаях вариатор имеет 12 и более пятен контактов в первой ступени и 24 или более — во второй, а ободы ведущих катков имеют большую поверхность охлаждения и хорошую вентиляцию (из-за прорезей между зубьями). Все это обеспечивает трансформацию больших мощностей при работе без смазки рабочих поверхностей. Например, расчеты показывают, что вариатор с ведущими катками диаметром 140 мм при 12 промежуточных конусах 5 и с габаритными размерами 300×350 мм при 3000 мин⁻¹ может трансформировать мощность около 50 кВт с диапазоном регулирования, равным 2,6 (простая схема) или 1,7 (планетарная схема).

Предварительные испытания трехпоточного вариатора с большим (20%) геометрическим скольжением, приводом от двигателя ВА3 и гидравлическим тормозом показали, что при трансформации мощности 10 кВт и частоте вращения вала 3000 мин⁻¹ в течение 15 мин ведущий каток с упругим ободом нагревался лишь до 338 К, что свидетельствует о малых потерях энергии в пятнах контактов упругого обода с конусами при их работе без смазки рабочих поверхностей.

Стабилизаторы напряжения для систем автомобильной электроники и автоматики

А. В. КАПЕЛИНСКИЙ, М. Н. ФЕСЕНКО

МАМИ

ВЫСОКАЯ ТОЧНОСТЬ и надежность систем электроники и автоматики, устанавливаемых на автомобилях, обеспечивается стабильностью передаточных характеристик всех звеньев

электронной аппаратуры, которые, в свою очередь, зависят от стабильности питающих напряжений: для многих изделий микроэлектроники допустимое отклонение напряжения пита-

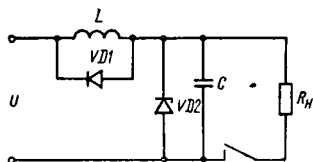


Рис. 1

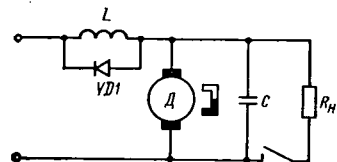


Рис. 2

ния не должно превышать $\pm 10\%$ номинала. Между тем известно, что в стандартных системах электроснабжения автомобилей при коммутационных процессах возникают перенапряжения, достигающие сотен вольт. Значит, такие системы обеспечить необходимое качество электрической энергии для питания электроники не могут, если не предпринимать специальных мер по исключению «всплесков» напряжения в бортовой сети.

Возможности для этого есть. Дело в том, что мощность, потребляемая электронными устройствами, сравнительно невелика и она чисто активная. Поэтому приходится применять стабилизаторы-фильтры. Они могут быть разными.

Например, на рис. 1 показана схема простейшего из них. Расчеты показали, что для обеспечения необходимого качества электрической энергии генераторов Г-286 или Г-284, если 25% их мощности идет на питание электронных устройств, элементов такого стабилизатора-фильтра должны иметь следующие параметры: сопротивление дросселя 0,1 Ом; индуктивность $5 \cdot 10^{-2}$ Гн; напряжение стабилизации 27 В; дифференциальное сопротивление стабилитрона 0,5 Ом; емкость конденсатора $4 \cdot 10^{-3}$ Ф; максимальный ток диода 10 А.

Основная трудность создания такого стабилизатора заключается в том, что промышленность пока не выпускает стабилитронов с достаточно низким дифференциальным сопротивлением. Поэтому в схеме приходится соединять параллельно 10 кремниевых стабилитронов типа СК15-28/300 и обеспечивать равномерное распределение нагрузки между ними. Естественно, габаритные размеры стабилизатора при этом растут. Если же учесть, что размеры дросселя и конденсатора тоже значительны, особенно для больших мощностей питания, то становится понятным, почему рассматриваемая схема на автомобилях применяется нечасто.

Принципиальная схема второго типа стабилизатора-фильтра — с двигателем постоянного тока — приведена на рис. 2. Двигатель рассчитан на номинальное напряжение, минимальное сопротивление якорной цепи, равное 0,1–0,5 Ом, и индуктивность, на порядок меньшую индуктивности дросселя. Момент инерции должен быть большим, при этом механическая постоянная — на порядок большей электромагнитной постоянной якорной цепи.

Расчеты и исследования показали, что в стабилизаторе напряжения можно использовать двигатель МЭ2-72. Тогда для получения качества электрической энергии на уровне «чистого» источника индуктивность дросселя должна быть равной 10^{-2} Гн, его сопротивление — 0,05–0,1 Ом, а емкость конден-

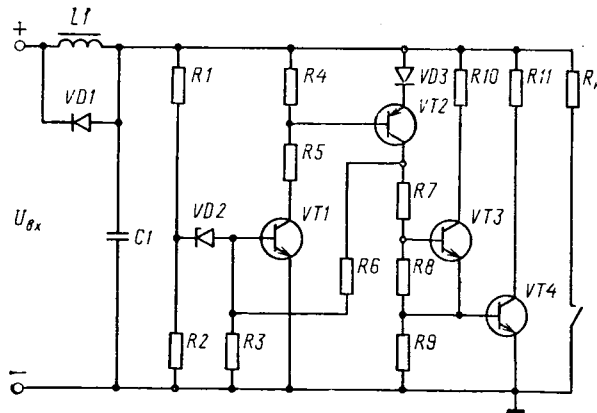


Рис. 3

сатора — $2 \cdot 10^{-3}$ Ф. При таких параметрах на выходе стабилизатора максимальное перенапряжение при снятии нагрузки составляет 5 В, длительность переходного процесса 60 мс, пульсация выпрямленного напряжения практически отсутствует; провал напряжения при подключении нагрузки не превышает 2,5 В, длительность переходного процесса — около 40 мс, что значительно ниже, чем в стабилизаторе-фильтре с кремниевым стабилитроном (электродвигатель в момент подключения нагрузки переходит в генераторный режим).

Схема стабилизатора с двигателем проста, надежна. Она может стабилизировать напряжение всей мощности генератора, но у нее также низкие массогабаритные показатели и КПД: поскольку электродвигатель потребляет значительную мощность, следовательно, имеет и соответствующие размеры.

Недостатков, присущих названным выше схемам, не имеет электронный стабилизатор-фильтр (рис. 3). Он содержит дроссель $L1$, шунтированный диодом $VD1$, конденсатор $C1$, мощный транзисторный ключ (транзисторы $VT1, VT2, VT3, VT4$), измерительную цепочку в виде делителя напряжения ($R1, R2$) со стабилитроном $VD2$ и коллекторную обратную связь ($R6$). Транзисторный ключ имеет низкоомную активную нагрузку $R11$, которая подключается при перенапряжениях при помощи транзисторного реле. Напряжения срабатывания и отпускания транзисторного реле стабилизатора подбираются так, чтобы они были больше напряжений срабатывания и отпускания штатного регулятора напряжения.

Достоинствами схемы являются хорошие массогабаритные показатели, КПД и отсутствие перенапряжения на элементах самого стабилизатора. Если индуктивность дросселя взять равной $5 \cdot 10^{-3}$ Гн, его сопротивление — 0,1 Ом, емкость конденсатора — 10^{-3} Ф, выходной транзистор КТ-702А и сопротивление $R11$, равное 1 Ом, то максимальное перенапряжение от отключения и подключения нагрузок 15 А составляет всего 2,5 В, а длительность переходного процесса — 40 мс.

УДК 629.113-585.862-233.1-036.5

Карданные валы с трубами из композиционного материала

Кандидаты техн. наук С. Н. ИВАНОВ, О. В. СОКОЛОВ

НАМИ

В ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ специалисты все больше внимания обращают на полимерные композиционные материалы с наполнителем из углеводородных волокон. Причины его вполне объяснимы: изделия в этом случае получаются более прочными, легкими и долговечными, чем, скажем, в случае, когда в качестве наполнителя используется стекловолокно.

Так, в ходе исследований установлено, что, если трубу карданной передачи автомобиля изготовить из материала, в котором наполнителем служит стекловолокно, то практическая частота вращения такого вала и его устойчивость при нагрузке находятся гораздо ниже допустимых пределов. Более того, даже гибридные трубы, состоящие из углепластиковых

и стеклопластиковых рабочих монослоев, в большинстве случаев не могут быть использованы для создания автомобильных карданных передач без промежуточной опоры.

На основе всех этих факторов и было решено разработать семейство именно углепластиковых карданных валов.

Таблица 1

Позиция на рис. 1 и 2	Наружный диаметр трубы, м	Внутренний диаметр трубы, м	Число слоев		Длина карданного вала, м	Угол ориентации рабочих волокон, град	Модуль продольной упругости, МПа	Расчетная критическая частота вращения, мин ⁻¹
			рабочих	защитных				
1	$105,8 \cdot 10^{-3}$	$100 \cdot 10^{-3}$	6	2	1,798	30	52591	5681
2	$105,8 \cdot 10^{-3}$	$100 \cdot 10^{-3}$	6	2	1,650	30	52591	6746
3	$60,8 \cdot 10^{-3}$	$56 \cdot 10^{-3}$	4	2	1,299	20	104575	8715
4	$60,8 \cdot 10^{-3}$	$56 \cdot 10^{-3}$	4	2	1,331	20	104575	8301
5	$60,8 \cdot 10^{-3}$	$56 \cdot 10^{-3}$	4	2	1,370	20	104575	7885
6	$60,8 \cdot 10^{-3}$	$56 \cdot 10^{-3}$	4	2	1,364	20	104575	7869
7	$60,8 \cdot 10^{-3}$	$56 \cdot 10^{-3}$	4	2	1,164	20	104575	10854

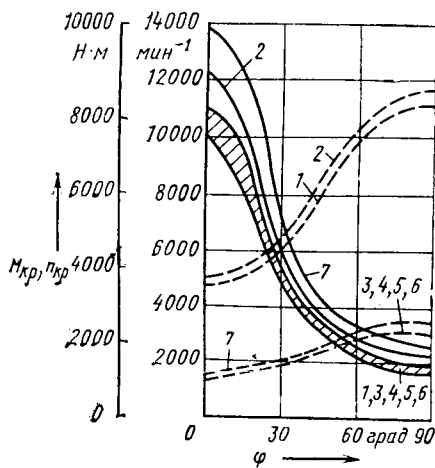


Рис. 1. Влияние угла намотки армирующего волокна на критическую частоту (сплошные линии) и критический (по устойчивости) крутящий момент (штриховые линии): 1—7 — номера карданных валов (см. табл. 1)

При этом для их труб применили композиционный материал КМУ-3, обладающий низкой (1450 кг/м³) плотностью и приемлемым модулем упругости: при намотке армирующего волокна под углом к оси трубы, равным 20°, он составил 105 тыс.

аметра вала. При этом погрешность определения критической частоты вращения не превышает 3%.

Толщина стенки трубы из углепластика определяется как сумма рабочих и защитных слоев, средняя плотность трубы при наличии монослоев различной плотности — как средне-взвешенная по объему материала величина.

Очевидно, что полученная формула позволяет решать и обратную задачу: по заданной критической частоте вращения карданного вала определять минимально допустимый средний диаметр его трубы.

Карданные валы с трубами из углепластика прошли стендовые и дорожные испытания. Они показали, что такие валы очень чувствительны к остаточному дисбалансу. Причина — в их малой сопротивляемости изгибу. (Модуль продольной упругости труб из КМУ-3 с углом намотки волокон, равным 30°, составляет всего 26% модуля упругости стали. Это означает, что запас по критической частоте вращения у них должен быть больше, чем рекомендует ОСТ 37.001.053—74 для стальных карданных валов. И, судя по результатам экспериментов, он должен быть не менее 40%.)

В то же время, учитывая высокую стоимость углеродного композиционного материала, необходимо стремиться к его минимальному расходу. Однако, как показал опыт, для обеспечения устойчивости и прочности число рабочих слоев кососимметричного углеродного композиционного материала не должно быть менее четырех.

Результаты расчета критических частот вращения разработанных в НАМИ карданных валов приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, на критическую частоту вращения карданного вала в наибольшей степени влияет его длина, средний диаметр трубы — значительно меньше, а толщина стенки практически не сказывается. Существенное влияние оказывают также плотность материала трубы и угол намотки волокон, от величины которого зависит жесткость трубы на изгиб (рис. 1).

Таблица 2

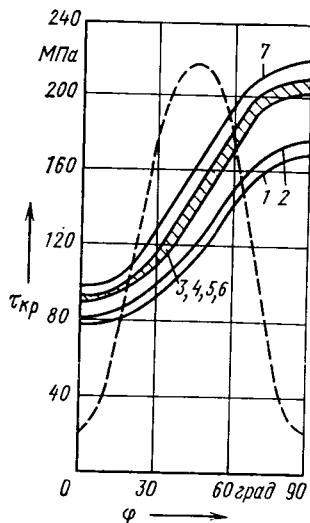


Рис. 2. Влияние угла намотки армирующего волокна на устойчивость (сплошные линии) и прочность (штриховая линия) при кручении трубы карданного вала: 1—7 — номера карданных валов (см. табл. 2)

Позиция на рис. 1 и 2	Длина карданного вала, м	Средний радиус трубы, м	Толщина стенки трубы, м	Число слоев		Угол ориентации волокон к оси трубы, град.	Критическое напряжение по устойчивости, МПа	Критический крутящий момент по устойчивости, Н·м
				рабочих	защитных			
1	1,798	51,45·10 ⁻³	2,9·10 ⁻³	6	2	30	97,6	4713
2	1,650	51,45·10 ⁻³	2,9·10 ⁻³	6	2	30	101,9	4915
3	1,299	29,20·10 ⁻³	2,4·10 ⁻³	4	2	20	102,7	1297
4	1,331	29,20·10 ⁻³	2,4·10 ⁻³	4	2	20	101,5	1276
5	1,370	29,20·10 ⁻³	2,4·10 ⁻³	4	2	20	100,0	1257
6	1,364	29,20·10 ⁻³	2,4·10 ⁻³	4	2	20	100,2	1261
7	1,164	29,20·10 ⁻³	2,4·10 ⁻³	4	2	20	108,5	1364

МПа, а модуль сдвига — 21,2 тыс. МПа; при 30° соответственно 52,6 и 34,1 тыс. МПа.

Учитывая это, а также условия работы карданных валов на АТС различных типов, для валов грузового автомобиля типа ЗИЛ установили угол намотки армирующего волокна, равный 30°, а для всех других валов — 20°.

Использование труб из КМУ-3, плотность которого в 5 раз меньше, чем у стали, и ликвидация промежуточной опоры позволили снизить массу карданных передач в среднем на 35%.

Применение в конструкции карданной передачи анизотропного материала с иными, чем у стали, физико-механическими свойствами, потребовало создания расчетных методик, учитывающих эти особенности. И такие методики созданы.

Их исходным критерием, определяющим внутренний и наружный диаметр трубы и возможность применения двухопорной карданной передачи, является тот уровень критической частоты вращения, которым данный карданный вал должен обладать при его максимально возможной частоте вращения в проектируемой трансмиссии. Для стальных валов критическая частота вращения определяется по методике, приведенной в ОСТ 37.001.053—74. Однако для углепластиковых валов эта методика не подходила. Поэтому пришлось провести большой объем специальных исследований. Их результатом стала формула, позволяющая определить критическую частоту вращения карданного вала с трубой из любого материала:

$$n_{кр} = 2387 L^{-2} \sqrt{E_x (D^2 + d^2) c \gamma^{-1}}$$

Как видим, формула учитывает длину L карданного вала (расстояние между центрами его шарниров), наружный D и внутренний d диаметры трубы, модуль E_x ее продольной упругости и плотность γ материала; в нее входит также коэффициент c , зависящий от типа опор (для автомобильных валов его величина равна 77).

Формула несколько упрощается, если учесть, что толщина стенок труб карданных валов не превышает нескольких миллиметров и что поэтому при подсчетах вместо наружного и внутреннего диаметров можно вводить величину среднего диаметра

Основным показателем несущей способности тонкостенной трубы карданного вала, изготовленной из углепластика, является ее устойчивость к короблению под воздействием крутящего момента. Математический аппарат для определения критического касательного напряжения и критического крутящего момента по устойчивости хорошо разработан и апробирован: как в нашей стране, так и за рубежом применяются идентичные формулы, выведенные на основе теории устойчивости. Некоторое различие имеет место только при выборе величины коэффициента, учитывающего условия работы опор вала. В частности, опыт создания и испытания на устойчивость и работоспособность углепластиковых автомобильных карданных валов в НАМИ показал, что наиболее достоверные результаты дают ранее опубликованные формулы, однако величина коэффициента, учитывающего условия работы опор карданного вала, должна быть увеличена на 30%.

Величина критического крутящего момента, как известно, больше всего зависит от толщины стенки трубы. Поэтому повышать устойчивость карданного вала целесообразнее всего именно за счет увеличения этого размера.

Расчитанные характеристики несущей способности того же, что и в табл. 1, семейства карданных валов приведены в табл. 2, а зависимость прочности и устойчивости труб от угла намотки слоев — на рис. 2.

Из рисунка, в частности, видно, что прочность трубы при кручении в диапазоне угла намотки от 20 до 50° превосходит ее критические напряжения по устойчивости. Это обстоятельство дает основание утверждать, что при углах намотки, входящих в данный диапазон, расчет по критерию устойчивости обеспечит и необходимую прочность карданного вала. В целом же можно сказать, что рациональный угол укладки армирующих волокон, обеспечивающий хорошую работоспособность трубы карданного вала, лежит в диапазоне 18—35°.

1 Рубина А. Л. Проектирование, расчет и испытания конструкций из композиционных материалов. Тр. ЦАГИ, 1973, вып. 1, с. 135—137.

Новое буксирное устройство

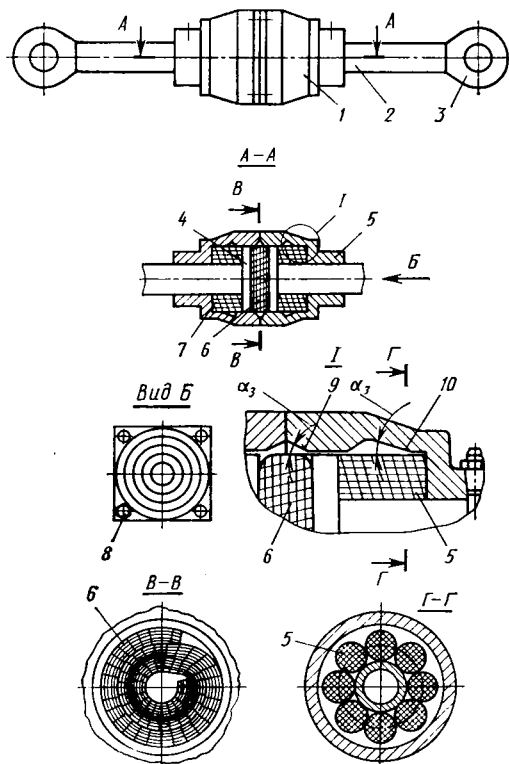
В. Б. ЧЕРКУНОВ, А. Е. ТАТАРЧЕНКО

Горьковский автозавод

ДЛЯ БУКСИРОВАНИЯ автотранспортных звеньев, например, прицепа или тягача, применяется устройство типа «штанга» (ГОСТ 25906—83). Основной его недостаток заключается в том, что он не обеспечивает безударное буксирование звеньев, вызывает динамические нагрузки, а следовательно, снижает средние эксплуатационные скорости движения сочлененных автотранспортных средств.

На ГАЗе разработано буксирное устройство аналогичного типа, но не имеющее указанного выше недостатка. Устройство (см. рисунок) состоит из разъемной штанги 2, сцепных петель 3 и ударопоглощающего устройства 1. В месте разъема штанги (точнее — на ее концах) закреплены шайбы 4, размещенные между упругими элементами 6 и 7 в корпусе 5. Причем в качестве материала для упругих элементов может быть применена или резина, или, как это показано на рисунке, свитый стальной канат. Элементы корпуса 5 соединяются болтами 8, которые одновременно обеспечивают предварительный натяг упругих элементов. На внутренних поверхностях 9 и 10 корпуса выполнены кольцевые полости с углом профиля, не меньшим угла заклинивания α_3 упругого элемента.

Как показал опыт эксплуатации, на всех режимах движения сочлененных автотранспортных средств упругие элементы буксирного устройства амортизируют нагрузки и работают без заклинивания в корпусе.



А ВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Диагностирование цилиндропоршневой группы двигателей КамАЗ

Ю. Л. ВЛАСОВ, канд. техн. наук С. И. КОСТЕНКО

ГосНИТИ

ОСНОВНЫМ СПОСОБОМ определения технического состояния двигателя, в том числе величины износов основных трущихся пар, является оценка по косвенным признакам: изменению давления масла, появлению характерных шумов, дымности отработавших газов и т. д. Это, по существу, оценка качественная. Для технически обоснованного анализа нужны оценки количественные, которые можно получить лишь при помощи диагностических приборов. Но для этого нужно знать предельные и допускаемые величины диагностических параметров, их взаимосвязь с износами деталей и сопряжений.

Такую взаимосвязь, в принципе, можно выявить путем обработки статистических материалов, накопленных в ходе длительной эксплуатации двигателей. Однако путь этот сложен, трудоемок и длителен: статистические данные могут быть обобщены не ранее, чем через два — три года с начала массовой эксплуатации той или иной модели двигателя. Поэтому эксплуатационная статистика должна быть скорее средством подтверждения и обобщения специально поставленных ускоренных испытаний, чем самостоятельным методом оценки

В связи со сказанным и в соответствии с РТМ 70.001.078—82 в ГосНИТИ были проведены ускоренные стендовые испытания цилиндропоршневой группы одного из наиболее распространенных дизелей — КамАЗ-740.

Как и следовало ожидать, величины износа оказались максимальными у верхних поршневых колец (кривые 1 и 2 на рис. 1), причем эти износы по высоте для различных цилиндров дизеля отличаются незначительно (в среднем на ± 3 мкм) по окружности кольца. Зазор «поршневое кольцо — канавка поршня» максимален также для верхних канавок поршней (кривая 3).

Сравнивая динамику изменения зазора «верхнее поршневое кольцо — канавка поршня» с динамикой износа верх-

него поршневого кольца по высоте, можно сделать вывод: ресурс поршня (поршневой канавки) двигателя КамАЗ-780 примерно в 1,5 раза меньше ресурса

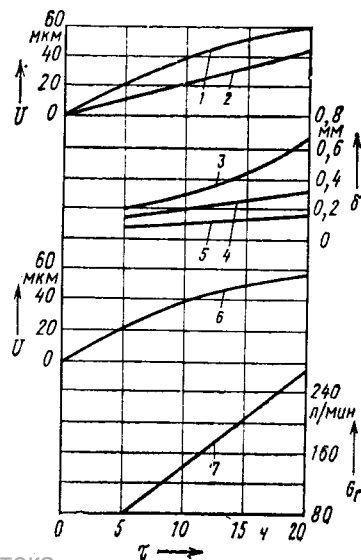
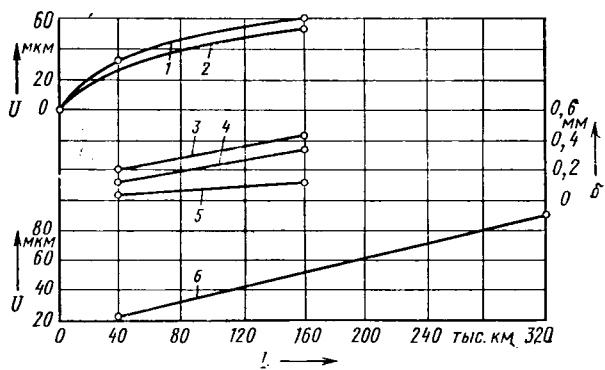


Рис. 1. Динамика изнашивания цилиндропоршневой группы дизеля КамАЗ при ускоренных стендовых испытаниях:

1, 2 — верхнее поршневое кольцо по радиальной толщине и высоте; 3, 4, 5 — зазоры между верхним, средним и нижним поршневыми кольцами и соответствующими канавками поршня; 6 — износ верхнего пояса гильзы цилиндров; 7 — количество газов, прорываю-

Рис. 2. Динамика изнашивания цилиндропоршневой группы дизеля КамАЗ при эксплуатации в условиях сельскохозяйственного производства:

1, 2 — верхнее поршневое кольцо по радиальной толщине и высоте; 3, 4, 5 — зазор между верхним, средним и нижним поршневыми кольцами и соответствующими канавками поршня; 6 — износ верхнего пояса гильз цилиндров



поршневых колец. Следовательно, замену поршневых колец по достижении зазором «верхнее поршневое кольцо — канавка поршня» предельного значения 0,22 мм проводить без замены поршней, как это рекомендует завод-изготовитель, нецелесообразно (исключая, разумеется, случаи поломки колец).

Износ гильз цилиндров в верхнем поясе (цилиндр здесь, как известно, изнашивается быстрее, чем в других поясах) при увеличении зазора в сопряжении «верхнее поршневое кольцо — канавка поршня» до предельного достигает лишь половины своей предельной величины (кривая 6). Значит, менять гильзы одновременно с кольцами и поршнями не следует: у них остается еще достаточный для работы с новым комплектом поршней и колец ресурс (конечно, если у гильз нет трещин, сколов и других повреждений).

Таковы результаты измерений износов деталей цилиндропоршневой группы по данным ускоренных стендовых испытаний. Они были подтверждены (рис. 2), измерениями параметров значительного числа дизелей КамАЗ с различным пробегом, поступавших на Ипатовский ремонтный завод производственного объединения «Ставропольсельхозремонт».

Исследования показали, что предельным величинам износа сопряжения

«поршневое кольцо — канавка поршня» соответствует вполне определенное значение диагностического параметра, в качестве которого выбрано количество газов, прорывающихся в картер за единицу времени на определенном режиме работы двигателя. При этом нужно знать три значения параметра: на исправном двигателе; требующем профилактического ремонта или замены отдельных деталей; когда дальнейшая эксплуатация двигателя без ремонта невозможна.

Первое из этих значений (номинальное) — эталонное, второе (допустимое) — сигнал о необходимости предупредительного ремонта по экономическим соображениям. (Например, если пропуск газов в картер достиг своей второй величины, то это сопровождается значительным увеличением расхода масла на угар, некоторым снижением мощности и увеличением расхода топлива, интенсивным ростом загрязнения масла асфальтосмолистыми продуктами.)

Что касается третьего (предельного) значения диагностического параметра, то комментировать его, видимо, нужды нет.

Для двигателей КамАЗ-740, работающих на режиме холостого хода, эталонным значением диагностического параметра является, как показали исследования, количество прорывающихся газов, равное 70—80 л/мин, допуска-

емым — 140, а предельным — 180 л/мин. При расходе газов, превышающем допускаемое количество, но меньшим предельного, нужно определять техническое состояние отдельных цилиндров. Делается это путем поочередного отключения подачи топлива в цилиндры и замеров количества газов, прорывающихся в картер. Разница в расходе газов не должна превышать 15 л/мин. Если же окажется, что при отключении цилиндра количество прорывающихся газов уменьшается более чем на 15 л/мин, то это говорит о его неисправности, и его цилиндропоршневая группа подлежит замене. Если таких цилиндров четыре и более, то заменяется цилиндропоршневая группа всего дизеля. При этом следует помнить, что причинами чрезмерной разницы между количествами прорывающихся газов при отключении отдельных цилиндров могут быть не только большие износы, но и поломка компрессионных колец. Поэтому окончательное решение о замене только колец или колец вместе с поршнем, а также гильз (в случае повреждения) должно приниматься только после визуальной, т. е. с разборкой двигателя, проверки этих элементов.

Нельзя забывать и о том, что поломка первого компрессионного кольца сразу, как правило, не обнаруживается. Но работа дизеля с таким кольцом приводит к разрушению перемычек поршня (из-за ударов частей разрушенного кольца о поверхность канавки поршня и большого количества горячих газов, прорывающихся в местах изломов кольца). Чтобы не допустить этого, нужно чаще измерять упомянутый выше диагностический параметр. Возможно, даже включить эту операцию в перечень операций второго технического обслуживания. Такой подход позволил бы резко сократить число двигателей, направляемых в капитальный ремонт по причине выхода из строя их цилиндропоршневой группы, дал бы значительную экономию запасных частей и труда.

УДК 621.43.038.771

Система очистки воздуха двигателя автомобиля КАЗ-4540

И. Г. РУЗАЕВ, А. Р. СТРИКОВСКИЙ, М. А. КЕБУРИЯ

НАМИ, Кутаисский автозавод имени Г. К. Орджоникидзе

Для успешного выполнения продовольственной программы в 1984 г. в отрасли начат выпуск многоцелевого транспортно-технологического автомобиля сельскохозяйственного назначения КАЗ-4540, способного работать в самых различных дорожных и климатических условиях, в том числе и при повышенной запыленности воздуха. Поэтому защита деталей двигателя от изнашивания абразивными частицами, поступающими в него вместе с воздухом, является первоочередной задачей.

На новом автомобиле она успешно решена. Для очистки воздуха, поступающего в дизель ЯМЗ-642, устанавливаемый на автомобиле КАЗ-4540, применена высокоэффективная система (рис. 1), включающая в себя двухступенчатый воздухоочиститель 4 с картонным фильтрующим элементом, воздухозаборник 1 (установленный на высоте около 2,8 м от полотна дороги), воздуховод 2, резиновый гофрированный переходник 3

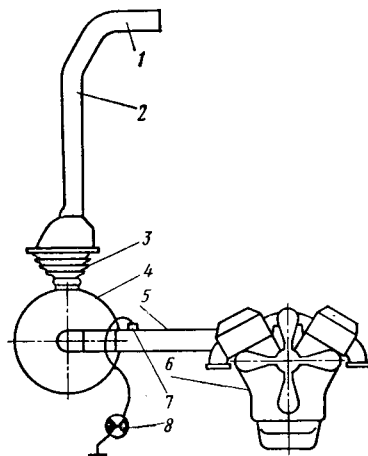


Рис. 1. Система очистки воздуха двигателя автомобиля КАЗ-4540

и воздуховод 5, по которому очищенный воздух поступает в двигатель 6. Для своевременного проведения технического обслуживания воздухоочистителя в воздуховоде 5 установлен датчик 7 индикатора засоренности. Сигнальная лампочка 8 индикатора размещена на щитке приборов в кабине водителя.

Двухступенчатый воздухоочиститель (рис. 2) автомобиля КАЗ-4540 унифицирован с воздухоочистителем автомобиля КамАЗ. В нем в качестве первой ступени очистки использован моноциклон, выполненный в виде криволинейного канала 4, который размещен в полости между корпусом воздухоочистителя 1 и второй ступенью очистки — картонным фильтрующим элементом 2. Пыль, отсепарированная первой ступенью очистки, собирается в бункере 7.

При эксплуатации автомобиля КАЗ-4540 необходимы сравнительно небольшие регламентные работы по системе очистки воздуха: периодическая (при

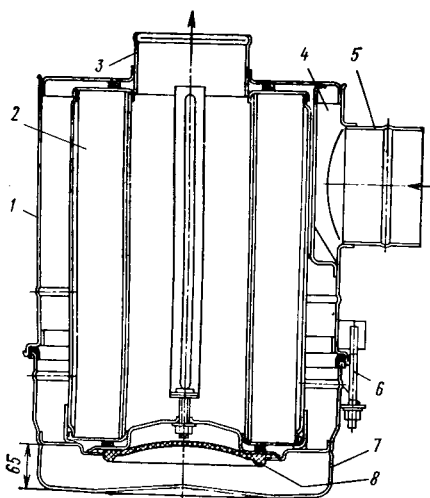


Рис. 2. Двухступенчатый воздухоочиститель:
1 — корпус воздухоочистителя; 2 — картонный фильтрующий элемент; 3 — выходной патрубок; 4 — криволинейный канал моноциклона; 5 — входной патрубок; 6 — откидная тяга; 7 — бункер; 8 — перегородка бункера

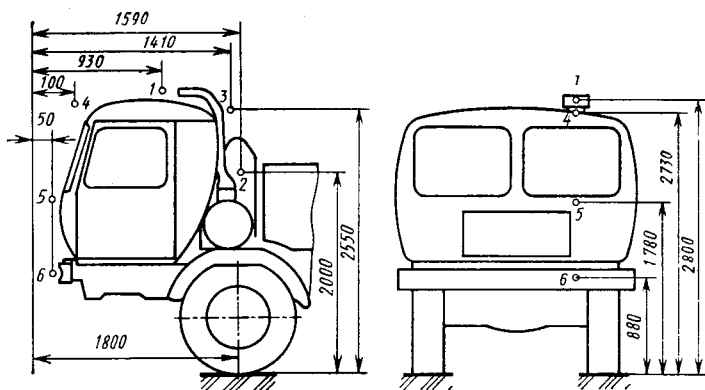


Рис. 3. Расположение точек отбора проб воздуха в зоне кабины автомобиля КАЗ-4540

ТО-2) проверка состояния шланговых соединений и очистка бункера от накопившейся в нем пыли. При срабатывании индикатора засоренности воздухоочистителя (загорание сигнальной лампочки) фильтрующий элемент следует заменить на новый.

Стеновыми безмоторными испытаниями двухступенчатого воздухоочистителя, проведенными по методике ГОСТ 8002—74, установлено, что показатели его работы лучше, чем у отечественных и зарубежных воздухоочистителей такого типа. Так, сопротивление воздухоочистителя при номинальном расходе воздуха (560 м³/ч) составляет 1,3 кПа, коэффициент пропуска пыли не превышает 0,3%, а продолжительность работы до предельного (6,86 кПа при расходе воздуха, равном 80% номинального, и запыленности на входе в воздухоочиститель 1 г/м³) сопротивления воздухоочистителя составляет 21,4 ч.

Содержание различных загрязнений в воздухе оказывает большое влияние на продолжительность работы системы очистки до технического обслуживания. Для изучения этого влияния была проведена работа по определению концентраций загрязнений в воздухе, окружающей кабину автомобиля, при выполнении последним различных сельскохозяйственных работ. При этом для того чтобы выявить места, где эти концентрации наибольшие, замерялись полные давления воздуха в зоне воздухозаборника и на поверхности кабины. По полученным данным были построены векторные диаграммы распределения давлений на поверхности кабины и направлений обтекающих ее потоков воздуха.

После анализа последних были выбраны места отбора проб воздуха (рис. 3), в которых определялись (весовым способом) концентрации загрязнений, содержащихся в воздухе. Величины этих концентраций приведены в табл. 1 (они подсчитывались как отношения разностей масс аэрозольного аналитического фильтра до и после отбора проб к объемам отобранного воздуха).

Из таблицы видно, что при погрузке пылящих грузов наибольшая концентрация загрязнений в воздухе наблюдается на уровне крыши кабины автомобиля и изменяется она в широких пределах, достигая при неблагоприятных условиях 360—380 мг/м³. При движении автомобиля по грунтовым дорогам наибольшая концентрация загрязнений в воздухе наблюдается на уровне бампера и достигает 310—340 мг/м³,

Таблица 1

Условие, при котором проводился отбор проб воздуха	Концентрация загрязнений в воздухе, мг/м ³	Места наибольшей концентрации загрязнений в воздухе
Погрузка пылящих грузов: сенажа	4—360	На уровне крыши кабины
зерновых	1—50	То же
строительного песка	5—18	»
цемента	16—380	»
минеральных удобрений	25—200	»
Движение одиночного автомобиля по грунтовой дороге	5—310	На уровне бампера автомобиля
Интенсивное движение транспортных средств по грунтовой дороге	10—340	То же
Движение одиночного автомобиля по дороге с асфальтовым покрытием	1—4	»

В табл. 2 приведены относительные концентрации загрязнений (в долях единицы) по сравнению с концентрацией их в базовой точке (точка 1, рис. 3) отбора проб воздуха, расположенной около воздухозаборника. Они свидетельствуют о том, что место забора воздуха в систему очистки выбрано достаточно правильно.

130, и при самых неблагоприятных условиях может достигать 360 мг/м³.

Поскольку при погрузке сенажной массы автомобиль движется с малой скоростью (порядка 3—5 км/ч), когда расход воздуха двигателем не превышает 140—160 м³/ч, то первая ступень очистки воздуха работает менее эффективно и

Таблица 2

Условия исследования	Относительная концентрация загрязнений в воздухе в точках отбора проб (см. рис. 3)					
	1	2	3	4	5	6
Движение автомобиля по грунтовой дороге за впереди идущим автомобилем	1,00	3,73	2,28	2,16	3,39	6,34
Движение одиночного автомобиля	1,00	3,13	1,30	0,58	0,59	1,25
Движение одиночного автомобиля по асфальтованному шоссе	1,00	1,58	1,18	0,86	0,74	1,28
Погрузка сенажной массы	1,00	1,14	1,07	0,24	0,20	0,34

При движении по грунтовым дорогам запыленность воздуха в этом месте значительно ниже (в 1,25—1,34 раза), чем в других точках отбора проб, а при погрузке сенажной массы величина запыленности воздуха в зоне воздухозаборника примерно одинакова с запыленностью в точках 2 и 3 (см. рис. 3), расположенных в пространстве между кабиной водителя и грузовой платформой.

Необходимо отметить, что при погрузке сенажной массы самоходным комбайном, оборудованным подборщиком, часть ее попадает в зону кабины. Более того, вследствие несинхронного движения автомобиля и комбайна иногда наблюдается набрасывание на крышу сенажной массы и засасывание ее в воздухозаборник, что вызывает забивание сетки последнего и даже попадание некоторого количества сенажной массы в воздухоочиститель. Причем концентрация загрязнений в воздухе при погрузке влажной сенажной массы в зоне воздухозаборника составляет около 10, в случае высокой массы увеличивается до

большая доля частиц сенажной массы откладывается на наружном защитном кожухе фильтрующего элемента. Последнее увеличивает сопротивление системы очистки и заставляет срабатывать индикатор засоренности воздухоочистителя. В этом случае решетку и наружный защитный кожух фильтрующего элемента следует очистить от налипших частиц сенажной массы, без замены его на новый.

Пробег автомобилей КАЗ-4540 в период исследования систем очистки воздуха двигателя составил от 17 до 40 тыс. км. При этом автомобили выполняли различные транспортные работы в составе транспортно-технологических комплексов по перевозке таких сельскохозяйственных грузов, как измельченное сено, зерно, зеленая масса для силоса, минеральные и органические удобрения (в период с апреля по октябрь, который характеризуется наибольшей концентрацией загрязнений в воздухе). Автомобили эксплуатировались в основном на внутренних перевозках по

грунтовыми дорогам и стерне (как одиночные, так и в составе автопоезда).

В процессе испытаний периодически определялись сопротивление всей системы очистки воздуха и только фильтрующего элемента (на безмотормом стенде), а также его масса.

В результате выяснилось, что масса элемента увеличивалась от 0,3 до 2 кг,

а сопротивление системы очистки воздуха при его номинальном расходе выросло до 1,9—2,9 кПа. Таким образом, запас сопротивления системы очистки воздуха, т. е. разность между ее предельными сопротивлениями (6,86 кПа) и сопротивлением чистой системы (1,3 кПа) за указанный выше пробег автомобилей использован только на 27—42%. За

время эксплуатационных испытаний автомобилей никаких неисправностей и отказов агрегатов системы очистки воздуха отмечено не было. Следовательно, примененная система обеспечивает высокий, вполне приемлемый для сельскохозяйственного производства пробег автомобиля до ее обслуживания.

УДК 629.113.018.4

Дополнительный сигнал торможения как средство снижения числа ДТП

П. И. НИКОЛАЕВА, А. В. ЛЮБАРЩУК

НИИавтоприборов

З АРУБЕЖНАЯ СТАТИСТИКА свидетельствует, что при высокой интенсивности движения около 50% всех дорожно-транспортных происшествий является результатом наездов сзади, причем доля смертельных исходов при этом достигает 10%.

Одна из главных причин наездов — запоздалое обнаружение сигналов торможения, подаваемых водителями идущих впереди АТС. Поэтому на автомобилях сейчас все чаще устанавливают дополнительный сигнал торможения (как правило, за задним стеклом). За счет этого, по данным фирмы «Аллен», число ДТП снижается на 50%. Такой эффект, по мнению специалистов фирмы, получен благодаря тому, что водитель автомобиля-«лидера» может заранее оповестить о начале торможения водителей не только автомобилей, движущихся непосредственно за ним, но и через один и более автомобилей.

Исследование эффективности применения дополнительного сигнала торможения в 1981 г. провели также специалисты Мичиганского университета. Они доказали, что такой сигнал сокращает время реакции наблюдателя, независимо от возраста, пола, физических данных последнего и габаритных размеров АТС, находящихся в транспортном потоке.

В конечном итоге дополнительные сигналы торможения были введены в национальный американский стандарт SAEI 186—70, и с 1985 г. ими оснащаются все вновь проектируемые американские автомобили.

Однако результаты, полученные американскими специалистами, оставили открытым ряд вопросов, немаловажных для безопасности движения. Например, таких: каковы истинные причины снижения времени реакции водителей автомо-

билей, движущихся за «лидером»; будут ли дополнительные сигнальные устройства ослеплять участников движения в темное время суток; какое число этих устройств следует считать оптимальным и как их располагать на АТС.

Чтобы ответить на все эти вопросы, специалисты НИИавтоприборов провели лабораторно-дорожные эксперименты. Его результаты были обработаны методами математической статистики.

Анализ транспортных ситуаций, в которых используется сигнал торможения, позволил предположить, что основной причиной снижения ДТП при использовании дополнительного сигнала торможения, действительно, является снижение суммарного времени реакции водителя, причем только за счет снижения времени, необходимого для опознания торможения автомобиля в потоке. Так, если на автомобиле-«лидере» дополнительного сигнала торможения не было, то среднее время реагирования на его сигнал торможения составляло $1,08 \pm 0,06$ с, а при наличии дополнительного сигнала — $0,55 \pm 0,06$ с, т. е. дополнительный сигнал позволяет водителю автомобиля, следующего за «лидером» через один автомобиль, снизить время реагирования на торможение в среднем на 49%. Иными словами, в этом случае исключается время реакции водителя «промежуточного» автомобиля, т. е. у водителя, следующего через один, появляется запас во времени, равный 0,5 с, а следовательно, и запас во безопасной дистанции, равный 2,83 м (в городских условиях).

Такие результаты получены при одних и тех же сигнальных фонарях, их взаимном расположении и дистанции между автомобилями. Варьирование же этих параметров показало, что время ре-

акции в таких случаях несколько изменяется. Например, дополнительный сигнал торможения силой света от 40 до 100 кд, если его устанавливать на высоте 1370 и 980 мм, не вызывает физиологической ослепленности и связанного с ней роста времени обнаружения этого сигнала. Сокращение расстояния наблюдения на каждые 5 м или увеличение силы света с 60 до 100 кд повышает ее в среднем на 5%. Что же касается воздействия дополнительного сигнала на зрительный анализатор водителя с точки зрения ослепления, т. е. снижения дальности видимости объектов на дороге, то здесь выявилось следующее: если сила света дополнительного сигнала торможения более 60 кд, то эта дальность сокращается. То же самое наблюдается и в случае уменьшения расстояния между линией прямого зрения и оптической осью дополнительного фонаря, особенно в отношении дальности видимости объектов на левой обочине (сокращение до 30%).

Из всего сказанного можно сделать ряд практических выводов. И первый из них состоит в том, что установка дополнительного сигнала торможения — мера необходимая: он позволяет в среднем на 49% уменьшить суммарное время реагирования водителя на торможение автомобиля-«лидера», однако максимальная сила света этого сигнала не должна превышать 60 кд. Второй вывод: дополнительный сигнал следует располагать за задним стеклом легкового автомобиля, на высоте, меньшей или большей 1,2—1,25 м. И, наконец, третий: число дополнительных сигналов (один или два) принципиального значения не имеет, но при их установке на автомобиле они должны образовывать с основными сигналами торможения простую геометрическую фигуру.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Московский магазин № 8 «Техника» предлагает книгу издательства «Машиностроение»:

Справочник проектировщика систем автоматизации управления производством Г. Л. Смилянского, Л. З. Амлинский, В. А. Бек и др.; Под ред. Г. Л. Смилянского. — 2-е изд., перераб. и доп. — 592 с., ил. — В пер.: 2 р. 84 к.

Изложены основы управления и его автоматизации. Даны характеристики технических средств, методика их выбора, рекомендации по оформлению и внедрению АСУП, расчету ее экономической эффективности.

Бологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru

УЛК 621.983.3-187.4

Малоотходные способы вытяжки кузовных деталей

Д-р техн. наук Г. П. ТЕТЕРИН, Е. Ю. ВЕРХОВ, Б. С. САМОЙЛОВ, А. И. БОГАТЫРЕВ, Ю. Н. ГОМОЗОВ

Всесоюзный заочный политехнический институт

С ОЗДАНИЕ малоотходных процессов вытяжки кузовных деталей — одно из основных направлений повышения эффективности технологии листовой штамповки в автотракторном производстве. Экономия металла достигается при рациональном выборе вида прижима — перетяжные пороги (рис. 1, а) или перетяжные ребра, устанавливаемые в один или два ряда (рис. 1, б). Из экспериментальных данных¹ известно, что, изменяя параметры порогов и ребер (радиусы кромок R_1 — R_6 , ширину B , высоту H и условия трения фланца заготовок на них), можно обеспечить любое усилие торможения фланца на прижме. Однако на практике, судя по опыту ЗИЛа, АЗЛК, а также зарубежных фирм, при вытяжке близких по форме и размерам кузовных деталей применяют как перетяжные пороги, так и ребра, хотя расход металла на технологический припуск при использовании ребер, как правило, больше.

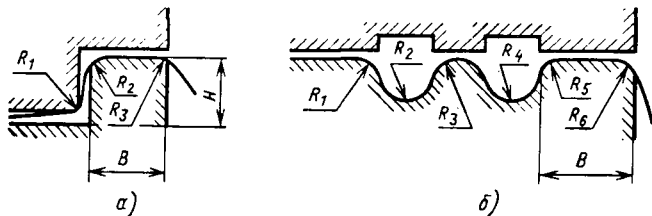


Рис. 1. Перетяжной порог (а) и перетяжные ребра (б)

Для разработки методов выбора параметров прижима (пороги или ребра) и технологического припуска (его размеры и массы), обеспечивающих минимальное потребление металла заготовки и необходимое качество деталей, было проведено исследование процессов (при моделировании на ЭВМ) перетягивания металла через пороги и ребра. Исследование процесса проводилось в период вытяжки, с момента соприкосновения пуансона с заготовкой и до схода в полость матрицы участка фланца с кромки R_3 (R_6) (см. рис. 1), прошедшего все кромки порога (ребер). Этот период назван периодом неустановившегося движения (из-за увеличивающегося числа кромок прижима, через которые проходят участки фланца до поступления в полость матрицы).

Сравнение полученных данных с экспериментальными показало адекватность разработанной модели. В итоге удалось установить следующие четыре особенности процесса вытяжки кузовных деталей.

Первая из них состоит в том, что в период неустановившегося движения происходит рост на 20—25% натяжения заготовки, который является фактором пластического растяжения ее участков в полости матрицы, ранее не деформированных на прижме, и устранения на этих участках (за счет их растяжения) таких дефектов, как волнистость и «хлопуны».

Вторая особенность: натяжение заготовки не может приводить к пластическому растяжению ее участков, деформированных ранее на прижме, из-за их значительного упрочнения на кромках порогов и ребер, а следовательно, не может устранять на этих участках возникающие волны.

Третья особенность: для устранения волн в той части заготовки, которая находится в полости матрицы, на участках, не деформированных на прижме, длину деформирующей части прижима — перетяжные пороги или ребра необходимо выбирать таким образом, чтобы весь процесс вытяжки осуществ-

лялся в период неустановившегося движения, т. е. в большинстве случаев заменить пороги на ребра, поскольку у последних этот период больше. Однако такая замена приведет к росту расхода металла на технологический припуск, не обеспечивая при этом устранения волнистости на части заготовки, образованной металлом, вышедшим с прижима. Поэтому для экономии металла и обеспечения высокого качества кузовных деталей необходимо целенаправленное изменение их конструкций — максимально возможное уменьшение глубины вытяжки и введение в местах возможного образования волн выштамповок, устраняющих волнистость при смыкании матрицы и пуансона.

Наконец, четвертая особенность: поскольку формоизменение заготовки и устранение дефектов на ней за счет ее натяжения со стороны прижима возможно только в период неустановившегося движения, то по окончании этого периода, в случаях, когда глубина вытяжки больше деформирующей зоны прижима, поддерживать сильное натяжение заготовки нет смысла и можно уменьшить это натяжение. Поэтому технологический припуск, остающийся на прижме после окончания периода неустановившегося движения, и, следовательно, размеры заготовки можно уменьшить.

Выявленные закономерности стали основой для разработки и внедрения на ЗИЛе рассматриваемых ниже малоотходных процессов вытяжки.

В практике изготовления кузовных деталей известен способ получения оболочек двойной кривизны за счет одноосного растяжения заготовок по пуансону и окончательного их формоизменения при смыкании матрицы и пуансона (так называемый способ обтяжки с растяжением). При этом способе растяжение заготовок и их обтяжка по пуансону осуществляются в специальных штампах при помощи жестких зажимов, установленных на подвижных устройствах — ползушках. Экономия металла получается за счет уменьшения его количества в зоне технологических припусков по не зажатых в штампе сторонам. Однако возможности способа ограничены ресурсом пластичности участка заготовки, деформируемого по схеме изгиба с растяжением на выходной кромке жесткого зажима, так как при одних и тех же растягивающих напряжениях максимальные деформации в наружных волокнах изгибаемого участка всегда меньше, чем в части полосы, подверженной чистому растяжению.

Между тем проведенные исследования показали, что вытяжку с одноосным растяжением можно осуществлять и в обычных штампах, соответствующим образом подбирая радиусы порогов или ребер и создавая натяжение заготовки, не меньшее, чем при обтяжке с растяжением. Более того, было установлено, что при вытяжке с одноосным натяжением в обычных штампах можно получить значительно большие, чем при жестком зажиме, суммарные деформации в частях заготовки, ранее не деформированных на прижме. Для этого параметры порогов (ребер) подбирают так, чтобы в начале периода неустановившегося движения фланец не вытекал из-под прижима и металл на выходной его кромке получил максимально возможные, как и при обтяжке с растяжением, деформации. В этом случае фланец далее начнет вытекать из-под прижима, и за счет роста усилия торможения в период неустановившегося движения в центральной части заготовки получаются дополнительные растягивающие деформации до конца этого периода. Поскольку суммарные деформации заготовки при вытяжке в обычных штампах с порогами (ребрами) могут быть больше, чем при обтяжке с растяжением, то расширяются возможности получения деталей за счет одноосного растяжения заготовок при использовании обычных вытяжных штампов. Кроме того, обычные штампы позволяют создавать различные условия торможения на различных участках прижима, что обеспечивает

¹ Сергеев В. В. Влияние перетяжных порогов на торможение заготовки под прижимом. — Кузнечно-штамповочное производство. 1966. № 9, с. 17—21.

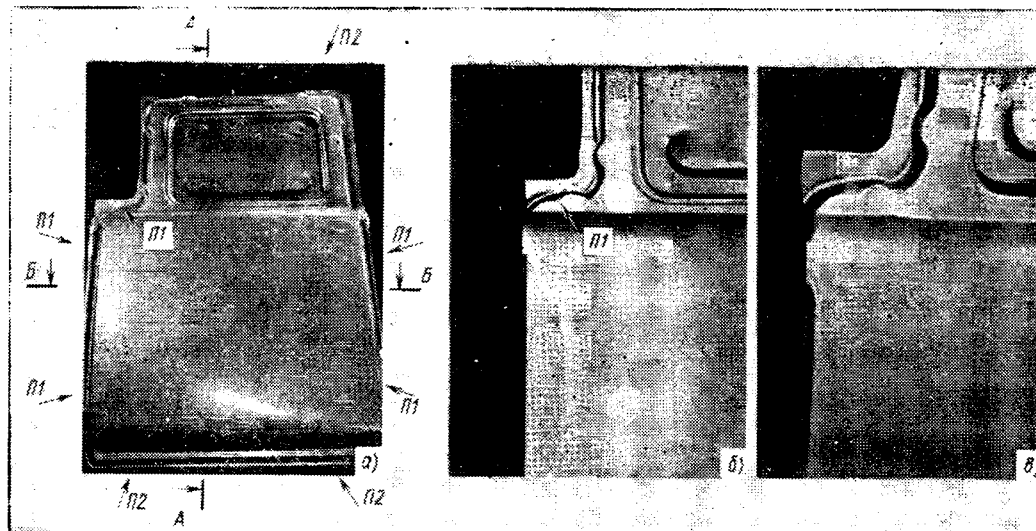


Рис. 2. Варианты вытяжки наружной панели двери автомобиля ЗИЛ

экономию металла на технологических припусках при одноосном растяжении заготовок для сложных деталей. Например, наружная панель двери (рис. 2, а) автомобилей ЗИЛ-130 и ЗИЛ-131 ранее изготавливалась из заготовки размерами $1500 \times 950 \times 0,9$ мм; материал — сталь 08Ю (ГОСТ 9045—80). В сечении А—А она имеет большую кривизну, а в сечении Б—Б — малую. Натяжение заготовки до перехода на новый способ вытяжки осуществлялось при помощи контурного перетяжного порога, составленного из порогов П1 и ОП1, параллельных сечению А—А, и порогов П2, параллельных сечению Б—Б. Пороги П1 и П2 имеют радиусы кромок на прямых участках 2—2,2 мм и 5—7 мм на угловых закруглениях, на пороге ОП1 — также 5—7 мм.

В соответствии с новой схемой торможение при вытяжке создается только порогами П1 и ОП1, параллельными сечению детали малой кривизны. Размеры заготовки уменьшились до $1500 \times 890 \times 0,9$ мм, так как была оставлена лишь часть припуска вдоль сторон, не зажатых порогами, предназначенная для фиксации на обрезном штампе.

Ввиду того, что уже в начале деформации параметры порогов П1 и П2 обеспечивают интенсивное пластическое растяжение не деформированных на прижиме участков заготовки, параметры порога П1 на первом этапе освоения новой технологии были оставлены неизменными и на них сохранены те же условия торможения, что и в исходном процессе обтяжки с растяжением. Однако вытяжка заготовки уменьшенных размеров при торможении фланца заготовки только порогами П1 и ОП1 привела к браку: на поверхности вытянутой детали появились значительные волны (см. рис. 2, б).

Анализ показал, что в верхней части заготовки, где происходит вытяжка окна двери, блокируется течение металла в нижнюю часть двери. В результате крайние правые точки заготовки на пороге ОП1 перемещаются вверх и вправо — в сторону вытяжки окна, а левые крайние точки — вниз, на вытяжку нижней части детали. Различные, практически противоположные, перемещения участков на малом отрезке создают значительные сдвиговые напряжения, что и приводит к появлению волн в детали. В верхней же ее части их нет, так как здесь в силу особенностей геометрии детали имеется значительное торможение порогами П2, которые натягивают заготовку, несмотря на то, что в ее нижней части при размерах

$1500 \times 890 \times 0,9$ мм натяжение на порогах П2 отсутствует. Очевидно, что для успешного формообразования детали из заготовки необходимо, как минимум, жестко зажать металл на пороге ОП1, чтобы таким образом уменьшить сдвигающие напряжения. Что и было сделано: между порогами ОП1 и заготовкой начали помещать крупнозернистую наждачную бумагу; это увеличило высоту порога и силы трения на нем. В результате поверхность детали стала гладкой, без искажения (рис. 2, в), т. е. такой же, как и у детали, вытянутой при всестороннем натяжении в исходном процессе, но из заготовки больших размеров. Правда, в последний момент вытяжки металл отдельных частей заготовки (на пороге ОП1) разрывался, однако это не ухудшало качества получаемой детали, так как разрывы происходили на рас-

стоянии 25—30 мм от линии обрезки технологического припуска, идущего в отход.

Для практической реализации нового способа вытяжки наружной панели двери высоту порога ОП1 несколько увеличили за счет наплавления на него металла, что обеспечило жесткий зажим на нем.

Новый способ вытяжки (с одноосным растяжением заготовки в обычных вытяжных штампах) применен на ЗИЛе для изготовления трех деталей (наружной панели двери и боковины крыла автомобиля ЗИЛ-130, боковины крыла автомобиля ЗИЛ-131) и за счет уменьшения технологических припусков позволил экономить более 100 т листового проката в год.

В результате теоретических и экспериментальных исследований установлено, что после окончания периода неустановившегося движения натяжение, создаваемое на прижиме, не приводит к пластическому растяжению части заготовки в полости матрицы. Поэтому для деталей, общая глубина которых больше глубины вытяжки, осуществляемой в период неустановившегося движения, можно по его окончании уменьшить натяжение заготовки за счет сокращения размеров (и массы) технологического припуска, так как не нужно поддерживать большое натяжение, создаваемое прижимом, из-за невозможности влиять на качество вытянутой части.

Проведенная экспериментальная проверка данного предположения для многих деталей автомобилей ЗИЛ показала, что уменьшение размеров припуска путем обрезки заготовки по линиям, параллельным исходным контурным линиям заготовки, в ряде случаев приводит к снижению стабильности производственного процесса изготовления кузовной детали из-за ухудшения условий применения средств механизации для транспортирования вытянутого полуфабриката после вытяжки, ухудшения фиксации на обрезном штампе и т. д. Поэтому предложен, обоснован и разработан малоотходный способ вытяжки кузовных деталей из заготовок с уменьшенной массой технологического припуска, но без изменения габаритных размеров заготовки за счет того, что исходный сплошной припуск выполнен фигурным в виде чередующихся выступов и впадин (А. с. 1090473, СССР). Экономия от использования заготовок с фигурным технологическим припуском достигается при их получении из исходного материала — разрезки фасонным ножом рулона или мерного листа, а также за счет входа выступов одной заготовки во впадины другой.

УДК 621.983.06-529:658.527:629.113.012.853.002.2

Штамповка листовых рессор на гибкой автоматизированной линии

В. А. НЕДЕРЕЗОВ, А. Ф. БИЧЕВОЙ, В. В. ЩЕРБИНА, Ю. В. ГЕРЖЕДОВИЧ, С. П. КОНЦУР

Запорожский машиностроительный институт имени В. Я. Чубаря, Синельниковский рессорный завод имени Коминтерна

ТРАДИЦИОННАЯ технология штамповки рессорных листов (резка исходной рессорной полосы длиной 6—9 м на листы заданного размера, доделка и пробивка отверстий) приводит к существенным потерям времени на переналадку оборудования, металла на концевых отходах, создает интенсивные

грузопотоки в цехах. Поэтому вполне понятно стремление специалистов усовершенствовать ее, сделать более отвечающей современным требованиям.

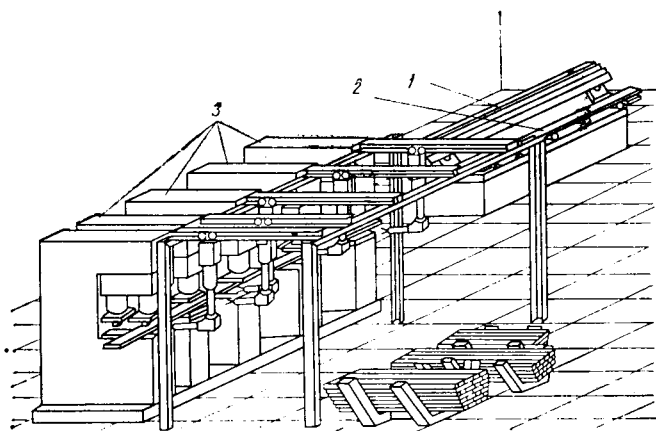
Работа ведется по различным направлениям, и одно из них — модернизация существующего оборудования.

Так, на Синельниковском рессорном заводе имени Коминтерна были внедрены в производство две автоматические линии штамповки рессорных листов: линии двойного и тройного потоков. Обе они получены в результате совмещения линий резки и доделки и позволяют штамповать одновременно два или три различных листа из комплекта рессоры. Число переналадок линий в этом случае снизилось, однако оно, если учитывать, что в комплект может входить 12—15 листов разных размеров, по-прежнему оставалось значительным. Естественно, напрашивался следующий шаг — разработка еще более совершенного оборудования. И он сделан: Запорожским машиностроительным институтом имени В. Я. Чубаря совместно с Синельниковским рессорным заводом имени Коминтерна разработана технология, позволяющая получать весь комплект листов рессоры сразу. Основу ее составляет гибкая автоматизированная линия (см. рисунок), позволяющая осуществить такой технологический процесс.

В состав линии входят механизированный стеллаж 1, приводной ролик 2 и специализированные гидравлические прессы 3, оснащенные штамповой оснасткой и средствами автоматизации.

Прессы установлены на фундаменте, что дает возможность изменения их взаимного расположения, делает автоматизированную линию универсальной и позволяет после соответствующей переналадки штамповать на ней рессоры различных типоразмеров. (Число прессов, входящих в линию, не превышает 6—8).

Линия работает следующим образом. Пачка рессорных полос-заготовок (длина каждой равна сумме длин отдельных листов, входящих в комплект рессоры) с механизированного стеллажа поштучно подается на приводной ролик и далее —



на линию прессов. Вначале полоса фиксируется на первой рабочей позиции, образованной внутренними рабочими цилиндрами соответствующего пресса, где она разрезается на отдельные рессорные листы. Затем эти листы передаются на вторую рабочую позицию, образованную наружными рабочими цилиндрами, где пробиваются отверстия. Готовые листы удаляются в тару. Цикл работы линии составляет 12—15 с.

Внедрение новой технологии повышает производительность труда в 2,5—3 раза, а коэффициент использования металла — на 2,7%. Годовой экономический эффект от внедрения одной линии равен 157,3 тыс. руб.

УДК 621.43-224.2.002.2

Особенности технологического процесса обработки ответственных отверстий в головках цилиндров ДВС

Канд. техн. наук А. Э. ИСАКОВ, Б. Р. ТЕПЕР

НИИТавтопром

ИЗВЕСТНО, что значительные резервы улучшения показателей работы ДВС кроются в совершенствовании технологии обработки деталей его систем и механизмов. В частности, от того, насколько качественно изготовлена головка цилиндров, зависит техническое состояние газораспределительного механизма двигателя при его эксплуатации, и любые нарушения этого состояния, вызванные производственными причинами, отрицательно сказываются на таких показателях работы ДВС, как расходы топлива и масла, уровень шума и токсичность отработавших газов, снижают срок службы двигателя. Вследствие этого требования к технологическим процессам и оборудованию для механической обработки головок цилиндров постоянно ужесточаются.

Особое внимание уделяется точности обработки глубоких отверстий в головке цилиндров, характеризующихся малыми допусками на отклонения их координат относительно базовых поверхностей детали. Типичный пример таких отверстий — посадочные места под клапаны. У современных ДВС, как отечественных, так и зарубежных, биение фаски седла клапана относительно продольной оси отверстия направляющей втулки клапана не должно превышать 0,03—0,05 мм для бензиновых двигателей и 0,02—0,03 мм — для дизелей. Стабильное же выдерживание таких малых допусков при обработке головок цилиндров в массовом и серийном (на ремонтных заводах) производствах, как показывает практика, — задача непростая, и ее решение во многом зависит от совершенства применяемых при обработке этих деталей технологий и оборудования.

За рубежом оборудование для окончательной механической обработки втулок и седел клапанов головок цилиндров изготавливают такие станкостроительные фирмы, как «Эрнст Краузе» (Австрия), «Рено» (Франция), КТМ (Англия), «Хюллер», «Бурр», «Альфинг», «Кросс» и «Эксцелло» (ФРГ), «Тоёда» (Япония), «Барнес Дрилл» и «Шнайдер» (США), в нашей стране — Одесский завод радиально-сверлильных станков имени В. И. Ленина, выпускающий специальные отделочно-расточные станки моделей ОС-3083, ОС-3084 и ОС-3084А.

Перечисленные выше фирмы, как правило, помимо отдельных расточных станков изготавливают и комплекты автоматизированных линий для полной механической обработки производительностью от 70 до 100 головок блока четырех-, шестицилиндровых двигателей в час (при 100% ной загрузке). На этих линиях предусматривается как одно-, так и двух-

кратная (предварительная и окончательная) обработка посадочных мест под клапаны на скоростных многошпиндельных станках с прецизионными расточными головками. Величина радиального и осевого биений шпинделей данных станков не превышает 0,002 мм.

В нашей отрасли нашла применение автоматизированная линия «Рено» типа ТМ-5 для окончательной обработки седел и направляющих втулок клапанов. В ее основе — два специальных расточных станка, имеющих по четыре прецизионных расточных головки. Линия обладает четырьмя рабочими позициями, а также позициями загрузки и выгрузки, промежуточные и контрольными. На каждом станке можно растачивать две или четыре головки блока цилиндров (в зависимости от конструкции обрабатываемой детали), причем в каждой из них одновременно обрабатывается по два или одному клапанному гнезду соответственно. Производительность линии ТМ-5 при 100%-ной загрузке достигает 80 головок блока четырехцилиндровых ДВС в час.

Конструктивно аналогичные линии, но способные работать в гибком производстве, выпускает фирма КТМ. На них можно с высокой производительностью (около 100 шт./ч) обрабатывать головки блока двух типоразмеров — четырех- и шестицилиндровых двигателей, причем при поступлении соответствующей головки на позицию обработки линия перестраивается автоматически.

Несмотря на технологические особенности и различия в конструкции образцов оборудования таких изготовителей, как «Рено», КТМ, «Эксцелло», «Хюллер» и «Бурр», общим для них является то, что окончательная обработка втулок и седел клапанов осуществляется за один установ детали (таким образом, существенно повышается ее точность), и производится она после всех других операций механической обработки головки цилиндров.

Фирмой «Эрнст Краузе» для окончательной обработки клапаных гнезд разработана специальная силовая головка мод. FE-10. В ее корпусе смонтирована прецизионная шпиндельная группа, электромеханический привод подачи и переключения пиноли. Головка закрепляется на станке расточного станка в любом положении, а привод шпинделя осуществляется, как правило, при помощи ременной передачи. Данная разработка является основой различных образцов оборудования фирмы.

Положительный опыт эксплуатации автоматизированных линий «Эрнст Краузе» для обработки головок цилиндров имеется на Ярославском моторном заводе, а также у ряда зарубежных фирм, специализирующихся на изготовлении дизелей, например, «Даймлер-Бенц», «Вольво», «Скания», MAN.

В принципе классифицировать применяемое для окончательной обработки отверстия направляющей втулки и фаски седла клапана оборудование можно по следующим признакам: способу базирования детали (по плоскости и двум отверстиям в ней или по плоскости и направляющей втулке клапана); способу формирования фаски седла (расточивание либо головкой с радиально перемещающимся резцом, либо методом врезания жесткой расточной оправкой с осевой подачей); конструкции развертки (с одной или двумя опорами: в первом случае центрирование инструмента осуществляется непосредственно по его режущей части, во втором — в конструкции станка должны быть предусмотрены кондукторные втулки для передней опоры инструмента).

Способ базирования детали оказывает большое влияние на точность ее обработки. На автоматических линиях фирм «Рено», «Хюллер», КТМ, «Экселло», а также отечественных станках мод. ОС-3083, ОС-3084 и ОС-3084А головки цилиндров базируются по плоскости стыка с блоком цилиндров и двум отверстиям в этой плоскости. Этот способ наиболее распространен при выполнении большинства операций механической обработки головок цилиндров, в том числе при обработке посадочных мест под клапаны. Однако он имеет весьма серьезный недостаток, обусловленный наличием погрешности расположения клапанных гнезд относительно базовых отверстий, величина которой может быть сравнима с величиной припуска при развертывании направляющей втулки клапана. В результате при обработке возникают неуравновешенные силы резания, вызывающие увод инструмента от первоначального направления. Более других чувствительны к неравномерности припуска развертки, которые обладают значительно меньшей жесткостью, чем расточные оправки. В итоге, особенно при однократной обработке клапанных гнезд головок цилиндров дизелей, не всегда удается обеспечить заданную точность именно по причине неравномерного припуска. Это объясняет, почему более целесообразна двухкратная обработка посадочных мест под клапаны при базировании по плоскости и двум отверстиям в ней. При однократном же растачивании фаски седла и развертывании втулки клапана обеспечить равномерность припуска на обработку можно лишь за счет снижения погрешности установки головки цилиндров.

Базирование головок цилиндров на оборудовании фирмы «Эрнст Краузе» осуществляется другим способом — по плоскости и наружной цилиндрической поверхности направляю-

щей втулки (последняя частично выступает из головки цилиндра со стороны, противоположной плоскости стыка с блоком цилиндров). Для этой цели предусмотрен специальный центрирующий стакан 1, установленный строго по оси шпинделя станка (см. рисунок). После передачи детали на позицию обработки стакан надвигается на выступающую часть втулки 2 и ориентирует головку цилиндров 3 таким образом, что продольная ось направляющей втулки и соответствующего клапанного гнезда практически совпадает с осью шпинделя станка. Таким образом неравномерность припуска на этой операции уменьшается, так как уже не зависит от точности расположения клапанных гнезд относительно двух базовых отверстий в плоскости головки. Поэтому при таком способе базирования достаточно однократной обработки. Правда, в отличие от реализованной «Рено» и другими фирмами, технология «Эрнст Краузе» позволяет обрабатывать на одной позиции только одно клапанное гнездо, и по этой причине аналогичные по производительности автоматизированные линии фирмы имеют несколько большую длину, чем, например, линия «Рено ТМ-5». Однако здесь нужно учитывать, что однократная обработка на линии фирмы «Эрнст Краузе» обеспечивает примерно такую же точность посадочного места под клапан, как двухкратная обработка на линиях «Рено», «Хюллер», КТМ, требующих (из-за применения «классического» способа базирования) увеличения числа позиций обработки в 2 раза (т.е. необходимо иметь две линии).

Следует заметить, что некоторые образцы оборудования фирмы «Эрнст Краузе», исходя из реальных условий их эксплуатации, делает в расчете на базирование деталей по плоскости и двум отверстиям.

Способ формообразования рабочей фаски седла клапана определяет шероховатость и макрогеометрию ее поверхности, в значительной степени влияет на время обработки клапанного гнезда. Обычно на седле предусматривается формообразование двух, а иногда и трех фасок, одна из которых (под углом 45°) является рабочей, а другие предназначены для стабилизации ее ширины.

Традиционно в автоматизированных линиях фирмы «Рено» и ряда других фирм на этой операции используется жесткая расточная оправка с резцами, режущие кромки которых расположены под углами, соответствующими углам фасок на седле клапана. Фаски растачиваются методом врезания с осевой подачей инструмента. Недостаток способа — копирование на их поверхности дефектов режущей кромки резцов, а достоинство — высокая производительность обработки и относительная простота инструментальной оснастки.

В автоматических линиях и станках фирмы «Эрнст Краузе» для образования фаски седла используется, как указывалось выше, специальная расточная головка 6 с радиальным перемещением резца 7 (см. рисунок). (В последнее время на подобные головки стали переходить и другие фирмы, в том числе и «Рено».) За счет радиального движения режущего инструмента обеспечиваются стабильная шероховатость поверхности фаски, прямолинейность ее профиля и точность угла наклона образующей. Однако расточные головки с радиальным перемещением резца имеют значительно более сложную конструкцию, чем обычные расточные оправки, и характеризуются очень высокими требованиями к точности изготовления. Кроме того, время обработки фасок растачиванием больше, чем при обработке способом врезания (с осевой подачей оправки).

Что касается инструмента для окончательной обработки направляющей втулки, то его конструкция также оказывает значительное влияние на точность обработки. В ряде случаев на этой операции применяются специальные двухопорные развертки, у которых передняя опора 9 расположена перед режущей частью 8, а в качестве второй опоры используется стержень 5 инструмента.

Инструмент до начала резания центрируется в кондукторной втулке 4 и стакане 1, и таким образом предотвращается радиальное смещение развертки в процессе обработки втулки 2. (Естественно, что кондукторная втулка при этом должна быть установлена строго соосно со шпинделем.)

Однако двухопорные развертки имеют ряд серьезных недостатков: низкую стойкость вследствие быстрого износа передней опоры (в центрирующий стакан она вводится вращающейся с большой частотой), высокие стоимость и трудоемкость изготовления. Кроме того, как показывает практика их применения, поломки двухопорных разверток в процессе резания случаются весьма часто из-за нарушения соосности кондукторных втулок и центрирующих стаканов, что требует дополнительного контроля и наладки оборудования.

Весьма перспективны для окончательной обработки направляющих втулок клапанов одноопорные однолезвийные (ружейные) развертки. Они менее чувствительны к неравномерности припуска, чем одноопорные многолезвийные, так как рабочая

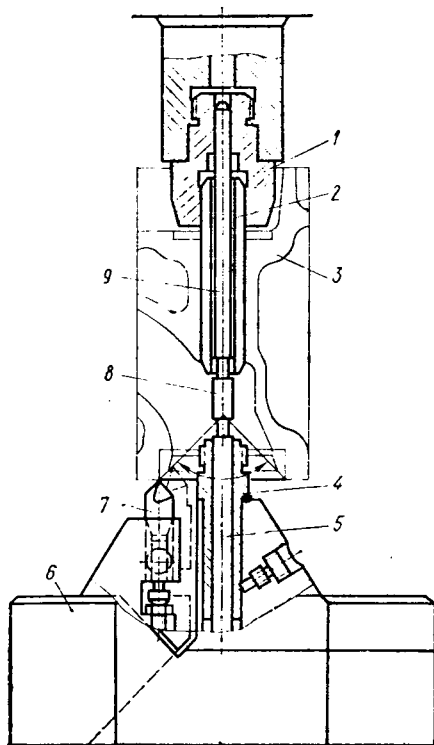


Схема обработки отверстия направляющей втулки и фаски седла клапана головки цилиндров на станке фирмы «Эрнст Краузе»

часть однолезвийных разверток помимо режущей кромки снабжена двумя направляющими «ленточками» (при помощи «ленточек» развертка центрируется не только в кондукторной втулке, но и дополнительно в обработанной части отверстия втулки клапана).

Конструкция развертки во многом определяется также способом подвода СОЖ в зону обработки. Обычно это осуществляется непосредственно через полый стержень развертки, но встречаются конструкции и с наружным подводом жидкости навстречу инструменту, как, например, на автоматических линиях фирмы «Эрнст Краузе», что, по-видимому, удешевляет саму развертку. В качестве СОЖ на рассматриваемом оборудовании используется минеральное масло.

Итак, изучив особенности различных вариантов окончательной обработки ответственных отверстий в головке цилиндров, можно наметить следующие пути повышения точности их обработки.

Применительно к направляющей втулке и седлу клапана необходимо прежде всего стремиться к обеспечению равномерного припуска при обработке ее отверстия, что может быть достигнуто базированием головки цилиндров по обрабатываемой направляющей втулке клапана и плоскости головки цилиндра. В качестве инструмента для окончательной обработки отверстия втулки целесообразно использовать однолезвий-

ные развертки с центрированием по кондукторным втулкам, запрессованным в расточные оправки (головки). Способ формообразования фасок на седлах клапанов должен выбираться для каждого конкретного случая, однако предпочтение следует отдавать способу растачивания фаски на проход радиально перемещающимся резцом, обеспечивающему стабильное качество поверхности фаски. На автоматизированных линиях при выполнении этой операции необходимо использовать прецизионные расточные головки, радиальное и осевое биение шпинделей которых не должно превышать 0,002—0,003 мм.

Эти рекомендации распространяются и на другие случаи обработки ответственных отверстий головок цилиндров: отверстий под толкатели, посадочные места под втулки и седла клапанов.

В настоящее время НИИТавтопромом проводятся работы по созданию оборудования для окончательной обработки фаски седла и отверстия направляющей втулки клапана. С учетом изложенных выше рекомендаций изготовлен специальный расточный станок мод. 2923, стабильно обеспечивающий требуемую точность обработки. На базе конструкторских и технологических решений этого станка создается гибкая автоматизированная линия модульного типа, по своим технико-экономическим показателям не уступающая лучшим зарубежным образцам.

УДК 621.833.2.002.2:621.735.043

Малоотходный технологический процесс изготовления конических колес с круговыми зубьями

Канд. техн. наук А. С. КАЛАШНИКОВ

Московский автозавод имени И. А. Лихачева

ЛЮБОЙ технологический процесс изготовления заготовок, размеры которых максимально приближены к размерам готовой детали, — это резерв экономии материалов, поэтому область применения таких процессов с каждым годом расширяется, охватывая детали все более сложной геометрической формы. В частности, конические колеса с круговыми зубьями, при обработке которых традиционными методами коэффициент использования металла, как правило, не превышает 0,5.

Так, на ЗИЛе внедрен в производство малоотходный технологический процесс изготовления ведомых конических колес ($z=25$; $m_{te}=9$ мм; $\beta_m=35^\circ$; $\alpha=20^\circ$; $b=38$ мм; $h_e=16,99$ мм) из поковки со штампованными зубьями.

Поскольку наиболее важным требованием малоотходного производства является соответствие основных параметров чертежа поковки чертежу детали, то процесс предусматривает обработку боковых поверхностей зубьев за две операции — черновую и чистовую. Припуск по профилю зуба составляет 1,3 мм на сторону и 1,0 мм по дну впадины, остальные припуски были приняты согласно обычному технологическому процессу. Но к поковкам, от качества которых зависит стабильность малоотходного технологического процесса, были предъявлены особые требования: смещение осей верхней и нижней матриц по разному в штампе не должно быть более 1 мм; разностенность — не более 2 мм; внешние дефекты — глубиной не более 0,5 мм фактического припуска на механическую обработку.

По новому процессу мерные заготовки для конических колес с круговыми зубьями нарезают из горячекатаного прутка диаметром 100 мм, нагревают в индукционных печах до температурыковки и штампуют на радиальных горячештампочных прессах усилием 40 МН. Делается это за два перехода: осадка и окончательная штамповка с формообразованием зубьев. (Осадка необходима для очистки заготовки от окалины и приближения ее диаметра к диаметру поковки). Наилучшее заполнение зубчатой матрицы на втором переходе происходит тогда, когда диаметр заготовки после осадки по своим размерам близок к диаметру поковки. Производительность штамповки — 85 шт./ч. Окончательную штамповку выполняют в штампах «замковой» конструкции, в которых линия разреза проходит по наибольшему диаметру поковки колеса. Таким образом, зубчатый венец и тело поковки образуются в различных частях штампа, сцентрированных одна относительно другой с зазором 0,3—0,4 мм, что не допускает чрезмерных их смещений по линии разреза и тем самым повышает точность поковки. Удаление облоя и прошивку отверстия в поковках с зубьями осуществляют на обрезных прессах (в комбинации с штампами).

Основной деталью ковочного штампа второго перехода является зубчатая матрица, в которой происходит окончательное формообразование зубчатого венца. Ее зубья изготавливают электроэрозионным методом, обеспечивающим высокие точностные показатели инструмента, а следовательно, и зубчатого венца (операция выполняется на копирующе-прошивочных станках мод. 4А724 и 4Е724 за одну установку при осевом поступательном движении электрода-инструмента, в качестве которого применяется зубчатое колесо, изготовленное из графита и закрепленное винтами на металлической ступице).

После электроэрозионной обработки выполняется слесарная зачистка зубчатой фигуры матрицы со снятием незначительного (0,1—0,2 мм) припуска, благодаря чему полностью удаляются все внешние неровности и достигается шероховатость поверхности $Ra=1,25$ мкм. Для получения необходимой размерной точности зубчатого венца матрицы при прожигании центрируют при помощи специального приспособления (относительно шпинделя станка) с точностью 0,1 мм по внутреннему отверстию.

Как показал опыт, наиболее благоприятным температурным режимом при штамповке зубчатыми матрицами из стали 4ХМФС является температура 420—620 К, поэтому перед штамповкой матрицы подогревают газовыми горелками до температуры более 370 К. С другой стороны, матрицы при штамповке заготовок могут перегреваться, в результате чего их стойкость резко снижается. Чтобы не допустить этого, заготовки штампуют поочередно в двух штампах. Кроме того, матрицы проходят двухступенчатое азотирование на глубину 0,15—0,20 мм (до твердости $HRC \geq 57$), благодаря чему их стойкость доведена до 2700 поковок. В то же время вязкость сердцевинной матрицы, чтобы предотвратить сколы ее зубьев при штамповке, несколько повысили (за счет снижения твердости исходной заготовки).

Качество повок конических колес с предварительно отштампованными круговыми зубьями контролируется при помощи специального приспособления индикаторного типа.

В малоотходном технологическом процессе первая (черновая) операция механической обработки является, как известно, наиболее ответственной. Поэтому выполняют ее на вертикальных многошпиндельных токарных полуавтоматах, оборудованных специальными приспособлениями, при помощи которых поковки базируются по боковым поверхностям зубьев на сферические пальцы.

На этой операции обрабатываются промежуточные технологические базы — отверстие и торцы зубчатого венца. При этом обеспечивается высокая точность расположения поверхности венца относительно боковых поверхностей зубьев. Слой

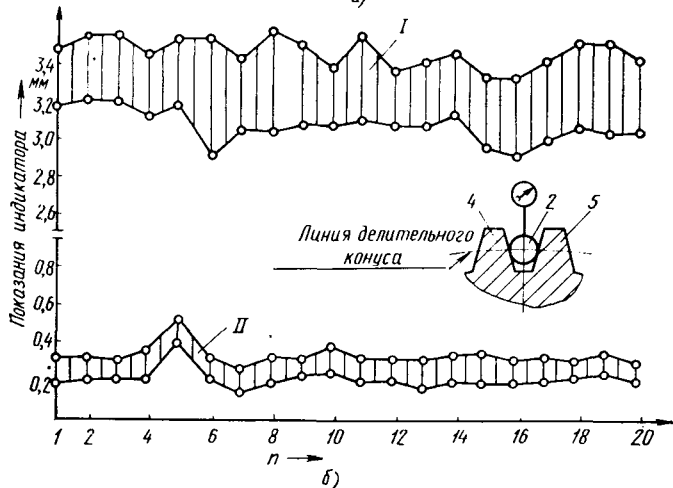
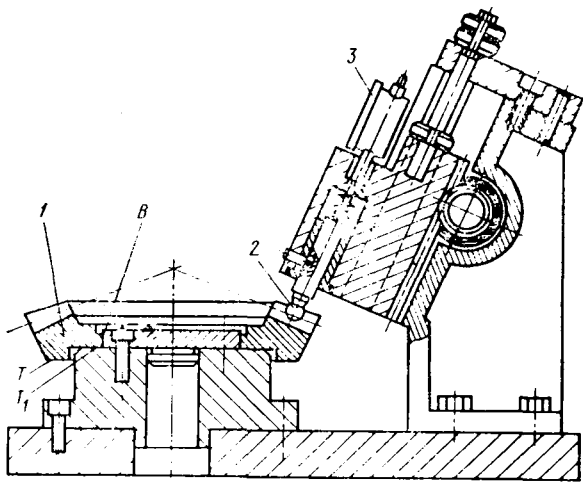


Рис. 1. Контроль параметров зубьев:

а — контрольное приспособление; б — контроль колебания припуска под зубонарезание: I — черновое; II — чистовое

металла, снимаемый с торца поковки на этой операции, в значительной степени определяет величину припуска по дну впадины и боковым поверхностям зубьев. Поэтому в начале черновой обработки новой партии деталей, а также при изменении наладки станка контролируется качество изготовления заготовок. Делается это (выборочно) и в процессе обработки одной партии заготовок.

При контроле на приспособлении, схема которого приведена на рис. 1, а, заготовку 1 базируют по обработанному отверстию В и торцу Т₁ и заглубляют сферический наконечник 2 индикатора 3, настроенного по эталонному колесу, в пять—шесть впадин зубчатого колеса, расположенных по окружности через равное число зубьев, т. е. измеряют относительную величину припуска на боковых поверхностях зубьев. Так, если индикатор показывает от 3,0 до 3,5 мм, то припуск равен 1,1—1,5 мм на сторону зуба под черновое нарезание (рис. 1, б). Под чистовое нарезание оставляют припуск 0,5 мм, что соответствует показаниям индикатора от 0,2 до 0,4 мм. (Чтобы получить объективные результаты измерения, сферический наконечник 2 должен перемещаться перпендикулярно линии делительного конуса и контактировать с боковыми поверхностями зубьев 4 и 5).

Если слой металла, снимаемый с торца Т₁ при черновой обработке, превышает требуемую величину, то припуск по боковым поверхностям и дну впадины уменьшается, что может стать причиной появления на боковых поверхностях зубьев необработанных участков («черноты»). Когда с торца Т₁ снимают минимальный припуск, то имеет место значительное увеличение припуска по зубьям и возможно также появление необработанных участков на обоих торцах (Т и Т₁).

Последующие операции технологического процесса механической обработки, как уже упоминалось, остались теми же, что и для поковок без зубьев. Исключение составляет вторая операция токарного обтачивания наружного конуса, где у поковок с зубьями имеет место прерывистое резание, снижающее стойкость, а иногда — вызывающее поломку резцов.

С переходом на малоотходный технологический процесс операции нарезания зубьев выполнять сложнее, так как зуборез-

ный инструмент обрабатывает поверхность металла, полученную непосредственно после горячей штамповки. При этом к традиционным условиям резания добавляются такие явления, как колебание припуска по боковым поверхностям и дну впадины зуба, наличие окалины и обезуглероженного слоя. Именно эти условия и потребовали проведения двух зуборезных операций: черновой (методом врезания) и чистовой (методом обкатки). Причем после черновой операции качество поверхности и точность нарезания зубьев должны быть такими же, как при традиционной обработке поковок без зубьев, что позволяет при чистовом зубонарезании получать более высокие качественные показатели конических колес с круговыми зубьями.

Так как черновое нарезание зубьев производится в заготовках с предварительно отштампованными зубьями, то в процессе обработки вращающиеся по стрелке А (рис. 2, а) резы резцовой головки 2 быстро подводят (по стрелке В) непосредственно во впадину зуба. Чтобы предотвратить поломку резцов из-за нестабильного подвода головки и неточности изготовления зубьев на поковках в момент, когда зазор между вершинами средних резцов 4 и дном впадины отштампованного зуба становится равным 1,5—2 мм, движение головки замедляют, и обработка производится (рис. 2, б) при медленной подаче врезания (по стрелке В).

Применение такого цикла обработки позволило на 30% повысить производительность черного зубонарезания по сравнению с традиционным процессом: время обработки одной впадины зуба уменьшилось с 14 до 10 с, причем время холостого хода составляет 3—4 с, а время резания — 6—7 с.

В условиях массового производства выдержать постоянную величину припуска на боковых поверхностях зубьев полученным методом горячей штамповки, практически невозможно: значительный его разброс в пределах одного оборота колеса при нарезании обычными способами вызывает отжимы на-

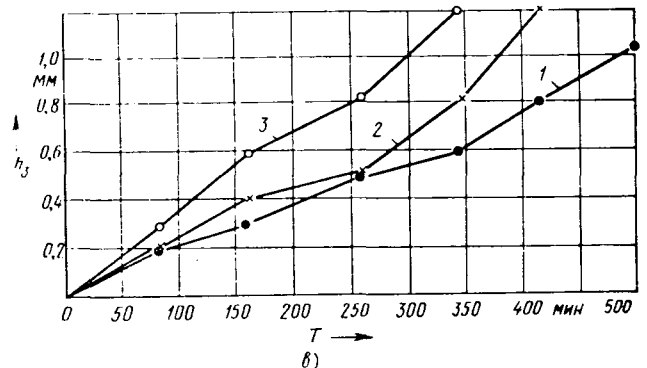
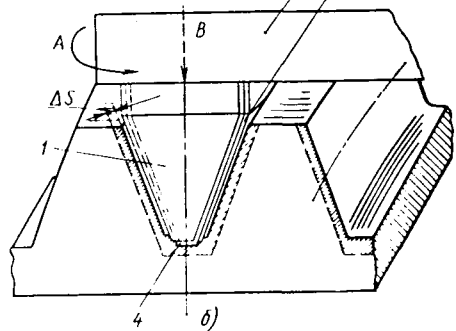
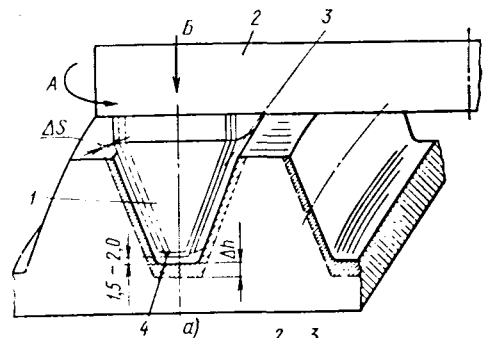


Рис. 2. Черновое нарезание конических колес:

а — быстрый подвод головки во впадину зуба; б — обработка вершинами резцов дна впадины зуба; в — график износа резцов

ружных 1 и внутренних 3 резцов, а в отдельных случаях и их поломки (рис. 2, б). Поэтому для улучшения условий чернового нарезания зубьев по новому способу при медленной подаче врезания наружные 1, средние 4 и внутренние 3 резцы начинают снимать только припуск со дна впадины зуба. После того как наружные и внутренние резцы достаточно углубятся во впадину зуба, они при медленной подаче врезания одновременно с обработкой дна впадины зуба обрабатывают и профили зубьев. В результате уменьшается радиальная сила резания, действующая перпендикулярно боковой режущей кромке, отжики и деформация резцов существенно снижаются. Но такой способ нарезания требует согласования развода резцов черновой резцовой головки и величин припусков по боковым поверхностям и дну впадины зубьев.

Сравнительные исследования режущих свойств резцовых головок при обработке новым и традиционным способами проводили на зуборезном станке мод. ZFKK 500×10 (ГДР) при скорости резания 34 м/мин и подаче — времени обработки одного зуба 10 с/зуб. Материал заготовок — сталь 18ХГТ (НВ 156—207, $\sigma_{вп}$ = 550÷720 МПа). В качестве СОЖ применяли масло индустриальное-20. Испытывали трехсторонние резцовые головки номинальным диаметром 12" (304,8 мм) типа «Рафак» с 32 резцами (16 средних, 8 наружных, 8 внутренних) и типа «Вейджак» с 36 резцами (18 средних, 9 наружных, 9 внутренних). Радиальное биение режущих кромок резцов в головках составляло 0,05 мм между соседними резцами и 0,075 мм в пределах головки, торцевое биение вершин резцов находилось в пределах 0,05 мм. Резцы изготовляли из стали P18, твердость режущих кромок HRC 62—65. В качестве критерия затупления принят износ h_z резцов по задней поверхности, равный 0,8—1,2 мм.

Кривые износа (см. рис. 2, в) резцовых головок, построенные по пяти стойкостным точкам, показывают, что стойкость резцовых головок типа «Рафак» при работе новым способом (кривая 2) в среднем на 20% выше, чем при работе такими же головками традиционным способом (кривая 3). Число обработанных деталей при этом увеличилось соответственно с 80 до 100 между переточками. При нарезании зубьев резцовыми головками типа «Вейджак» новым способом (кривая 1) стойкость между переточками в среднем составляет 126 деталей. Это объясняется большей массой и повышенной жесткостью резцовых головок типа «Вейджак».

Так как нагрев заготовок перед штамповкой осуществляется без применения нейтральной изотермической атмосферы, то на боковых поверхностях и дне впадины зубьев возможно обра-

зование окалины и обезуглероженного слоя. Окалина же, как известно, повреждает режущие кромки зуборезного инструмента (при контакте с окалиной режущая кромка выкрашивается и теряет свои режущие свойства). В связи с этим необходимо тщательно очищать поковки от окалины (например, при помощи дробеструйных машин — дробью диаметром 0,8—1,1 мм). Значительно ухудшает условия резания и обезуглероженный слой: образовавшаяся в нем ферритная структура очень вязкая, поэтому стружка налипает на режущие кромки резцов, что существенно повышает шероховатость боковых поверхностей зубьев и снижает стойкость режущего инструмента.

Всесторонние исследования малоотходного технологического процесса позволили определить обеспечиваемую им точность механической обработки. Анализ показал (см. рис. 1, б), что после токарной (черновой) обработки биение торца T становится гораздо меньше (на 0,5—0,6 мм), чем после штамповки, но последующее шлифование торца существенного влияния на точность его положения относительно зубьев не оказывает. Поэтому поковки, имеющие повышенное (1,5—2,0 мм) биение торца, исправить полностью не удается, из-за чего появляются погрешности при зубонарезании и базировании заготовки при последующей обработке. После чернового и чистового зубонарезания биение торца T зубчатого венца (0,15—0,25 мм) снижается более чем в 2 раза. Это объясняется тем, что точность поверхностей зубьев, являющихся базовыми при контроле, после нарезания значительно повышается. Повышается и точность зубьев по шагам: она становится в 5 раз и более выше, чем отштампованных. Кроме того, металл получает анизотропные свойства, его волокна располагаются направленно, повторяя очертания зуба в нормальном сечении. В результате силы, действующие в зацеплении при его работе, оказываются направленными поперек волокон, что повышает прочность зубьев. Это подтвердили испытания: прочность на изгиб у конических передач с круговыми зубьями, полученных малоотходным технологическим процессом из поковок с зубьями, в среднем на 25—30% выше, чем у передач, изготовленных традиционными методами из поковок без зубьев.

Таким образом, новый технологический процесс дает значительный народнохозяйственный эффект прежде всего за счет повышения надежности конических передач. Но он, кроме того, малоотходный. Например, на ЗИЛе благодаря ему заметно сократился расход проката легированной стали 18ХГТ, высвободились два зуборезных станка и производственные площади, уменьшился расход СОЖ и электроэнергии.

УДК 621.833.001.66:621.833-752

Зубчатые колеса повышенной вибростойкости

Акад. АН БССР В. А. БЕЛЫЙ, д-р техн. наук О. В. БЕРЕСТНЕВ, канд. техн. наук В. Е. СТАРЖИНСКИЙ

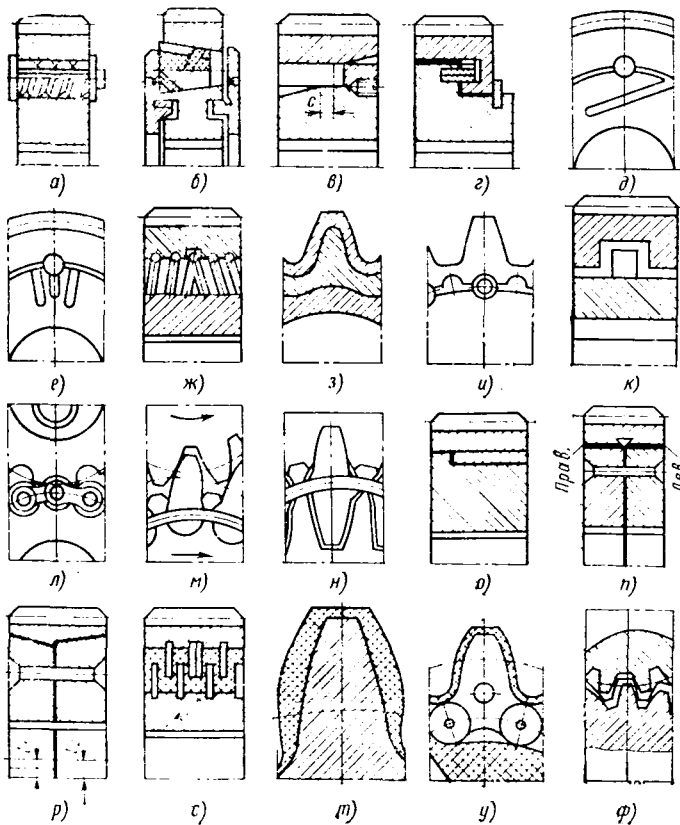
Институт проблем надежности и долговечности машин АН БССР

ПРОБЛЕМА повышения нагрузочной способности, долговечности и снижения виброакустической активности зубчатых передач машин — одна из важнейших для практики. Поэтому поиском путей снижения динамических составляющих нагрузок и уровня вибраций, генерируемых в зубчатых зацеплениях, а также разработкой методов снижения интенсивности колебаний на пути их распространения, передачи и излучения занимаются многие коллективы специалистов.

И таких путей определено достаточно много. Одним из наиболее эффективных, на наш взгляд, путей решения проблемы, причем решения комплексного, являются зубчатые колеса с элементами повышенной податливости зубьев и зубчатых венцов, а также упругими креплениями между ободьями и ступицами. В таких колесах устраняется влияние избыточных связей в зубчатых сопряжениях, снижаются динамические составляющие нагрузок и неравномерность их распределения как по длине контактных линий, так и между зубьями, улучшаются виброизоляция и демпфирование высокочастотных колебаний. Для их создания в настоящее время есть все материальные предпосылки. В частности, уже созданы материалы, обладающие высокими демпфирующими свойствами, — армированные квазимонолитные, квазислойные и порошковые металлургические, сплавы высокого демпфирования, полимеры и композиции на их основе. Причем особенно эффективны последние, так как они технологичны, обладают широким диапазоном физико-механических характеристик, высокими удель-

ными конструктивным признакам, технологическим схемам изготовления и назначению зубчатые колеса с элементами повышенной податливости можно условно разделить на пять групп: цельные, с повышенной податливостью зубьев и зубчатых венцов; составные, с упругими креплениями и повышенной податливостью зубчатых венцов; с накладными и встроенными демпферами; с промежуточными элементами в зубчатых зацеплениях; полимерные и металлополимерные. Правда, это деление во многом условно, так как одна конструкция может иметь характерные признаки нескольких групп. Их примеры показаны на рисунке.

Так, на рисунке, а приведена конструкция, в которой обод и ступица соединены при помощи равномерно расположенных по окружности разъемов цилиндрических упругих элементов. Эти элементы могут быть выполнены в виде втулок со сквозными винтовыми прорезями по длине, витых полых роликов подшипников, цельных цилиндрических роликов с продольными прорезями. Они обеспечивают венцу примерно одинаковую податливость по всей окружности. Зазоры между ободом и ступицей колеса и свободные внутренние полости упругих элементов могут быть дополнительно заполнены демпфирующим упругоподатливым материалом, например, резиной. Применение упругих втулок конусной формы (см. рисунок, б) обеспечивает дополнительную возможность регулирования жесткости упругого соединения за счет их осевого смещения в посадочных отверстиях. Одновременная затяжка всех конусных втулок выполняется при помощи двух торцевых накладных гаек.



Конструкция создает хорошие предпосылки для последующей автоматизации регулирования жесткости упругого соединения в зависимости от режима эксплуатации передачи. Составное зубчатое колесо (см. рисунок, *в*) имеет один упругий соединительный элемент в виде цилиндрического кольца, податливость которого повышена за счет прорезей, имеющих односторонний выход поочередно на оба торца колеса, а условия самоустановки обода относительно ступицы обеспечиваются конусными участками на поверхностях их сопряжения с кольцом. Соединительный упругий элемент колеса (см. рисунок, *з*) также имеет цилиндрическую форму, но в виде плоской спиральной пружины, размещенной в кольцевых эксцентричных относительно оси колеса цилиндрических канавках с равными эксцентриситетами, которые выполнены на сопрягаемых торцах обода и ступицы. Упругость соединений в зубчатых колесах (см. рисунок, *д* и *е*) обеспечивается за счет специальных осевых или радиальных прорезей в дисках ступиц или ободьев. Соединительные элементы при этом могут быть выполнены в виде полых или цельных цилиндрических роликов.

На наружной поверхности ступицы и внутренней поверхности обода колеса (см. рисунок, *ж*) нарезаны винтовые канавки, которые при сборке образуют каналы для размещения упругих элементов.

В конструкции, показанной на рисунке, *з*, промежуточный демпфирующий слой замкнут внутри профильной полости, образуемой непосредственно при штамповании или накатывании зубчатых венцов.

Конструкция составного зубчатого колеса (см. рисунок, *и*), в которой упругие соединительные элементы расположены по оси симметрии каждого зуба в его основании и под впадинами — осевые пазы, обеспечивает высокую плавность работы передачи (за счет увеличения коэффициента перекрытия, более равномерного распределения нагрузки между зубьями) и снижает ее виброактивность.

Простой в изготовлении, обладающей широким диапазоном изменения жесткости соединения «обод — ступица», является конструкция составного зубчатого колеса (см. рисунок, *к*), в которой на обращенных одна к другой поверхности сопряженных обода и ступицы выполнены кольцевые проточки и зубцы. Во впадинах между зубьями обода и ступицы располагаются вкладыши, а зазоры между сопрягаемыми поверхностями ступицы, обода и вкладыша заполняются эластичным материалом.

Для крупногабаритных тихоходных высоконагруженных силовых зубчатых передач перспективны зубчатые колеса, в которых зубья сопряженных колес контактируют через упругие ролики, размещенные во впадинах одного из колес и замкнутые вокруг него в роликую цепь (см. рисунок, *л*). Сопря-

гаемые зубчатые колеса могут быть набраны из пакетов однотипных колес-дисков, развернутых один относительно другого на определенные углы. Этим обеспечивается имитация косозубого, шевронного, арочного и других видов зацепления. Благодаря возможности довольно простой замены промежуточных роликов эта зубчатая передача обладает высокими показателями ремонтопригодности.

На рисунке, *м* и *н* показаны конструкции колес, в которых возможность упругих перемещений имеют собственно зубья, фиксируемые в гнездах при помощи кольцевых пружинных элементов. Причем во втором из колес каждый зуб снабжен резервной рабочей частью, симметричной основной относительно плоскости размещения упругого кольца.

Зубчатые колеса для передач, эксплуатация которых ведется при относительно мягких нагрузочных режимах (см. рисунок, *о—с*), имеют упругоподатливое соединение ободьев и ступиц через виброизолирующий и демпфирующий слой полимерного материала. Обеспечивая низкую виброактивность передач, указанные конструкции обладают сравнительно невысокой нагрузочной способностью. Для повышения последней необходимо увеличить суммарную площадь сцепления сопрягаемых поверхностей обода и ступицы с промежуточным слоем полимерного материала и создать такие условия, чтобы этот слой работал преимущественно на сжатие в замкнутых объемах. Такие требования хорошо выполняются за счет размещения полимерного слоя в резьбовом соединении (см. рисунок, *о* и *п*), а в колесе, показанном на рисунке, *р*, за счет того, что разъемная ступица состоит из двух дисков с разными эксцентриситетами относительно оси колеса (после сборки исключается возможность их одновременного проворачивания в полости обода и улучшаются условия работы полимерного слоя, размещенного между сопрягаемыми поверхностями). В металлополимерных зубчатых колесах (см. рисунок, *с*) условия работы соединительных (довольно объемных) полимерных вставок между венцами и ступицами облегчены при помощи встроенных стальных разрезных по радиусу колец, которые размещены поочередно в винтовых канавках на сопрягаемых поверхностях обода и ступицы.

Улучшение виброакустических характеристик зубчатых передач обеспечивается также нанесением на рабочие поверхности зубьев и дно впадины слоя полимера (см. рисунок, *т* и *у*). Облицовка наносится на одну или обе рабочие поверхности зубьев, причем для снижения напряжений, вызванных усадкой полимера, может наноситься локально (только на рабочие поверхности зубьев) и иметь (с целью выравнивания жесткости по линии зацепления) переменную по высоте зуба толщину — большую в зоне однопарного и меньшую в зоне двухпарного контакта. В качестве элементов, армирующих зубья колеса с полимерной облицовкой, может быть использована многорядная зубчатая цепь (см. рисунок, *у*).

Разновидностью описанных выше конструкций колес с полимерной облицовкой является зубчатая передача, зубья которой контактируют соответственно с внешней и внутренней поверхностями зубчатого венца, изготовленного из материала с высокими антифрикционными и демпфирующими свойствами (см. рисунок, *ф*).

Промышленное применение уже получают зубчатые колеса с увеличенной податливостью зубчатых зацеплений, дисков, ступиц и элементов в сопряжениях с валами: для их внедрения практически не требуются существенных изменений налаженных технологических процессов производства. К зубчатым колесам этой группы относятся колеса с полостями, заполняемыми эластомером на торцах зубьев, искусственными концентраторами во впадинах зубьев, повышенной податливостью шлицевого соединения колеса с валом и др.

Очевидно, что введение упругого соединения между ободом и ступицей, а также повышенная податливость зубьев и зубчатых венцов требуют корректировки их расчетов на прочность и долговечность, в частности, корректировки коэффициентов, учитывающих динамическую составляющую нагрузки, распределение нагрузки как между зубьями, так и по ширине зубчатого венца, и применяемых при расчетах зубьев на выносливость при изгибе и контактную выносливость рабочих поверхностей зубьев.

Так, поскольку для зубчатых передач с полимерными колесами характерны величины деформаций зубьев, существенно превышающие погрешности изготовления колес 8—9-й степени точности по ГОСТ 1643—81, то коэффициент распределения нагрузки между зубьями при расчете этих колес на изгиб связывается в основном с деформациями зубьев и определяется с учетом дополнительных контактов на линии зацепления. Его величина в среднем на 30—35% ниже, чем для передач с металлическими колесами. Установлено также, что нагруженность зубьев в передачах с пластмассовыми колесами, имеющими увеличенную высоту зубьев и уменьшенные углы зацеп-

ления, существенно снижается (за счет увеличения числа пар одновременно контактирующих зубьев) по сравнению с нагруженностью зубьев колес стандартного исходного контура.

При конструировании передач с составными колесами весьма ответственной является, как известно, задача определения требуемой податливости упругого соединения, исходя из заданной величины коэффициента неравномерности распределения нагрузки по ширине зубчатого венца. Расчеты, выполненные на примере конечной передачи тракторов «Беларусь», показывают, что при использовании составного колеса неравномерность нагружения по длине контактных линий уменьшается в 1,3—1,6 раза.

Рациональные величины параметров элементов упругих соединений самоустанавливающихся зубчатых колес, предназначенных для зубчатых передач, к виброакустическим характеристикам которых предъявляются повышенные требования, рекомендуется выбирать по критериям максимально достижимого снижения динамических составляющих нагрузки, виброактивности зубчатой пары и динамической системы передачи в целом. Возможна, например, приближенная сравнительная оценка виброактивности динамических систем зубчатых передач по критерию, основанному на сопоставлении собственных форм колебаний их элементов на собственных частотах. Этот критерий можно назвать критерием ожидаемого снижения уровня виброактивности зубчатых передач. Расчеты по указанному критерию дают результаты, хорошо согласующиеся с экспериментальными данными. Например, для конечных передач трактора МТЗ-80 расчетная величина снижения виброактивности равна 1,6, эксперимент дал снижение среднеквадратичных значений виброускорений в подшипниковых узлах в 1,5—2 раза.

При конструировании самоустанавливающихся зубчатых колес большое внимание необходимо уделять обеспечению технологичности конструкций, выбору рациональных технологических схем изготовления, создающих предпосылки для их широкого промышленного применения и обеспечивающих дополнительное повышение нагрузочной способности и долговечности передач в стадии их производства. На завершающей стадии конструирования для наиболее ответственных передач, кроме того, следует производить прогнозирующие расчеты, выполняемые по известным методикам (например, по методике, рекомендованной ГОСТ 21354—75) с привлечением уточненных зависимостей для определения коэффициентов, учитывающих динамическую составляющую, неравномерность распределения нагрузки и др., и проводить экспериментальные исследования по определению достигаемого в результате применения самоустанавливающихся зубчатых колес повышения нагрузочной способности и долговечности.

Учитывая взаимное влияние эксплуатационных повреждений зубьев (усталостный излом, контактные разрушения или износ рабочих поверхностей зубьев) при расчетном прогнозе суммарного увеличения долговечности передачи или возможного повышения ее нагрузочной способности при использовании самоустанавливающихся зубчатых колес по сравнению с обычными, следует ориентироваться на преобладающий вид повреждений или использовать соответствующее меньшее из отношений расчетных значений ресурсов долговечности самоустанавливающихся и обычных колес. Для расчета самоустанавливающихся зубчатых колес на прочность и долговечность разработан соответствующий математический аппарат, методики и программы расчета на ЭВМ.

Сравнительные стендовые испытания на шум и виброактивность различных зубчатых колес — металлических, полимерных, металлополимерных с полимерной облицовкой и составных показали, что наиболее эффективное снижение шума и вибраций обеспечивают полимерные колеса (по шуму — при крутящих моментах ≤ 50 Н·м и частоте вращения ≤ 1000 мин⁻¹): уровень вибраций у них на 16—20, а шума на 2—7 дБ ниже. У составных колес и колес с полимерной облицовкой общий уровень вибраций ниже на 6—21, а общий уровень шума — на 2—3 дБ. При работе без смазки металлополимерные зубчатые колеса передают в 1,2—1,5 раза большую нагрузку, чем смазываемые передачи с зубчатыми колесами из текстолита, капролона или полиамида П-6. При испытаниях со смазкой нагрузочная способность зубчатых колес с облицовкой из полипропилена была в 1,8 раза выше, чем у зубчатых колес из полиамида П-610; при работе без смазки металлополимерные зубчатые колеса с облицовкой из полиамида П-610 кратковременно передают нагрузку в 2—2,5 раза более высокую, чем цельнолитые.

Результаты сравнительных испытаний самоустанавливающихся и серийных зубчатых колес показывают, что у первых меньше (1,05—1,15 вместо 1,7—2,1) коэффициенты неравномерности распределения нагрузки по длине контактных линий, в 1,2—1,4 раза выше пределы контактной и изгибной выносливости зубьев, в 1,5—2,5 раза выше долговечность и износостойкость рабочих поверхностей. Отношение нагрузочной способности колес с полимерной облицовкой к нагрузочной способности самоустанавливающихся колес составляет $(2 \div 4) / (7 \div 15)$. Линейная интенсивность изнашивания полимерных зубчатых колес и колес с облицовкой при работе без смазки составляет $(1 \div 1,7) \cdot 10^{-7}$, со смазкой — $(0,4 \div 1,3) \cdot 10^{-7}$.

Зубчатые колеса повышенной виброустойчивости находят широкое применение на различных предприятиях. Реальный годовой экономический эффект от внедрения зубчатых колес с элементами повышенной податливости составляет более 2 млн. руб. Он образуется за счет снижения себестоимости изготовления, повышения долговечности колес, замены дорогостоящих материалов менее дорогими.

ИНФОРМАЦИЯ

НА ВДНХ СССР

УДК 621.7.04+658.274

ЭКОНОМИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ

ТЕХНИЧЕСКИЙ прогресс невозможен без новых процессов, машин и оборудования. Поэтому сейчас, после известных решений апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС, ускоренными темпами идет пополнение станочного парка автозаводов новыми специальными и агрегатными станками, станками с ЧПУ, комплексами станков с ЧПУ, управляемых от ЭВМ. Разрабатываются и внедряются новые технологические процессы, повышающие производительность труда, качество выпускаемой продукции и дающие значительный экономический эффект не только в серийном, но и в ремонтном производстве.

Например, с целью увеличения эксплуатационной стойкости деталей карьерных автомобилей-самосвалов, боль-

шой грузоподъемности на Белорусском автозаводе внедрен процесс газотермического нанесения покрытий (рис. 1). Он может также применяться при восстановлении и упрочнении деталей машин, работающих в условиях трения скольжения.

Технология нанесения покрытий предусматривает следующие операции: подготовка поверхности, нанесение покрытия типа ПГ-СР, оплавление этого покрытия, механическая обработка и контроль качества. Годовой экономический эффект — 150 тыс. руб.

Для упрочняющей обработки деталей, работающих в условиях интенсивного изнашивания, воздействия знакопеременных нагрузок, в коррозионных средах, на Ярославском моторном и Кустан-

ском автомобильном заводах применяется процесс кратковременного газового азотирования, являющийся разновидностью процесса азотирования. Обработка деталей производится в атмосфере аммиака и углеродсодержащих газов в интервале температур 770—920 К в течение 4—10 ч. В результате износостойкость и противозадирные качества обработанной поверхности повышаются в 2—3 раза, усталостная прочность — в 1,5—2 раза, теплостойкость — до 770—820 К, коррозионная стойкость — в 2—3 раза, долговечность — в 1,5—2 раза. Экономический эффект составил 100—150 руб. на 1 т обработанных деталей.

Для механизации зачистных операций

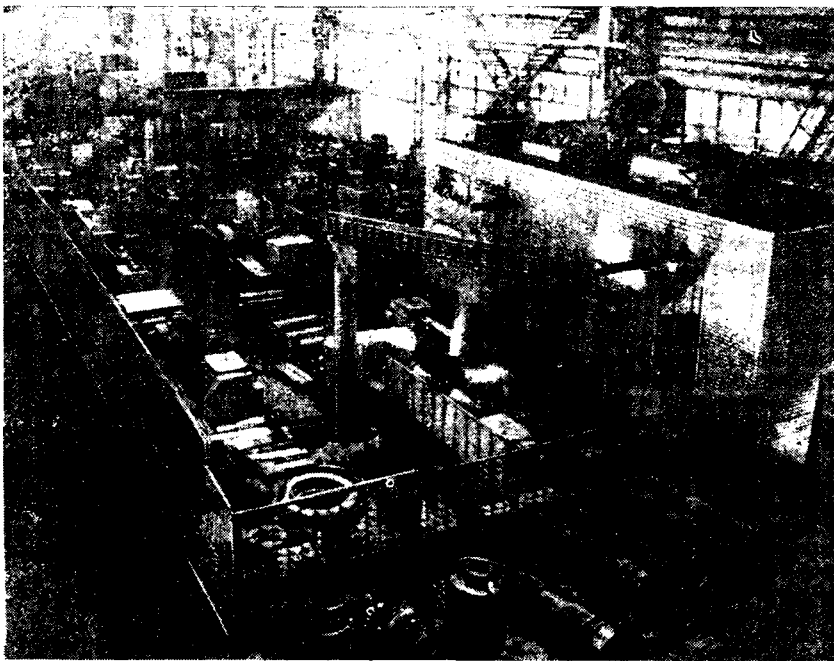


Рис. 1

ИИИТавтспромм разработан технологический процесс удаления заусенцев термоэнергетическим методом. Его можно использовать при обработке деталей из стали, цинкоалюминиевых сплавов, латуни, чугуна, имеющих сложную конфигурацию с труднодоступными внутренними полостями, глухими и пересекающимися отверстиями малого диаметра.

Удаление заусенцев толщиной до 0,15 мм происходит под действием тепловой волны (температура 2770—3270 К), возникающей при горении смеси кислорода и водорода. Образующиеся окислы удаляются в 15—18%-ном кислотном растворе.

Применение процесса позволяет в 6—8 раз повысить производительность труда, улучшить качество обработки деталей, снизить в 5 раз трудоемкость их зачистки, высвободить 6—7 рабочих (при внедрении одной установки), повысить культуру производства.

Новый процесс внедрен на Димитровградском автоагрегатном заводе имени 50-летия СССР, Владимирском заводе «Автоприбор», АТЭ-1 и др. Установки (рис. 2) выпускаются серийно Мелитопольским моторным заводом, и каждая дает годовой экономический эффект 30—35 тыс. руб.

В централизованном заточном отделении Минского автозавода внедрен процесс абразивно-электрохимической обработки твердосплавного и быстрорежущего инструмента. Сущность процесса заключается в совмещении электрохимического растворения поверхностного слоя металла и его механического съема алмазным кругом, в результате чего снижается температура в зоне резания, полностью отсутствуют прижоги и трещины на режущих кромках инструмента. Количество металла, снимаемое электрохимическим растворением, составляет 10—80% общего объема (в зависимости от выбранных режимов затачивания).

Абразивно-электрохимическая обработка инструмента осуществляется на станке мод. ЗА64Д алмазными кругами

на металлической токопроводящей связке МО20. При этом обеспечивается бесприжоговая обработка инструмента, что увеличивает его стойкость.

Годовой экономический эффект от внедрения процесса — 300 тыс. руб.

Такой же экономический эффект дает процесс переработки ластообразных отходов лакокрасочных материалов, внедренный на Запорожском автозаводе «Коммунар» и Кутанском автозаводе.

Техническая характеристика оборудования

Производительность (переработка отходов), т/год	300
Занимаемая производственная площадь, м ²	180—200
Подача насоса, л/мин:	
краски	114
растворителей	500
Объем бака, м ³ :	
мешалки	0,9
краскомершалки	0,9
для растворителя	0,4
Расход растворителей на 100 кг отходов, кг	50—100
Выход генерированной краски на 100 кг сухих отходов меланоалкидных материалов, кг	150—200

Внедрение технологии переработки отходов и получения краски, пригодной к дальнейшему использованию, позволяет экономить значительное количество дефицитных лакокрасочных материалов.

Вильнюсский завод «Коммунарас» внедрил гибкую технологическую бескопирную систему обработки деталей сложного профиля — поршней ДВС, роторов, кулачков, массивных сепараторов полишпиков. Параллельно системы на обработку других деталей осуществляется путем замены зажимных и резцовых блоков.

В отличие от копирного метода, данная система обеспечивает более высокие показатели точности геометрической формы профиля и размерной точности деталей. Так, погрешность геометрической формы профиля поперечных сечений поршней в 2—2,5 раза ниже, а размерная точность в 1,5—2 раза выше, чем при копирной обработке.

Экономический эффект от внедрения

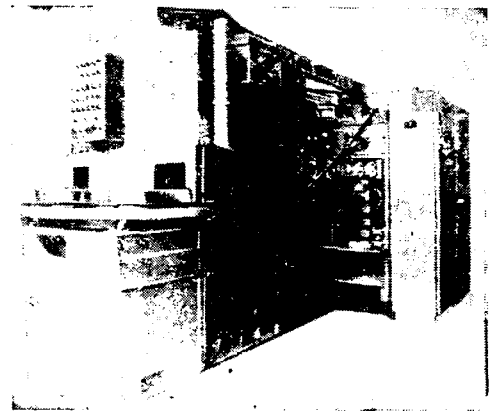


Рис. 2

системы (примерно 4 млн. руб. в год) можно получить уже на стадии конструктивной разработки и доводки оптимальных профилей деталей в результате того, что не требуется изготовление дорогостоящих копиров и резко сокращается время доводки агрегатов автомобиля. При массовом производстве экономический эффект обеспечивается более высокой производительностью системы, которая благодаря отсутствию инерционности в 2—3 раза выше, чем у станков, работающих по копирному методу.

Значительный экономический эффект (46 тыс. руб. в год) получают на Кременчугском автозаводе имени 50-летия Советской Украины благодаря внедрению трехпозиционного станка-автомата для накатывания поверхностей шаровых пальцев.

Работает станок следующим образом. При нажатии кнопки «Цикл» транспортер с заготовками перемещается на один шаг. На первой позиции манипулятор подает деталь в зону обработки на ложементы приспособления. Накатная головка, опускаясь, освобождает деталь и прижимает ее к приводному ролику, который, вращаясь, накатывает заданную поверхность. Затем обработанную деталь манипулятор переносит на транспортер. Поскольку его перемещение на один шаг составляет 1/3 расстояния между накатными головками, то обработка на второй позиции начинается через три цикла, а на третьей — через шесть циклов после обработки на

Техническая характеристика автомата

Производительность, шт./ч	150—350
Диапазон обработки, мм:	
диаметр сферы	25—80
наибольшая длина	250
Манипулятор:	
горизонтальное перемещение, мм	250
вертикальное перемещение, мм	200
усилие схвата, Н	350
число точек позиционирования при горизонтальном и вертикальном перемещении	3
Механизм обработки деталей:	
число рабочих позиций	3
усилие накатывания, Н	2000—40 000
скорость накатывания, м/мин	60
подача, мм/об	0—1,5
время обработки врезным методом, с	0—10
Вместимость транспортера-накопителя, дет.:	
до обработки	4
после обработки	4
Мощность, кВт:	
главного привода	1,5×3
гидропривода	2,2
привода системы смазки	0,15
Габаритные размеры, мм	1700×2200×2190
Масса, кг	4340

первой позиции. Далее обработка ведется на трех позициях одновременно, по индивидуальной программе для каждой. В результате — шероховатость поверхности $Ra = 0,63 \div 0,16$ мкм; поверхностный слой металла упрочняется на глубину до 1,5 мм.

Большая работа по созданию прогрессивных методов и инструментов для обработки гладких, цилиндрических и резьбовых отверстий проведена в МАМИ, НИИТавтопроме и на ЗИЛе. В результате существенно усовершенствован процесс протягивания (за счет чередования воздействий фрезанием и холодным пластическим деформированием), созданы новые конструкции

прошивок, которые обеспечивают (при обработке, например, коромысла клапана) повышенные производительности труда в 2 раза, стойкости инструмента — в 5—10 раз, сокращение припуска на обработку — в 2 раза. Все это достигнуто благодаря замене деформирующих элементов скольжения элементами качения, улучшению схемы обработки и исключению выкружки на режущих зубьях.

Среди других новшеств — конструкции метчиков, также созданы на ЗИЛе, которые обеспечивают повышение точности обработки резьбы в 2 раза и более; резьбонакатные головки, не только повышающие ка-

чество обработки, но и способствующие экономии материала, так как инструмент работает по методу безотходной технологии; для финишной обработки резьбы — устройство, которое можно встраивать в автоматические линии.

Суммарный экономический эффект от внедрения новых методов обработки и инструментов составляет 100 тыс. руб. в год.

Перечисленные новинки — лишь часть внедренного нового. Однако даже эта часть в сумме уже дает значительный, достигающий нескольких млн. руб. эффект. Поэтому их более широкое распространение — требование дня.

НОВЫЕ НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 629.113.001.4

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЕЗДОВОЙ ЦИКЛ

В НАСТОЯЩЕЕ время при испытаниях АТС широко применяются методы, обязательными элементами которых являются оценка по городскому ездовому циклу (при испытаниях на токсичность) и по двум ездовым циклам — городскому и магистральному (при испытаниях на топливную экономичность). В основу их положены предписания либо Правил № 15 ЕЭК ООН (европейский городской ездовой цикл, постоянные скорости 90 и 120 км/ч), либо Стандарта США (цикл LA-4 и «хайвэй», т. е. соответственно городской и магистральный), либо другие национальные требования, как, например, в Японии.

Однако в последнее время специалисты большинства стран отмечают не объективность существующих испытательных ездовых циклов, так как изготовители автомобилей стремятся обеспечить наилучшие показатели их работы именно на регламентируемых режимах, иногда в ущерб другим, не подлежащим проверке. Понятно, что при несоответствии регламентируемых режимов типичным эксплуатационным проверка может принести больше вреда, чем пользы: ведь «нереальный» ездовой цикл не позволяет точно прогнозировать свойства АТС, в частности, их влияние на степень загрязнения воздуха в городе отработавшими газами, а следовательно, принимать объективное решение при необходимости ужесточения требований соответствующих стандартов, правильно выбирать и настраивать противотоксичные устройства.

Например, практика многолетних испытаний по ездовому циклу Правил № 15 ЕЭК ООН показала, что получаемые результаты по расходу топлива значительно отличаются от величин, имеющих место в реальной эксплуатации. Причина этого заключается в том, что данный ездовой цикл построен на основе статистических данных по режимам работы легковых автомобилей в центрах старых крупных городов Европы (Рим, Париж, Милан и т. д.) в период 1965—1970 гг. и не учитывает произведенных за два десятилетия усовершенствований конструкций автомобилей, изменения дорожной сети большинства крупных городов. Именно поэтому в последнее время в ряде европейских стран ведутся работы по мо-

дернизации ездового цикла Правил № 15 ЕЭК ООН. Более того, делаются попытки создать единый ездовой цикл для оценки токсичности и топливной экономичности в городских условиях, приемлемый как для стран Европы, так и для США. Это, в частности, ездовой цикл, разработанный фирмой «Фольксваген».

В нашей стране работы по созданию ездовых циклов имеют давнюю историю. Известны циклы «малая роза» и «большая роза» в Москве, циклы, имитирующие характер движения в ряде других крупных городов СССР, а также на основных магистралях. Но немногие из них были стандартизованы, в связи с чем они либо использовались весьма ограниченно, либо не применялись совсем. Наибольшее же распространение, в основном из соображений обеспечения конкурентоспособности отечественных автомобилей, у нас получил ездовой цикл Правил № 15 ЕЭК ООН для испытаний на токсичность, стандартизованный в СССР ОСТ 37.001.054—74. Однако в силу причин, указанных выше, этот цикл не отражает объективно режимы движения автотранспорта и в городах СССР. В частности, получаемые по нему расходы топлива выше имеющих место в реальной эксплуатации в Москве на 15—20%.

Исследования, некоторые результаты которых приведены в данной статье, имели конечной целью разработку рекомендаций по созданию единого ездового цикла для оценки токсичности и топливной экономичности автомобилей вместо цикла, предписанного Правилами № 15 ЕЭК ООН. Для этого было произведено сравнение нагрузоч-

ного и скоростного режимов работы легкового автомобиля (массой 1130 кг) и его двигателя (рабочим объемом 1500 см³), а также топливной экономичности при испытаниях по различным ездовым циклам в стендовых условиях и на городском маршруте в Москве.

Результаты этого этапа исследований (средние величины параметров, характеризующих режимы работы автомобиля) приведены в таблице и на рис. 1.

Сравнительный анализ распределенных исследуемых параметров (см. рис. 1, а и б) свидетельствует о наличии у всех ездовых циклов общих закономерностей, обусловленных характерными признаками транспортного потока в городских условиях. Так, распределения частоты вращения коленчатого вала имеют два преимущественных диапазона работы — холостого хода и средней частоты вращения. Однако относительные величины исследуемых параметров в этих диапазонах существенно отличаются, что является следствием различия режимов работы автомобиля в рассматриваемых циклах.

Для циклов LA-4 и «Фольксваген» характерно хорошее совпадение распределения параметров с реальным городским движением в диапазоне скоростей до 60 км/ч, но поскольку в них предусмотрено движение и с более высокими (до 90 км/ч) скоростями, то по средним значениям параметров эти циклы все же явно отличаются от реальных условий.

Обращает на себя внимание полное несоответствие скоростного режима работы двигателя в европейском ездовом цикле другим циклам, вызванное

Ездовой цикл или маршрут	Осредненные параметры двигателя, характеризующие режимы движения автомобиля			Скорость движения, км/ч	Расход топлива, л/100 км	Число переключений на 100 км пути
	Мощность, кВт	Крутящий момент, Н·м	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹			
Европейский	6,9	42,7	1671,5	22,0	10,35	720,8
Американский (LA-4)	9,6	45,1	1984,6	32,7	9,2	642,4
«Фольксваген»	9,3	45,6	1937,3	30,2	10,4	587,9
Типичные маршруты движения по Москве	8,7	50,0	1528,7	26,4	9,3	843,6
Экспериментальный	8,3	48,1	1501,3	25,4	9,8	811,2

слишком продолжительным временем работы в диапазоне выше средней частоты вращения коленчатого вала. Это различие обусловлено интенсивным использованием третьей передачи и полным игнорированием четвертой, что является явным и неоправданным искажением характерных режимов работы

Рис. 1. Распределение частоты вращения коленчатого вала (а) и расхода топлива по скорости движения (б) при испытаниях автомобиля по различным ездовым циклам:

1 — европейскому; 2 — на типичном маршруте движения в Москве; 3 — экспериментальному; 4 — американскому (LA-4); 5 — «Фольксваген»

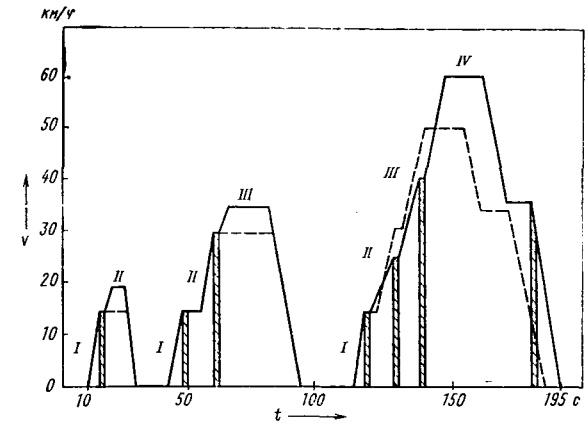
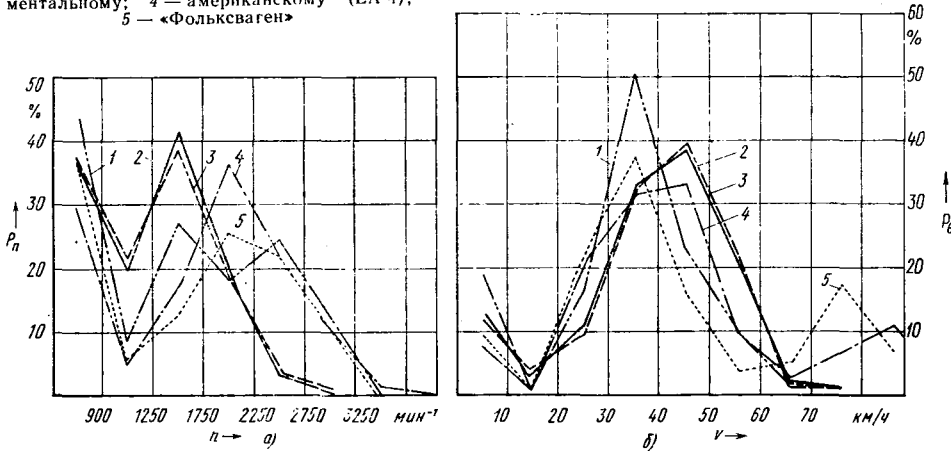


Рис. 2. График экспериментального ездового цикла: I, II, III, IV — передачи; заштрихованные зоны — паузы, в течение которых переключаются передачи

В связи с этим специалисты ЦНИАП НАМИ исследовали возможность уточнения графика движения легкового автомобиля при испытаниях на токсичность и топливную экономичность с целью его приближения к реальным условиям эксплуатации. В результате разработан экспериментальный ездовой цикл (рис. 2), отличающийся от принятого ОСТ 37.001.054—74.

топлива; для упрощения процедуры испытаний и математической обработки их результатов режимы цикла выбраны фиксированными по скорости (постоянные) или ускорению (переменные); продолжительность цикла принята такой же, как и у европейского, т. е. 195 с (в отличие от него экспериментальный цикл не заканчивается работой двигателя в течение нескольких секунд на холостом ходу после остановки автомобиля), чтобы максимально использовать имеющуюся исследовательскую аппаратуру.

Анализ параметров экспериментального цикла, приведенных в таблице, показывает, что он в достаточной степени отражает реальные условия движения на типичных маршрутах Москвы как по режимам работы двигателя и трансмиссии, так и по получаемому расходу топлива. Были проведены испытания по данному циклу (для сравнения его с другими) легковых автомобилей трех моделей, в результате которых обнаружено, что при езде по экспериментальному циклу расходы топлива у них на 6—18% ниже, чем по европейскому, и на 10—20% выше, чем при испытаниях по циклам LA-4 и «Фольксваген». При этом имели место небольшие, по сравнению с другими циклами, увеличения выбросов окиси углерода и окислов азота — соответственно на 0—60 и 3—20% выше, чем, например, по европейскому. (Это объясняется увеличением количества отработавших газов при испытании по экспериментальному циклу из-за наличия в нем дополнительных режимов разгона.) Выбросы же углеводородов при испытании по экспериментальному циклу находились на одинаковом, по сравнению с европейским циклом, уровне или на 10—15% ниже.

Таким образом, при испытаниях автомобилей по экспериментальному циклу создаются более жесткие условия с точки зрения соблюдения норм токсичности отработавших газов, чем по применяемому в настоящее время европейскому. С учетом этого разработанный цикл можно рассматривать в качестве одного из вариантов замены действующего ныне испытательного цикла Правил № 15 ЕЭК ООН для оценки как токсичности, так и топливной экономичности автомобилей категорий M_1 (легковые) и N_1 (грузовые на базе легковых) в городских условиях. Применение такого цикла для оценки более тяжелых АТС нецелесообразно ввиду того, что режимы их движения в транспортном потоке значительно отличаются от режимов, характерных для легковых автомобилей.

Кандидаты техн. наук А. П. ГУСАРОВ, В. Ф. КУТЕНЕВ, В. В. ОСЕПЧУГОВ
Центральный научно-исследовательский автополигон НАМИ

автомобиля в городском транспортном потоке. Такой режим возможен только в экстремальных условиях, возникающих в ограниченный период времени — часы «пик». Перечисленные особенности европейского ездового цикла обусловили существенное отличие получаемых при его использовании показателей топливной экономичности от результатов испытаний по другим циклам и в реальном движении по городу (см. таблицу).

При построении графика соблюдались следующие условия: максимальная скорость движения автомобиля выбиралась в пределах установленной Правилами дорожного движения для улиц городов, т. е. 60 км/ч; при выборе режимов цикла предпочтение отдано наиболее неблагоприятным по токсичности отработавших газов и расходу

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НУЖД ОТРАСЛИ

УДК 621.74.06:629.113.002

НОВЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ МАШИНЫ

СПЕЦИАЛИСТЫ заводов и институтов Минавтопрома проводят значительную работу по созданию и освоению высокопроизводительного и надежного в эксплуатации литейного оборудования, а также оборудования для автоматизации трудоемких процессов.

Примером может служить разработанная НИИЛПАвтопромом

ная машина мод. 4939. (см. рисунок). Она предназначена для изготовления блоков цилиндров автомобильных двигателей из алюминиевых сплавов и оснащена автоматическим съемником отливок, совмещенным с механизмом протяжки верхнего стержня; имеет бесступенчатое регулирование формодержателей. В машине применены системы автоматического регулирования времени отверждения отливки и водяного охлаждения формодержателей на поддоне, что



способствует повышению надежности ее работы.

Техническая характеристика машины

Производительность, заливок/ч 8—10
Масса порции заливаемого сплава, кг 60
Габаритные размеры, мм 3600×2700×3560
Масса (с оснасткой), т 20

Машина внедрена на Ульяновском моторном заводе с экономическим эффектом 78,4 тыс. руб. в год.

Отраслевые НИИ разрабатывают не только новые машины, но и новые технологические процессы и оборудование с оснасткой для осуществления этих процессов.

Так, НИИТавтопром и ЗМЗ созданы технология, специальные машина и пресс-формы, позволяющие (впервые в нашей стране) получить литьем под низким давлением такую сложную деталь, как головка блока цилиндров.

Новизна этой технологии состоит в том, что жидкий сплав заливают не в одну точку полости формы, а в несколько (через несколько литниковых отверстий), благодаря чему структура отливки заметно улучшается.

Машина для получения этих отливок включает двухгнездный кокильный станок, пресс-формы, раздаточную печь низкого давления и два пластинчатых транспортера. Ее компоновка облегчает обслуживание, пополнение сплавом и простановку стержней. Благодаря одновременному заполнению двух пресс-форм достигается высокая производительность.

Изготовление головок блоков цилиндров новым способом позволяет, по сравнению с литьем в кокиль, умень-

шить в 2 раза потребность в жидком сплаве, автоматизировать тяжелые ручные операции заливки металла и извлечения горячей отливки.

Техническая характеристика машины

Производительность, отливок/ч 20—24
Привод Пневмогидравлический
Вместимость печи, кг алюминия 750
Температура сплава, К 970—1020
Наибольшее избыточное давление воздуха в печи, МПа До 0,1
Габаритные размеры, мм 7320×8285×3879
Масса с оснасткой, т 24

Распространение процесса на полную программу выпуска головок блоков цилиндров позволит Заволжскому моторному заводу имени 50-летия СССР экономить в год 500 т алюминия; 5 млн. кВт·ч электроэнергии; высвободить 50 рабочих. Общий экономический эффект по заводу составит 1 млн. руб.

Новый технологический процесс и оборудование созданы и для получения заготовок распределительного вала двигателя автомобиля «Москвич». Отливка должна иметь дифференцированные по профилю и сечению структуру и твердость (вершины кулачков — более 48 HRC, а тыльная поверхность и осевой части отливки — менее 300 HB), которые обеспечивают хорошую обрабатываемость заготовки, высокие износостойкость и надежность детали (гарантированный ресурс в двигателе до восстановления — не менее 200 тыс. км). Эти качества достигнуты за счет применения облицованного кокиля с необлицованными участками различной тол-

щины, получаемыми по специальной оснастке при высоком уровне автоматизации процесса, а также металлургической обработки расплава.

Техническая характеристика кокиля

Число отливок в форме 8
Толщина облицовки, мм 0—8
Стойкость, съёмов Не менее 20 тыс.
Габаритные размеры, мм 1000×1000×
×200/200
Масса, кг 1500

Технологический процесс литья распределительных валов в облицованные кокили снижает (на 20%), по сравнению с литьем в песчано-глинистые формы с вставными холодильниками, припуски на механическую обработку и допуски на массу заготовки; повышает размерную точность до 1—2 класса; в 12 раз уменьшает расход формовочных материалов и на 30% — трудоемкость обрубных и очистных работ. Достигается это за счет повышения уровня механизации и автоматизации процесса и улучшения санитарно-гигиенических условий труда.

Технологический процесс разработан НИИСЛом совместно с МАМИ, Научно-исследовательским институтом технологии и организации производства двигателей и Верхнесалдинским металлургическим производственным объединением имени В. И. Ленина (на чугунолитейном заводе последнего он и внедрен).

Годовой экономический эффект — 1,1 млн. руб. (из них более 700 тыс. руб. — при литье заготовок и более 400 — при механической обработке).

УДК 621.73.073.002.2:621.74

ЛИТЫЕ КУЗНЕЧНЫЕ ШТАМПЫ

ПРЕДПРИЯТИЯ ОТРАСЛИ, как известно, уделяют много внимания новым технологическим процессам; способствующим повышению эффективности, экономичности, долговечности и надежности выпускаемых автотранспортных средств. Но новые технологии требуют, как правило, и нового оборудования. Его, особенно специальное, создают специалисты заводов и отраслевых НИИ. И практика свидетельствует, что очень часто они находят нетрадиционные, прогрессивные решения.

В качестве примера такого решения можно привести кузнечные штампы, предназначенные для горячей штамповки деталей на ковочных кривошипных штамповочных прессах усилием 16, 25 и 40 тыс. кН: их изготавливают литьем из экономнолегированной стали 5ХНМАФЛ методом литья в формы из циркониевого песка и пульвербакелита. В результате рабочая поверхность штампов оказывается весьма точной, с незначительной шероховатостью. Механически обрабатывать приходится только три посадочные стороны штампа, а его рабочую поверхность достаточно зачистить шлифовальной машинкой (припуск — 0,3 мм).

Сталь, используемую для литья штампов, легируют литьем азотированным феррохромом ФХ015Н2 и феррованадием: при помощи первого вводят (за 5—

10 мин. до начала разливки) атомарный азот в количестве 0,01%; второго — ванадий в количестве 0,1—0,12% (за 2—5 мин до начала разливки). Добавки азота и ванадия существенно изменяют дендритную структуру (происходит дисперсное нитридванадиевое упрочнение), повышают трещино- и отпускоустойчивость, увеличивают ее прочность и ударную вязкость стали.

Температура закалки штампов — 1210—1230, отпуска — 890—900 К (для штампов из стали 5ХНМ — соответственно 1110 и 810 К).

Литые штампы из стали 5ХНМАФЛ имеют, по сравнению со штампами из стали 5ХНМ, следующие преимущества: их теплостойкость на 90—100 К выше (остаточное содержание алюминия в стали после раскисления — не более 0,03%), ресурс в 1,5—2 раза больше (8—10 тыс. съёмов с одного комплекта); для их изготовления не нужны электроимпульсные копировально-прошивочные и копировально-фрезерные станки, отработавшие штампы можно повторно использовать для плавки стали, причем нитриды при переплавке сохраняются.

Разработчики технологий: плавки стали 5ХНМАФЛ — институт проблем литья АН УССР, литья в формы — НИИТавтопром.

Технология получения литых кузнеч-

ных штампов внедрена на заводе карданных валов имени XXV съезда КПСС, г. Херсон.

На этом же заводе внедрен процесс изготовления литых кузнечных штампов и разъемных матриц из стали 30Х6МАФЛ, предназначенных для безотходной (безоблойной) горячей штамповки деталей карданных валов на кривошипных горячештамповочных прессах усилием 16 и 25 тыс. кН. Изготавливают штампы с дисперсным нитридванадиевым упрочнением по той же технологии; что и рассмотренные выше штампы, но азота в них вводят 0,07, а ванадия — 1,2%. Другие при этом и режимы термообработки: закалка — с температуры 1420 К и трехкратный отпуск при 860 К.

Сталь 30Х6МАФЛ хорошо поддается низкотемпературному азотированию и нитроцементации; причем литые штампы и матрицы нитроцементируются на глубину 0,3—0,4 мм, не растрескиваясь.

Стойкость штампов и матриц из стали 30Х6МАФЛ вдвое выше, чем аналогичные оснастки из стали ДИ-23 (за год их эксплуатации случаев образования трещин не отмечено). Кроме того, они в 2 раза дешевле, чем штампы, изготовленные из стали ДИ-23.

Разработчик технологии плавки — институт проблем литья АН УССР.

50-КУБОВЫЕ МОТОТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

В НАСТОЯЩЕЕ время за рубежом наиболее распространены как по объему выпуска, так и по типуажу являются мототранспортные средства класса до 50 см³: в 1982 г., например, на их долю приходилось около 40% (свыше 5 млн. шт.) общего выпуска. Наибольшее их количество выпускает Япония (табл. 1), которая, кстати, является рекордсменом и по числу находящихся в эксплуатации мопедов, мотоциклов и мотороллеров данного класса (около 3,5 млн. шт.).

Таблица 1

Страна-изготовитель	Выпуск по годам, тыс. шт.			
	1976	1979	1981	1982
Япония	1 475 000	2 190 200	3 034 340	3 388 100
Италия	752 300	805 700	876 600	687 000
Франция	1 017 900	749 200	486 370	500 340
Австрия	189 700	194 600	270 000	232 190
Китай			100 000	100 000
ФРГ	242 000	194 500	128 440	76 820
Итого	4 394 700	4 829 200	5 705 150	5 681 210

В странах Западной Европы ежегодно их изготавливается около 1,2 млн. шт. и импортируется около 500 тыс. шт. Значительное количество ввозится на рынки США (150 тыс. шт.). Но большая часть поставок легких мототранспортных средств — из Японии: мировой рынок, можно сказать, наводнен японскими моделями всех типов. Другие ведущие изготовители — фирмы Австрии, Италии и Франции — экспортируют лишь по 100—180 тыс. шт. изделий этого класса. Почти прекратила вывоз подобных мотоизделий ФРГ — ее экспорт составляет 5 тыс. шт. в год.

Экономический кризис начала 80-х годов привел к резкому падению спроса на мотосредства вообще и класса до 50 см³ в частности. В результате, например, европейский рынок оказался затоваренным мопедами и мофа: с 1978 г. продажа мопедов снизилась на 32%. Способствовало этому и введение в западно-европейских странах льготного законодательства для класса легких мотоциклов с рабочим объемом двигателя до 80 см³.

Тем не менее выпуск мотосредств класса до 50 см³ продолжается. Сейчас выпускается около 700 моделей и модификаций, что в какой-то степени помогает решению проблемы сбыта, хотя полностью ее не решает.

Основными типами мототранспортных средств в классе до 50 см³, выпускаемых в настоящее время за рубежом, являются мопеды, мотоциклы и мотороллеры. (Мопеды с ограничением скорости до 25 км/ч в ФРГ называют «мофа», а до 40—45 км/ч — «мокик».) Причем во всех типах в начале 80-х годов обозначилась тенденция к увеличению числа моделей «мини», характеризующимся небольшими (от 8 до 12 дюймов) колесами, уменьшенными габаритными размерами и массой.

Как отмечалось выше, класс мотосредств с двигателями рабочим объемом до 50 см³ характеризуется большим числом моделей и модификаций, но основные способы разнообразия типажа у большинства фирм аналогичны и в основном сводятся к варьированию технических и эстетических параметров. Это хорошо видно из табл. 2, где приведены особенности модификаций мофа и мокиков, выпускаемых разными фирмами.

Аналогичная картина наблюдается и в выпуске мотороллеров, где фирма «Хонда», например, на базе мотороллера «Такт» выпускает четыре модификации, отличающиеся мощностью двигателя, массой и некоторыми другими параметрами.

Рассмотрим основные типы мототранспортных средств, выпускаемых в этом классе.

Мопеды. В целях сохранения рынков сбыта все фирмы пересматривают традиционную концепцию мопеда, более гибко формируют типаж, смелее используют современные технические решения.

Так, на всех мопедах используется одноцилиндровый двухтактный двигатель, мощность которого ограничивается конструктивно. Его охлаждение в основном воздушное, встречным потоком воздуха. Лишь на четырех новых моделях мопедов выпуска 1982—1983 гг. фирмы «Бета», «Пух» и «Малагути» применили жидкостное охлаждение. И это, скорее всего, не техническая тенденция, а дань моде, желание соединить изящество с атрибутами спортивности. Ограниченно применяются лепестковый клапан на впуске (только фирмы «Малагути», «Соло», «Пежо») и дисковый золотник (фирма «Джилера»). Цилиндры двигателей изготавливаются из легкого сплава, их рабочая поверхность хромируется.

Еще в конце 70-х годов на мопедах преобладало механическое переключение передач, однако сейчас 80% из них имеет автоматическое (посредством автономного для каждой передачи автоматического сцепления). Более того, по французскому законодательству все мопеды и мотовелосипеды с 1980 г. должны иметь именно автоматическое переключение передач. Коробки передач — чаще всего одноступенчатые, хотя есть фирмы, применяющие многоступенчатые коробки передач (до трех — четырех ступеней) и вариаторную трансмиссию.

Ограниченно используется дисковый тормоз, установка которого не диктуется технической целесообразностью.

Широкое распространение с начала 80-х годов получили литые колеса, придающие мопеду или мотовелосипеду элегантный вид: они устанавливаются более чем на 50% моделей мопедов и на 30% — мотовелосипедов.

Из сказанного следует, что решения «большого» мотоцикlostроения в последние годы стали проникать и в эту группу мототранспортных средств, т. е. если простота конструкции, низкая стоимость долгие годы считались характерными признаками мопедов и мотовелосипедов, то сейчас начались отклонения от этого правила в целях создания престижных моделей.

Так, в 1983 г. фирма «Малагути» предложила новый мопед модели «Фифти Топ», в котором сочетаются классические линии и современные технические решения. На нем установлен новый двигатель «Морини» со спортивной характеристикой, жидкостным охлаждением термосифонного типа и пластичным клапаном на впуске. Для устранения вибрации радиатор подвешен на трех резиновых фитингах. Задняя подвеска — с моноамортизатором. Передний тормоз — дисковый, с отверстиями в диске для лучшего охлаждения и снижения массы. Рукоятки и рычаги управления отличаются хорошей отделкой. Приборный щиток укомплектован тахометром, спидометром, сигнальными лампами указателей поворота и резерва топлива.

Расширение спроса на мотороллеры стало причиной появления мопедов с элементами мотороллерной компоновки и техническими параметрами, аналогичными параметрам мотороллеров. В качестве примера можно привести мопеды «Карен» и «Чали» фирмы «Хонда». Мощность их двигателя увеличена до 2,2—2,4 кВт. На них установлены типично мотороллерные колеса, на модели «Карен» использован вариатор, на «Чали» — трехступенчатая коробка передач.

Современные требования безопасности и дизайна явились причиной особого внимания изготовителей к дополнительному

Таблица 2

Фирма и страна	Модель или модификация	Отличительные особенности
«Чиматти», Италия	«Кайман Супер-25» (мофа)	Скорость 25 км/ч, ручной пуск двигателя, трехступенчатая коробка передач
	«Кайман Супер-40» (мокик)	Скорость 40 км/ч, пуск кикстартером, четырехступенчатая коробка передач, мощность двигателя 3 кВт при 6000 мин ⁻¹
«Кондор», Италия	K-874 (мофа)	Одноступенчатая автоматическая коробка передач, спицевые колеса
«Агратти-Гарелли», Италия	K-7276 (мофа)	Двухступенчатая коробка передач с ручным переключением, литые колеса
	«Европа-25 N» (мофа)	Спицевые колеса, одноместное седло
	«Европа-25NL» (мофа)	Литые колеса, двухместное седло
KTM, Австрия	«Европа-25NLX» (мофа)	Литые колеса, одноместное седло, указатели поворотов, улучшенная окраска
	505 L (мофа)	—
	505LS (мофа)	Улучшенная отделка
«Пух», Австрия	«Макси L» (мофа)	Спицевые колеса, одноступенчатая автоматическая коробка передач
	«Макси S2» (мофа)	Литые колеса, двухступенчатая коробка передач
	«Макси SL2» (мофа)	Литые колеса, двухступенчатая коробка передач, багажник
	«Макси S» (мофа)	Литые колеса, одноступенчатая коробка передач
	«Макси SL» (мофа)	Литые колеса, одноступенчатая коробка передач, багажник

оснащению и многостилевому исполнению мопедов. Например, та же фирма «Малагути» еще в 1982 г. первой из итальянских фирм предложила рынку мопед «Кастм», выполненный в стиле «кюппер». Мопед имеет хорошие эстетические формы, отделку, максимально оснащен дополнительными принадлежностями, улучшающими безопасность его эксплуатации.

Стремление сохранить покупательский спрос на мопеды среди подростковой категории покупателей отчетливо просматривается на изготовленном в Бельгии по лицензии фирмы «Хонда» мопеде РХ-50S. Внешние формы этого мопеда близки к формам мотоциклов фирмы, на нем установлены электропуск, лепестковый клапан, автоматическое сцепление, применена раздельная система смазки, приборный щиток укомплектован тахометром и спидометром в блоке.

Мотоциклы без ограничения скорости класса до 50 см³ находятся, видимо, накануне исчезновения из программы выпуска: например, западно-европейские изготовители уже переориентировались на класс 80 см³, а японские выпускают их лишь для внутреннего рынка. Правда, то, что предлагается, выполнено на высоком техническом уровне, с использованием прогрессивных решений. Например, на всех моделях, исключая некоторые модели фирмы «Хонда», устанавливаются одноцилиндровый двухтактный двигатель мощностью от 3,8 до 7,2 кВт, пяти-, шестиступенчатая коробка передач. Около 70% моделей изготавливается с литыми колесами и дисковыми тормозами, на 30% моделей применяется жидкостное охлаждение. Фирма «Хонда» на своих моделях 1983 г. применяет систему подпрессоривания «Про Линк» с одним амортизатором, дисковые тормоза с гидроприводом и литые колеса. На модели MBX-50 фирма впервые оснастила двигатель балансировочным валом. Мотоцикл RG-50 «Гамма» фирмы «Судзуки» оборудован двухтактным двигателем мощностью 5,3 кВт с жидкостным охлаждением, системой «Повер Рид» с пластинчатым клапаном в картере, которая обеспечивает двойное управление впуском — при помощи юбки поршня по классической схеме и клапана в картере, пропускающего часть потока газа по специальному каналу непосредственно в картер. На модели установлены также задняя подвеска «Фулл Флоатер» с одним амортизатором, передняя вилка с антиклевковой системой, рама коробчатого сечения.

Мопеды (микромотоциклы с ограниченной скоростью) сейчас пользуются меньшим спросом, чем, скажем, в 1982 г. Поэтому на рынок поставляются в основном старые модели, и лишь немногие (французские и итальянские) фирмы предложили в 1983—1984 гг. новые модели. В частности, расширила ассортимент фирма «Мотобекан» (Франция). Модели выпускаются как в варианте для хороших дорог, так и для бездорожья. Двигатель — одноцилиндровый, двухтактный, воздушного охлаждения (на некоторых моделях — жидкостное охлаждение). Исполнение экипажной части зависит от назначения модели, поэтому на моделях для хороших дорог часто устанавливаются литые колеса и дисковые тормоза, а для бездорожья — спицевые колеса и барабанные тормоза.

Дополнительное оснащение выполняется в соответствии с современными требованиями безопасности.

Мотороллеры. На выпускаемых моделях наибольшее распространение получили именно двигатели рабочим объемом до 50 см³. В этом классе изготавливается свыше 40 моделей, в том числе в Японии — около 30 (объем выпуска — свыше 2,5 млн. шт.). Например, фирма «Хонда» выпускает пять модификаций мотороллера «Такт», «Ямаха» — пять модификаций

мотороллера «Пассола». В частности, для рынка ФРГ изготавливаются мотороллеры с ограниченными мощностью двигателей и скоростью.

Все современные мотороллеры имеют высокий уровень автоматизации управления, электропуск, раздельную систему смазки, одноцилиндровые двухтактные двигатели мощностью от 1,7 до 4 кВт. Широко используется вариаторная трансмиссия (более 50% моделей). Но особенно большое внимание улучшению показателей мотороллеров уделяют японские фирмы. Они применяют экономичные двигатели, имеющие устройства, облегчающие их пуск и снижающие расход топлива. Например, двигатель мотороллера «Джемма» фирмы «Судзуки» оснащен карбюратором с трехрежимным устройством автоматического дозирования топлива: в течение 5—10 с после пуска подается обогащенная смесь, затем подача топлива скачкообразно уменьшается вдвое и после непродолжительной выдержки — снова уменьшается. Термокомпенсация этого устройства осуществляется при помощи тепловой трубы, один конец которой крепится к цилиндру двигателя, второй — к термочувствительному элементу, который воздействует на плунжер регулятора расхода воздуха.

Масса японских контроллеров зависит от дополнительного оснащения и стиля исполнения и в пределах даже отдельных модификаций может отличаться на 5—10 кг. Что же касается моделей, то она изменяется в пределах 39—75—86 кг.

Высокий технический уровень характеризует не только японскую, но и европейскую мотороллерную продукцию. Если, например, старые модели «Веспа» фирмы «Джилера Пьяджо» характеризовались архаичностью внешних форм, то модели выпуска 1982—1983 гг. выполнены на высоком техническом и эстетическом уровне. В качестве примера можно назвать мотороллер GSA-50 этой фирмы, где широко использованы облицовочные панели из термопластических полистиролов и полипропиленов. Каждый элемент, изготовленный из пластмассы, имеет гарантию 6 лет. Они легко снимаются и комбинируются. Кроме того, в мотороллере применены вращающийся золотник на впуске, автоматическое сцепление, вариаторная трансмиссия, задняя подвеска с моноамортизатором, литые колеса и др.

Мини-транспортные средства имеют спрос среди различной категории покупателей, изготавливаются с использованием компонентов всех перечисленных выше типов транспортных средств. Отличаются уменьшенными габаритными размерами, небольшими колесами и массой. Изготовители при создании таких транспортных средств ориентируются на их использование в различных дорожных условиях, а также на возможность перевозки в багажнике автомобиля. Технические параметры мини-транспортных средств находятся на достаточно высоком уровне и практически не отличаются от параметров мопедов и микромотоциклов.

Таким образом, в классе мототехники с двигателями рабочим объемом до 50 см³ спрос на некоторые ее типы несколько уменьшился, на мотороллеры — расширился. Что касается технического и технологического исполнения отдельных узлов и деталей, то их уровни заметно повысились, в частности, появилось много дополнительного оборудования. В целом можно сказать, что по техническим параметрам и эстетическому оснащению 50-кубовые мототранспортные средства становятся в один ряд с мототехникой более высоких классов.

А. С. КУЗНЕЦОВА

КРИТИКА и БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 629.113(05).079.5

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

В редакцию поступают письма, авторы которых — читатели журнала — задают вопросы, касающиеся сравнительно новой формы научной информации — депонирования статей. Ниже приводятся основные из этих вопросов и ответы на них.

Вопрос. Редакция журнала осуществляет депонирование некоторых из поступающих в ее адрес статей. Отличается ли их юридический статус от статуса статей, депонированных другими учреждениями и организациями?

Ответ. Нет, не отличается. Как и всякая депонированная статья, она приравнивается к статье опубликованной. Не отличается и порядок прохождения рукописи: статья депонируется только при наличии документации, подтверждающей возможность публикации, и поло-

жительного заключения специалиста данной отрасли науки и техники. Организацию рецензирования осуществляет редакция, после чего редколлегия журнала принимает решение о депонировании рукописи.

Вопрос. Какова цель публикации в журнале рефератов статей, депонированных редакцией?

Ответ. Публикация реферата позволяет информировать читателей журнала о содержании основных научных идей, изложенных в депонированной статье,

МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Редколлегия журнала
«АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

**РАЗРЕШАЮ
НА ДЕПОНИРОВАНИЕ**

Зам. главного редактора _____

УДК

И. И. Иванов, П. П. Петров

АВТОМОБИЛЬ КАК ОБЪЕКТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Авторы: _____ (И. И. Иванов)
_____ (П. П. Петров)

МОСКВА 198

МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Редколлегия журнала
«АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

УДК

И. И. Иванов, П. П. Петров

АВТОМОБИЛЬ КАК ОБЪЕКТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

МОСКВА 198

Приложение 3 (для статей без рис.)

УДК

Автомобиль как объект прогнозирования. Иванов И. И., Петров П. П.; Ред. ж. «Автомобильная промышленность». — М., 1985. — 12 с. — Библиогр. 11 назв. — Рус. — Деп. в НИИНавтопроме

Приложение 4 (для статей с рис.)

УДК

Автомобиль как объект прогнозирования. Иванов И. И., Петров П. П.; Ред. ж. «Автомобильная промышленность». — М., 1985. — 12 с.: ил. — Библиогр. 11 назв. — Рус. — Деп. в НИИНавтопроме

Автомобильная промышленность, 1986, № 1

следовательно, расширить круг потребителей этих идей — в том числе за счет практических работников отрасли.

Вопрос. Каковы сроки публикации в журнале рефератов депонированных статей?

Ответ. Спустя 3—4 месяца после утверждения рукописи на депонирование главным редактором журнала.

Вопрос. Отличаются ли требования к оформлению рукописей, направляемых на депонирование через редакцию, от требований, изложенных в «Инструкции о порядке депонирования...»?

Ответ. Общие требования не отличаются. Что касается частных, то они есть.

1. В редакцию представляются три идентичных по тексту экземпляра статьи, в том числе два, напечатанных через копирку.

2. К трем экземплярам статьи нужны титульные листы: в двух экземплярах (см. приложение 1) и в трех экземплярах (см. приложение 2). Номер страницы на титульном листе не ставится, заглавие статьи на второй странице рукописи не приводится.

3. Все страницы рукописи, кроме титульного листа (он считается первой страницей), нумеруются сверху, в середине строки. Ставится цифра без тире, т. е. 2, 3 и т. д. (но не —2—, —3—). Последовательность непрерывной нумерации: основной текст рукописи (начиная со страницы, следующей за титульным листом); страницы со списком литера-

туры; страницы с рисунками; страницы с подписями к рисункам.

4. Основной текст рукописи, список литературы и подписи к рисункам должны быть напечатаны через два интервала на односортной бумаге стандартного формата, с соблюдением полей. Ссылки в тексте на рисунки и таблицы должны быть продублированы на полях соответствующих страниц. Текст на иностранных языках может быть или впечатан, или вписан от руки; формулы — полностью от руки, черными чернилами или черной тушью.

5. В списке литературы по каждому источнику указываются его выходные данные. Для журнальных статей: фамилия, инициалы автора, название статьи, через точку и тире — название журнала, год издания, номер и страницы, на которых статья опубликована; для книг: фамилия и инициалы автора, название книги, город, в котором книга издана, название издательства, год издания, том и общее число страниц в книге.

6. Рисунки и фотографии наклеиваются на отдельные листы (можно по несколько штук на один лист). Под каждым рисунком и фотографией на машинке печатается номер рисунка в тексте статьи.

7. Экземпляры статьи, направляемые в редакцию, авторами не подписываются.

8. К рукописи прилагаются: шесть экземпляров библиографических карточек (см. приложения 3, 4), отпечатанных через два интервала на бумаге формата 12,5×7,5 см, из них три — первых; четыре экземпляра реферата, из них два — первых. Реферат должен уместиться на одной странице, начинаться словами (заглавие): «Депонированная рукопись». Затем следует — с красной строки — библиографическое описание рукописи, краткое изложение содержания рукописи и подписи всех авторов статьи.

Поправка. В № 12 — 1985 г. под иллюстрациями следует читать: на стр. 5 «В. М. Нефедов», на стр. 6 «И. И. Гольд-блат».

Художественный редактор А. С. Вершинкин

Технический редактор Е. П. Смирнова

Корректор О. Е. Мишина

Сдано в набор 06.11.85 Подписано в печать 09.01.86.
Печать высокая Усл. печ. л. 5,0. Усл. кр.-отг. 6,0.

T-04814

Уч.-изд. л. 8,37.

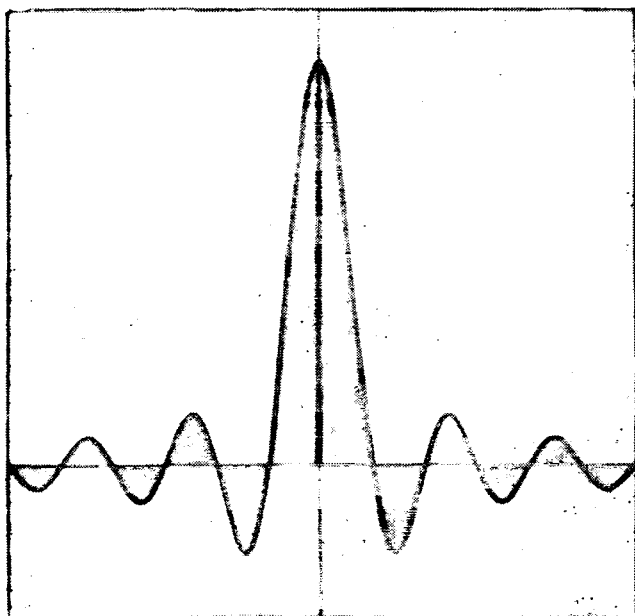
Тираж 11901 экз.

Формат 60×90/16
Зак. 499.

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

Подольский филиал Волжского государственного комитета по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 142110, г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ЭВМ



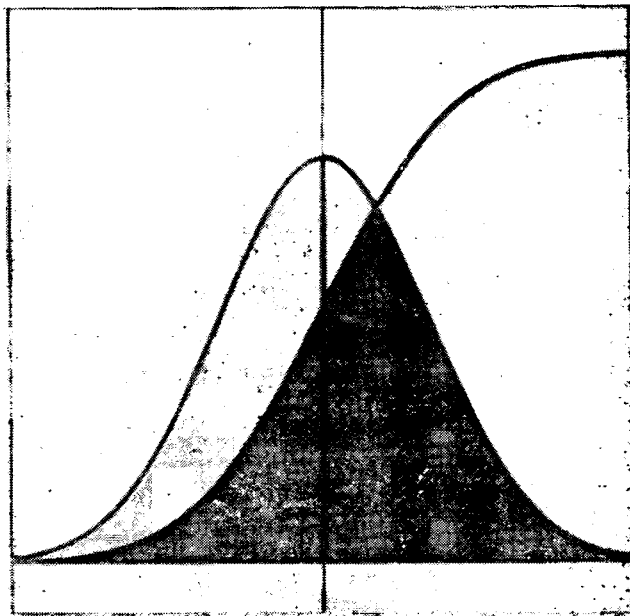
Программы по анализу экспериментальной информации могут быть использованы для ускоренной обработки информации, получаемой при полевых испытаниях тракторов и других машин, стендовых испытаниях их узлов и агрегатов, а также в автоматизированных системах управления экспериментом. В результате повышается качество анализа экспериментальной информации, создаются математические модели исследуемых объектов, используемые в дальнейшем для прогнозирования и оптимизации. Для упрощения и ускорения процесса обработки данных создана ведущая (организующая) программа, автоматизирующая вызов часто применяемых модулей пакета.

Программы по расчету и прогнозированию надежности и долговечности тракторов предназначены для обработки результатов завершенных и незавершенных испытаний, а также другой информации о надежности тракторов. В результате вычисляются показатели надежности, затраты на поддержание в работоспособном состоянии конструкций, оптимизируется долговечность элемента по технико-экономическому критерию и расходу запасных частей; создается возможность обоснованного технико-экономического нормирования показателей надежности для готовящихся к выпуску машин, а также прогнозирования ряда показателей надежности машин.

Программы пакетов написаны на языке ФОРТРАН, что позволяет использовать их на любой ЭВМ, имеющей соответствующий транслятор.

Предлагается техническая документация на пакеты программ, включающая описания алгоритмов определения искомых показателей, распечатки программ и контрольные примеры с результатами счета.

По техническим вопросам обращаться в научно-производственное объединение по тракторостроению — НПО «НАТИ» по адресу: 125040, Москва, ул. Верхняя, 34.



Программы для анализа экспериментальной информации могут быть использованы для ускоренной обработки информации, получаемой при полевых испытаниях тракторов и других машин, стендовых испытаниях их узлов и агрегатов, а также в автоматизированных системах управления экспериментом. В результате повышается качество анализа экспериментальной информации, создаются математические модели исследуемых объектов, используемые в дальнейшем для прогнозирования и оптимизации. Для упрощения и ускорения процесса обработки данных создана ведущая (организующая) программа, автоматизирующая вызов часто применяемых модулей пакета.

Программы по расчету и прогнозированию надежности и долговечности тракторов предназначены для обработки результатов завершенных и незавершенных испытаний, а также другой информации о надежности тракторов. В результате вычисляются показатели надежности, затраты на поддержание в работоспособном состоянии конструкций, оптимизируется долговечность элемента по технико-экономическому критерию и расходу запасных частей; создается возможность обоснованного технико-экономического нормирования показателей надежности для готовящихся к выпуску машин, а также прогнозирования ряда показателей надежности машин.

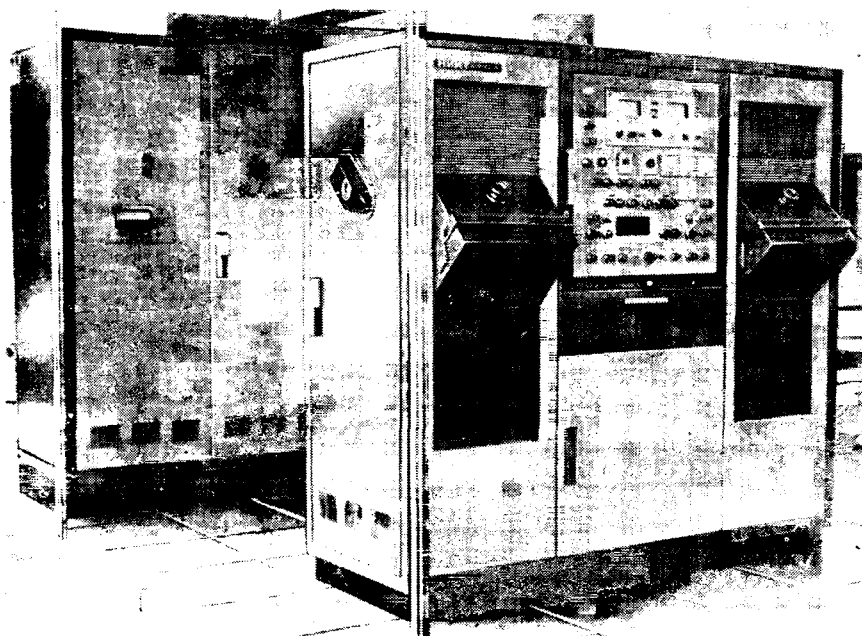
Package programs are written in FORTRAN which allows to use them in any computer having a FORTRAN compiler.

Technical documentation for package program, including description of algorithms for determination of desired indices, program listings and control examples with counting results is available.

For technical information apply to the Research and Development Association for Tractor Industry NPO «NATI», Verkhnyaya st., 34, Moscow 125040.

COMPUTER APPLIED PROGRAMM PACKAGES

«ПУСК-83» —



установка для плазменно-вакуумного нанесения износостойких покрытий из металлов и их соединений на рабочие поверхности металлообрабатывающих инструментов и деталей машин.

Установка «Пуск-83» значительно, по сравнению с установкой «Пуск-81», усовершенствована:

улучшена компоновка, в 2 раза уменьшена площадь, необходимая для ее размещения; дополнительное оборудование размещено в двух шкафах вместо пяти;

полностью автоматизирован технологический процесс (подача рабочего газа, поджиг дуги, чередование циклов технологического процесса); за счет улучшения конструкции узлов и систем повышена их надежность;

применен вакуумный эрозионный плазменный ускоритель нового типа; введен электропривод для подъема крышек рабочих камер; время выхода на режим предельного вакуума в рабочих камерах заметно сокращено;

введено поворотное смотровое окно, обеспечивающее удобство контроля температуры покрываемых изделий при помощи пирометра.

Покрытия на изделия наносятся при температуре не выше 623—773 К (350—500°C). Их толщина составляет 3—15 мкм.

Техническая характеристика установки

Число камер	2
Рабочий объем одной камеры, л	70
Технологическое пространство одной камеры, мм	200×300×400
Продолжительность вакуумного цикла, мин	20—30
Предельный вакуум, Па	$6 \cdot 10^{-4}$
Максимальное напряжение, В	1200
Потребляемая мощность, кВт	15
Занимаемая площадь, м ²	30
Масса, кг	2200

Установка и метод обеспечивают высокое качество покрытий; повышают стойкость инструмента (при нанесении износостойкого покрытия нитрида титана — не менее чем в 2 раза), а также надежность деталей машин и долговечность их декоративных элементов и других обработанных изделий; экономят дефицитные материалы; увеличивают производительность и улучшают условия труда.

Дополнительную информацию можно получить в НИИТавтопроме по адресу: 115148, Москва, пр. Андропова, 30/6.