



ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 330.322.013

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

Канд. экон. наук **КАЛМЫКОВ Ю.П., ТЮТЮННИК И.Г.**
Финансовый университет

Рассмотрены вопросы повышения научно-технологических конкурентных преимуществ предприятий и организаций автомобильной промышленности. Дается анализ форм государственной поддержки по выводу на рынок принципиально новых видов автомобильной техники. Большое внимание уделяется отраслевому планированию, формированию Стратегии развития отрасли на период до 2025 года. Важное место занимают меры по улучшению использования производственной мощности и организации освоения автокомпонентов.

Ключевые слова: промышленность, автомобилестроение, инновации, федеральный бюджет, государственная поддержка, производственные мощности, автокомпоненты, стратегическое планирование, риски, финансовые и регулятивные инструменты.

Kalmykov Yu.P., Tyutyunnik I.G.
**WAYS TO INCREASE COMPETITIVENESS DOMESTIC
AUTOMOTIVE INDUSTRY**

The issues of increasing the scientific and technological competitive advantages of enterprises and organizations of the automotive industry are considered. The analysis of the forms of state support for the introduction of fundamentally new types of automotive equipment to the market is given. Much attention is paid to industry planning, the formation of an industry development strategy for the period up to 2025. An important place is taken by measures to improve the use of production capacity and the organization of the development of automotive components.

Keywords: industry, automotive industry, innovation, federal budget, state support, production capacities, auto components, strategic planning, risks, financial and regulatory tools.

Автомобильная промышленность играет исключительно важную роль в современной мировой экономике. Она обеспечивает развитие национального и

международного автомобильного транспорта, оказывает непосредственное воздействие на внедрение инновационных технологий, является одним из основных и постоянных потребителей продукции многих других ключевых отраслей промышленности (нефтехимической, металлургической, текстильной, станкостроительной, электротехнической и др.), а также является показателем жизненного уровня населения на основе такого параметра, как платежеспособность. Неслучайно страны-лидеры мирового автомобилестроения — США, Германия, Англия и Франция занимают также лидирующие места по уровню и показателям социально-экономического развития. До 25—30 % экономического роста развитых стран в отдельные периоды истории приходилось на автомобилестроение.

В связи с этим в Основных направлениях деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2024 года от 29 сентября 2018 г. (далее — ОНДП), принятых во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года N 204, записано, что Правительство Российской Федерации примет активные меры по стимулированию развития высокотехнологичных отраслей, к которым относится... транспортное машиностроение. Особое внимание будет уделяться поддержке высокотехнологичных автомобильных компаний, занятых решением ключевых задач, предусмотренных в ОНДП, а именно: по освоению и выводу на рынок принципиально новых видов автомобильной техники; послепродажному обслуживанию колёсных транспортных средств; созданию необходимой инженерной и транспортной инфраструктуры.

Достижение перечисленных и других ключевых задач развития российской экономики во многом будет определяться использованием форм государственной поддержки, которые в большинстве своём подразделяются на финансово-кредитные и организационно-управленческие. Первые, исходя из названия, оказывают воздействие на объект поддержки с помощью финансовых (как правило, предоставляемых на безвозмездной основе, чаще всего, в форме субсидий) или кре-

дитных (возмездного, но на более льготных условиях по сравнению с общерыночными) инструментов.

Организационно-управленческие меры включают многообразный перечень непосредственного содействия институционального характера. Все подобные меры призваны упростить и облегчить взаимодействие промышленного предприятия с запутанной и сложной внешней средой, либо упростить саму эту среду, либо, наконец, что самое сложное, направить движение данной среды на достижение намеченных долгосрочных целей промышленного развития.

Нами было установлено, что существующая в России система государственной поддержки промышленности отличается значительным креном в стороны финансово-кредитных инструментов при недостатке организационно-управленческих мер. В результате несистемной разбалансированной архитектуры мер господдержки не происходит диффузии инноваций в экономике, а реализуемые финансово-кредитные меры способствуют извлечению временной монополярной ренты теми предприятиями, которые за счёт более благоприятных финансовых условий имеют преимущественный доступ к иностранным технологиям и воздвигают дополнительные барьеры неопределённости за счёт не снижения, а увеличения информационной асимметрии инновационного процесса в целом.

Отечественное автомобилестроение представлено сегодня предприятиями во всех основных сегментах: производство легковых, лёгких коммерческих, грузовых автомобилей, автобусов, специальных автомобилей и автокомпонентов. В настоящее время в отрасли организованы и функционируют свыше 400 тыс. рабочих мест и 1 млн рабочих мест занято в зависимых и дилерских компаниях.

Значительный вклад автомобилестроение вносит в формирование доходной базы Федерального бюджета и оказывает влияние на образование фондов денежных средств в организациях, связанных с обслуживанием автомобилей, в том числе поступление доходов от обязательного и добровольного страхования, оказания платных услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, от лизинга автомобилей, предоставлению банками потребительских кредитов и др.

Для осуществления НИОКР в составе отрасли имеется ряд научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, в том числе ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ".

По состоянию на 01.01.2016 года в отрасли действовало 430 крупных, средних и малых предприятий. В общем их числе 44,2 % специализировались на производстве автомобилей и их обслуживании, а 55,8 % на изготовлении автокомпонентов: двигателей, трансмиссии, ходовых частей, автотракторного электрооборудования, автомобильной электроники и др.

Отечественное автомобилестроение имеет значительный потенциал для своего развития, так как обеспеченность населения России легковыми автомобилями в настоящее время составляет лишь 297 автомобилей на 1000 человек населения, что значительно ниже, чем во многих других развитых и развивающихся стра-

нах. Значительный уровень в парке автомобилей страны приходится на автомобильную технику с большим сроком службы, требующую замены.

До перехода на новые (рыночные) условия хозяйствования Россия обладала достаточно развитой автомобильной промышленностью. По производству легковых автомобилей Россия занимала пятое место в мире после Японии, США, ФРГ и Франции, по производству грузовиков — третье место в мире, а по производству автобусов — первое. По сравнению с развивающимися странами Россия была абсолютным лидером. По итогам выпуска автомобилей в 1990 году объёмы производства автомобилей в России были в 1,5 раза выше, чем в Южной Корее, в 2,2 раза в Бразилии, в 4 раза в Китае и в 5,6 раза в Индии.

С переходом в рыночные условия отрасль оказалась в глубоком и затяжном кризисе: производство автомобилей сократилось почти наполовину, в том числе выпуск грузовых автомобилей — в 5 раз, а легковых автомобилей и автобусов более чем на 20 %. Основными причинами падения производства автомобилей явились: низкий технический уровень выпускаемой продукции; изношенность производственной инфраструктуры; высокие операционные издержки, содержание на балансе предприятий многочисленных объектов социальной сферы. Кроме того, таможенное регулирование и другие меры государственной поддержки автомобилестроения ещё не были нормативно определены и задействованы. В совокупности перечисленные и другие факторы привели к утрате конкурентоспособности отечественных автомобилей, тяжёлому финансовому положению автопроизводителей и банкротству ряда крупных предприятий.

Для удовлетворения растущих потребностей населения в легковых автомобилях в Россию ежегодно стали ввозиться сотни тысяч легковых автомобилей, из которых более 1/3 приходилось на подержанные. Если в 2001 г. автомобили зарубежного производства составляли 42 % от изготовленных в стране, то в 2004 г. — уже 61 %. По существу, страна, одна из крупнейших производителей в мире автомобильной техники, превратилась в страну-импортера.

Для предотвращения риска утраты отечественного автомобилестроения Правительство Российской Федерации приняло ряд мер по государственной поддержке развития отрасли.

Во-первых, Постановлением № 166 от 29.03.2005 года введена на территории страны локализация производства зарубежных автомобилей. Этому способствовало соперничество между автопроизводителями — владельцами автомобильных платформ за занятие мест на российском автомобильном рынке. Потенциал роста рынка оценивался до 4 млн автомобилей. В качестве стимула ввести в России режим "промышленной сборки" зарубежных автомобилей явилось принятие решения Правительством об освобождении иностранных автопроизводителей от таможенных пошлин на 7 лет от ввоза в страну автокомпонентов. В результате было заключено 29 соглашений с ведущими мировыми автопроизводителями о введении на территории стра-

ны режима "промышленной сборки" автомобилей. Это позволило получить приток в страну инвестиций в объёме 185 млрд руб. и создать 25 тыс. рабочих мест. Значительные усилия направлялись на привлечение производителей компонентов. Определённым нововведением было использование в рамках режима "промышленной сборки" методов " сетевого маркетинга", а именно: производители брали на себя обязательство обеспечить определённый уровень локализации, в том числе за счёт тех узлов и агрегатов, которые они сами не производили.

Во-вторых, Постановлением № 328 от 15.04.2014 г. утверждена Программа развития автомобильной промышленности на период 2012—2020 гг. В перечень основных её задач вошли: стимулирование локализации производства автомобильной техники и автокомпонентов; развитие национальной базы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; реализация перспективных инновационных и инвестиционных проектов; стимулирование спроса на автотранспортные средства.

В-третьих, для реализации выполнения Программы развития автомобильной промышленности Постановлением № 328 предусмотрено ежегодное выделение из Федерального бюджета автопрому бюджетных ассигнований в виде субсидий, направленных на решение ряда задач экономической и производственной деятельности отрасли.

Так, *субсидирование инвестиционной активности по модернизации производственной инфраструктуры* направлено на: возмещение части затрат российским организациям автомобилестроения, в том числе их дочерним организациям, на уплату процентов по коммерческим кредитам, полученным на реализацию инвестиционных и инновационных проектов и обеспеченным государственными гарантиями Российской Федерации; возмещение части затрат российским организациям автомобилестроения, в том числе их дочерним организациям, по выплате купонного дохода по облигациям, выпущенным для осуществления расходов инвестиционного характера и обеспеченным государственными гарантиями Российской Федерации; возмещение части затрат российским организациям на цели финансирования и (или) приобретения прав требований по кредитам и займам, ранее привлечённым их дочерними и зависимыми обществами, в рамках подпрограммы "Автомобильная промышленность" государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности"; возмещение части затрат автопроизводителям на приобретение специализированного программного обеспечения для инжиниринга и промышленного дизайна; предоставление права на беспошлинный ввоз автокомпонентов для организации выпуска иномарок в режиме "промышленной сборки".

Субсидирование части операционных (переменных) и постоянных затрат для обеспечения конкурентоспособности отечественных автомобилей направлено на: компенсацию части производителям колёсных транспортных средств затрат на содержание рабочих мест в

рамках подпрограммы "Автомобильная промышленность" государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности"; компенсацию части затрат производителям колёсных транспортных средств на использование энергоресурсов энергоёмкими предприятиями автомобильной промышленности в рамках подпрограммы "Автомобильная промышленность" государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение её конкурентоспособности".

Субсидирование НИОКР для создания новых видов автомобильной техники и автокомпонентов, отвечающих глобальным трендам в мировой автомобильной отрасли направлено на: возмещение части затрат российским производителям колёсных транспортных средств на компенсацию части затрат, связанных с созданием и организацией производства транспортных средств с дистанционным и автономным управлением; возмещение части затрат российским производителям грузовых колёсных транспортных средств на выплату купонного дохода по облигациям, размещённым и (или) уплату процентов по кредитам, привлечённым на цели развития заготовительных производств, обновления модельного ряда, модернизации производственных мощностей; компенсацию части затрат российским производителям колёсных транспортных средств, связанных с выпуском и поддержкой гарантийных обязательств по колёсным транспортным средствам, соответствующим нормам Евро-4, Евро-5.

Субсидирование продвижения автомобилей на зарубежные рынки — на: компенсацию части затрат организациям автомобилестроения на транспортировку, омолодацию и подтверждение соответствия продукции международным стандартам, а также на участие в деятельности международных организаций; субсидии производителям автобусов и техники для жилищно-коммунального хозяйства, работающих на газомоторном топливе.

Кроме того, субсидируются *обновление текущего автомобильного парка России и стимулирование спроса физических и юридических лиц* на новые отечественные легковые и коммерческие автомобили.

За период с 2012 по 2017 г. на оказание поддержки автомобильной промышленности из федерального бюджета были выделены бюджетные ассигнования в сумме 354 922 463,5 тыс. руб. Проведение структурного анализа использования субсидий показало, что большая часть бюджетных ассигнований, или 75,69 %, была направлена на стимулирование спроса на внутреннем автомобильном рынке. На стимулирование инвестиционной активности, субсидирование НИР и ОКР и стимулирование экспорта было использовано соответственно 10,4, 13,3 и 0,6 %. На стимулирование утилизации устаревших и изношенных автомобилей было направлено менее одного процента.

Предоставление на развитие автомобильной промышленности субсидий из федерального бюджета в сочетании с мерами по введению режима "промышленной сборки" автомобилей позволили: *во-первых*,

многократно увеличить объём производства иномарок российской сборки. Значительный рост производства иномарок российской сборки оказал заметное влияние на изменение структуры рынка легковых автомобилей, заметно потеснив на нём долю автомобилей, поступающих по импорту; *во-вторых*, преодолеть падение производства продукции в отрасли, имевшее место в 1990—2005 гг. и в период мирового экономического кризиса (2008—2010 гг.): в 2012 году выпуск автомобилей по всем сегментам превысил объёмы 1995 и 2009 г. соответственно в 2,2 и 3 раза, а по выпуску легковых автомобилей в 2,3 и 3,3 раза; *в-третьих*, повысить уровень качества отечественной автомобильной продукции и технологию её производства: более 60 % производимых в настоящее время моделей легковых автомобилей относятся к моделям с высоким уровнем локализации (50 % и выше), спроектированных на базе глобальных автомобильных платформ — (*Original Equipment Manufacturer*). Однако начиная с 2013 года выпуск автомобильной техники, в том числе легковых автомобилей, начал снижаться. Особенно большое падение их производства произошло в 2016 г. (табл. 1).

Из приведённых данных видно, в 2016 году объём производства автомобилей всех типов по сравнению с 2012 годом снизился на 42,7 пункта, а по легковым автомобилям на 44 пункта. Это крайне отрицательно повлияло на уровень загрузки производственной мощности (с 69,8 до 40,0 %), что существенно ухудшило экономические и финансовые результаты работы предприятий.

Таблица 1

Тип	Производство автомобилей на территории России по годам, тыс. ед. (% к 2012 г.)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Легковые автомобили	1964 (100)	1925 (98,0)	1695 (86,3)	1215 (61,8)	1100 (56,0)
Грузовые автомобили	212	207	153	128	137
Автобусы	58,6	53,2	44,0	36,4	43,2
Итого	2234,6 (100)	2185,2 (97,8)	1892 (84,7)	1379,4 (61,7)	1280,2 (57,3)
Выпуск автомобилей в % к суммарной производственной мощности (3,2 млн в год)	69,8	68,3	59,1	43,1	40,0

Таблица 2

Период	Рынок продаж автомобилей				
	легковых	лёгких коммерческих	грузовых	автобусов	всего
2012 г.	2740	190,5	137,5	18,3	3086,3
2016 г.	1310	117,0	65,4	12,6	1505,0
2016 г./2012 г., %	47,8	61,4	47,6	68,9	48,8

Период	Экспорт отечественных автомобилей, тыс. ед. (% к выпуску)			
	легковых	грузовых	автобусов	всего
1995 г.	211,8 (25,4)	24,1 (16,9)	2,9 (7,3)	238,8 (23,5)
2008 г.	132,5	44,5	10,1	187,1
2010 г.	49,8	15,7	3,5	69,0
2012 г.	113,0 (5,6)	20,8 (9,8)	4,3 (7,3)	138,1 (6,1)
2015 г.	97,5	19,9	2,0	119,4
2016 г.	68,0	14,3	1,9	84,1

Анализ показал, что такое положение вызвано резким падением уровня покупательной способности населения из-за негативного воздействия на экономику России внешних факторов — ухудшения внешнеэкономической и внешнеполитической конъюнктуры. Объём рынка продаж автомобилей в 2016 году по отношению к 2012 году по всем сегментам сократился более чем вдвое (табл. 2).

Объёмы выпуска и продаж автомобилей не восстановились и в последующие годы. За 2017 г. выпуск автомобилей всех типов к 2012 г. составил 68,5 %, а в 2018 г. — 78,3 %. Загрузка производственной мощности соответственно составила 47,8 и 54,7 %.

Показатели производства и продаж автомобилей могли бы быть ещё разительнее, если бы не государственная поддержка автомобильной промышленности по стимулированию спроса, в том числе предоставление льготного лизинга колёсных транспортных средств по программам "Русский тягач" и "Свое дело", льготные автокредиты по программам "Первый автомобиль" и "Семейный автомобиль", субсидирование закупки автомобилей для медицинской службы и школьных автобусов и др.

Для выхода из сложившегося критического состояния автопрому предстоит в ближайший период времени решить ряд проблемных вопросов. *Во-первых*, принять меры по обеспечению загрузки вновь созданных производственных мощностей для выпуска колёсных транспортных средств и сохранить высококвалифицированные рабочие места на предприятиях отрасли. *Во-вторых*, организовать производство отвечающих требованиям мирового автомобильного рынка автокомпонентов, в том числе двигателей внутреннего сгорания, КПП, трансмиссии, электрооборудования, автомобильной электроники. *В-третьих*, для повышения конкурентоспособности освоить и вывести на рынок автомобили с новыми решениями в части электросиловых агрегатов, автономного вождения, подключенного автотранспорта и газомоторной техники, предусмотренных в ОНДП.

В условиях падения спроса на автомобили внутри страны одним из важнейших и перспективных направлений увеличения производства и продаж автомобилей является их продвижение на зарубежные рынки. Анализ показывает, что пока этому направлению в отрасли не уделяется должного внимания (табл. 3). Из

приведённых данных видно, что экспорт автомобилей подвержен значительным колебаниям, но в целом он имеет отрицательную динамику. В 2016 г. количество поставленных автомобилей на зарубежные рынки сократилось против 1995 г. в 3,1 раза, или с 211,8 тыс. шт. до 68 тыс. шт. Отрицательная динамика прослеживается и в части доли экспорта к выпуску автомобилей: в 2012 году, когда был достигнут наибольший объём производства автомобилей, экспорт в % к их выпуску составил 5,6 %, или меньше уровня 1995 года в 4,5 раза.

Необходимо отметить, что значительный потенциал поставок отечественных автомобилей на экспорт связан с рынками дальнего зарубежья. Так, в 1995 году доля экспорта в страны дальнего зарубежья (Азия, Ближний Восток, Южная Америка) составила в общем объёме поставок 86 %.

Для существенного оживления экспорта автомобильной продукции необходимо, на наш взгляд, широкое взаимодействие бюджетных стимулов и регулятивных инструментов, в том числе: субсидирование создания совместных предприятий и дочерних структур российских компаний за рубежом, включая упрощение процедуры открытия счётов этих организаций; заключение Соглашений о свободной торговле со странами-импортёрами и др. Предоставление субсидий из федерального бюджета для стимулирования продвижения автомобильной продукции должно быть связано с результатами эффективного их использования в виде количественных показателей или изменения индексов поставки продукции на экспорт.

Исключительно важным направлением для решения проблемы загрузки производственных мощностей в автопроме является широкое использование газомоторной техники. Производство автомобильной техники на газовом топливе в мире постоянно растёт. Выпуск газобаллонных автомобилей с 850 тыс. в 1998 году увеличился до 11 млн 303 тыс. в 2010 году, или более чем в 13 раз. Большие перспективы перевода на газовые топлива всех видов транспорта связываются с криогенными технологиями производства, транспортировки и хранения сжиженного природного газа.

Использованию газа в качестве автомобильного топлива в Российской Федерации способствует наличие больших сырьевых запасов, которые составляют до 32 % от мировых. Весьма важно также, что в России накоплен значительный опыт производства как автомобилей с газовыми двигателями, так и широкая номенклатура высокоэффективного газобаллонного оборудования. Однако по производству и продажам газобаллонных автомобилей Россия значительно отстаёт не только от развитых, но и большинства развивающихся стран. Для расширения производства и продажи автомобилей с газовыми двигателями в мировой практике широко применяются, наряду с регуляторными инструментами, финансовые стимулирования автопроизводителей и потребителей, которые могли бы использоваться в России. Например: предоставление права ускоренной амортизации газобаллонных автомобилей; компенсация затрат предприятиям-изготовителям транспортной техники, работающей на компримиро-

ванном природном газе; запрет на строительство АЗС без блока заправки машин КПП; обязательное приобретение бюджетными организациями газобаллонных автомобилей при обновлении подвижного состава предприятия и др.

Решение проблемы увеличения выпуска и продаж автомобильной техники может быть обеспечено за счёт принятия мер по обновлению парка автомобилей. В его составе, насчитывающем по состоянию на конец 2014 года 49 730 тыс. шт. автомобилей, на долю автомобилей по всем сегментам с пробегом старше 10 лет приходилось 22 %. При этом средний возраст легковых машин всех марок приблизился к 13 годам, грузовых — 19 лет, автобусов — 15 лет, а легковых машин российского производства достиг 16,4.

Возрастная структура автомобильного парка даёт хороший потенциал для обновления и, как следствие, развития рынка новых транспортных средств. Однако, несмотря на принятие ряда регулятивных инструментов в виде постановлений Правительства Российской Федерации (№ 609 от 12.10.2005 г., № 720 от 10.09.2009 г.) существенных изменений в осуществлении утилизации автомобилей, утративших свои потребительские свойства, за прошедшие годы не произошло.

Как показал анализ, в числе основных причин для выбытия из фазы эксплуатации изношенных транспортных средств являются отсутствие эффективной структуры рециклинга и механизма дифференцирования стоимости владения автотранспортным средством по экологии. Европейская и мировая практики показывают, что при дифференцировании стоимости владения автотранспортным средством и создании структуры рециклинга скорость выбытия составляет 7—8 % в год. Нетрудно подсчитать, что при нашей численности парка автомобилей старше 10 лет это позволит ежегодно обновлять парк на 765 тыс. автомобилей.

Известно, что одним из важнейших факторов конкурентоспособности являются свойства и характеристики продукта. По отношению к автомобильным транспортным средствам это обеспечивается за счёт освоения и использования на предприятиях современной автокомпонентной базы. При заключении Минпромторгом Соглашений с иностранными концернами по выпуску автомобилей в режиме "промышленной сборки" ставилась задача организовать на территории России локализацию производства автокомпонентов и НИОКР. Однако, несмотря на предоставление привлекательных условий для бизнеса, эту задачу в полной мере решить не удалось. Средний уровень локализации, например, по легковым автомобилям составляет на сегодня лишь 50 процентов.

Особенно тревожным является неудовлетворительное положение по локализации НИОКР. Как показал анализ, зарубежные автомобильные концерны в подавляющем большинстве не осуществляют инвестиции в локализацию НИОКР. В результате многие глобальные тренды (внедрение суперкомпьютерных технологий и модульного проектирования, применение новых конструкционных материалов, уход от традиционных источников энергии, автономное вождение

и др.) не находят применения в Российской Федерации или отложены во времени.

Установлено также, что российские автопроизводители при изменении технических и потребительских свойств продукта делают акцент на потребности внутреннего российского потребителя. В результате текущий уровень их расходов на НИОКР значительно меньше расходов глобальных лидеров. Так, средний глобальный автопроизводитель тратит на НИОКР не менее 4 % выручки (~3,7 млрд. евро) в сегменте легковых и 3,6 % (~0,7 млрд. евро) в год в сегменте грузовых автомобилей, что существенно выше расходов российских автопроизводителей. При этом международные производители в России используют глобальные платформы и в подавляющем большинстве не осуществляют инвестиции в локализацию НИОКР. Более того, обладая доступом к передовым технологиям, большинство из глобальных производителей продолжают ориентироваться на пониженные требования к продукту. Учитывая это, следует считать необходимым пересмотреть Соглашения с автомобильными концернами с целью более жёсткой увязки предоставления им льгот с выполнением обязательств по локализации автокомпонентов и НИОКР.

Как отмечалось, перед автопромом поставлена задача по выведению на рынок продуктов с новыми концептуальными решениями в части электросиловых агрегатов, автономного вождения и подключенного автотранспорта. Считается, что обладание той или иной автомобильной компанией данными компетенциями обеспечит ей *на длительную перспективу конкурентные преимущества на глобальном рынке* продаж автомобильной продукции.

Вместе с тем достижение данной цели, кроме необходимости крупных вложений материальных и финансовых средств, сопряжено с достаточно большим числом системных технических проблем, которые недоступны сегодня автопроизводителям. Одни из них решают их привлечением широкого круга разнообразных стартапов (например, фирма "Порше"), а большинство намерены объединиться с обладателями знаний, опыта и компетенций для совместной разработки технологий будущего.

Мировой опыт развития обрабатывающей промышленности показал, что для осуществления крупного капиталоемкого перспективного проекта наиболее эффективной формой сотрудничества является создание консорциума — временного объединения независимых организаций. В настоящее время для создания новых продуктов в автомобильной промышленности созданы и приступили к совместной работе ряд объединений, в том числе: консорциум "АВТОВАЗ" и "Рено-Ниссан", который ставит задачей создание новых платформ и моделей легковых автомобилей в бюджетном сегменте, отвечающих мировым стандартам; консорциум "Автономная платформа" в составе производителей автомобилей, автокомпонентов и элементов связи — БМВ, "Фиат Крайслер", "Магна Интернешнл", "Мобилай", "Интел", "Дельфи", "Континенталь" (целью консорциума является совместная

разработка платформы автономных автомобилей, использовать которую смогут все автопроизводители. Консорциум планирует представить свою масштабируемую платформу уже в 2021 году); консорциум "Форд и Тойота", к которому присоединились "Мазда", ПСА, "Судзуки", "Фуджи Хэви Индастриз", "Электробит", "Люксофт", "Ксево", "Харман", QNX (цель консорциума — оказать содействие разработчикам в создании автомобильных приложений "Smart DeviceLink", т. е. совместить автомобиль со смартфоном); консорциум "Аластрия" для разработки продуктов, базирующихся на блокчейн-технологии (в составе консорциума более 70 компаний, в том числе автомобильный концерн SEAT, энергетическая фирма "Репсол", телекоммуникационная "Телефоника", консалтинговая "Эссенчур" и др.

Нам представляется, что для организации масштабной работы по выполнению отечественными автопроизводителями ключевой задачи ОНДП в части освоения новых продуктов было бы необходимо на уровне Правительства РФ принять решение о стимулировании участия отечественных автопроизводителей в работе консорциумов. Для предупреждения возникающих рисков в деятельности автопрома исключительно важную роль играет отраслевое планирование, которое осуществляется на основе Федерального закона от 28.06.2014 года № 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации". В настоящее время в отрасли реализуется Стратегия развития автомобильной промышленности на период до 2025 года, утверждённая распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 апреля 2018 г. № 831-р.

В "Стратегии..." дана оценка состояния технологии производства автомобилей, технического уровня выпускаемой продукции и определены основные цели и приоритеты развития автопрома до 2025 года, в том числе поставка произведённых автомобилей на экспорт и удовлетворение российскими производителями внутреннего спроса на современную автомобильную технику. Показатель по поставке продукции на экспорт в ней запланирован на уровне 12—14 % произведённых автомобилей, что значительно ниже достигнутого ранее автопромом: 1990 г. — 22,5 %, 1995 г. — 23,5 %. Кроме того, он не обеспечивает выполнение автопромом объёма экспорта продукции в долларовом эквиваленте, указанном в ОНДП. Удовлетворение внутреннего спроса на современную автомобильную технику российскими производителями в стратегии предусмотрено на уровне 80—85 %. Это означает, что оставшаяся часть потребности спроса в современной автомобильной технике предусматривается покрыть за счёт поставок автомобилей по импорту.

Применение в России "режима промышленной сборки" зарубежных автомобилей позволило создать производственные мощности в объёме, достаточном для производства автомобилей до конца 2025 года. В настоящее время созданные мощности в связи со снижением покупательной способности населения используются менее чем на 50 %. В этих условиях пла-

нирование поставок автомобилей по импорту является экономически неоправданным. Вся потребность рынка в современных моделях автомобилей в 2025 году может быть удовлетворена за счёт их производства российскими автопроизводителями.

Развитие научно-производственного потенциала отечественного автомобилестроения и повышение его конкурентоспособности требуют от организации эффективного производства автокомпонентов. В связи с тем, что расчёт на привлечение западных произво-

дителей для решения этой проблемы не оправдался, Минпромторгом России подготовлен и одобрен Правительством Российской Федерации (распоряжение от 07.12.2019 г. № 2942-р) план мероприятий по государственной поддержке разработки технологии и выпуска автокомпонентов. К его реализации привлечён ряд федеральных министерств и ведомств, что требует со стороны Минпромторга России организации должного взаимодействия с этими органами исполнительной власти.



КамАЗ выиграл объявленный "Мосгортрансом" тендер на поставку в Москву 200 электробусов. Согласно техническому заданию, гарантийный срок на электробусы составит не менее четырёх лет, вместимость должна быть не менее 85 человек, число сидений в салоне — 30. На левом борту электробуса поставщик разместит герб Москвы, на правом — логотип "Мосгортранса". Производитель выполнит также и ряд других требований заказчика, а затем будет обеспечивать технический сервис машин на протяжении 15 лет. Поставка электробусов в Москву планируется несколькими партиями в срок до 31 августа текущего года.

Впервые на рынок Москвы с пассажирским транспортом на электрической тяге КамАЗ вышел в 2018 году: тогда компания выиграла тендер на поставку в столицу первых 100 электробусов и 31 зарядной станции. Кроме того, производитель полностью взял на себя обслуживание всех своих электробусов и зарядной инфраструктуры. В 2019 году компания передала городу ещё 100 электробусов и 38 зарядных станций. Сегодня электробусы КамАЗ работают на 19 московских маршрутах, включая один "ночной" — Н3.

Однако сотрудничество с "Мосгортрансом" не ограничивается электробусами: подписан договор на поставку 511 дизельных низкопольных городских автобусов большой вместимости НЕФАЗ-5299-40-52 в период с 1 июля по 30 ноября 2020 г. В их число входят 25 автобусов с кабиной для инструктора и 24 автобуса с автоматизированной системой отслеживания пассажиропотока. Договором также предусмотрено обучение водителей и ремонтного персонала особенностям обслуживания и эксплуатации подвижного состава.

Рестайлинговый НЕФАЗ-5299-40-52 был запущен в серийное производство в прошлом году. Он разработан с учётом современных требований к безопасности и комфорту пассажиров. Экстерьер и интерьер данной модели был полностью обновлён. У автобуса светлый просторный салон с широкой накопительной площадкой, удобные поручни с кнопками вызова водителя и *usb*-разъёмы для зарядки для гаджетов, также имеется аппарат для колясок. Автобус вмещает 111 пассажиров.

Минский автозавод выпустил перронный автобус нового поколения — МАЗ 271. Новинка имеет стройный силуэт в форме заточенного карандаша, широкую кабину с панорамным остеклением и двери по обоим бортам. Сзади бросаются в глаза светодиодные фонари, а спереди — отсутствие зеркал заднего вида, вместо которых используются видеокамеры и монитор. Новинка пошла далеко вперёд от своего предшественника МАЗ 171, в том числе по габаритным размерам: длина — 14,48 м, ширина — 3,19,

высота — 3,25 м. Автобус оснащён дизелем "Даймлер" экологического класса Евро-5 мощностью 101 кВт (238 л. с.), который работает в паре с автоматической коробкой передач "Аллисон". Моторный отсек совмещён с кабиной водителя; привод — на передние колёса.

В салоне помещается до 112 человек. Внутри можно попасть через двусторчатые двери — по три с каждой стороны. Трубы выпуска отработавших газов выведены на обе стороны автобуса, но при открытии дверей по одному борту труба с этой стороны блокируется, а газы выходят через трубу с противоположной стороны. При посадке срабатывает система кнелинга, и пол наклоняется. Для людей в инвалидной коляске предусмотрен трап. Сидений для пассажиров немного — всего восемь. При желании на заводе могут поставить дополнительные ряды, хотя сейчас аэропорты склоняются к стоячим местам. В салоне много света за счёт больших окон, а вечером включается светодиодная подсветка. Климат также под контролем: мощный кондиционер охладит салон в жару и согреет в мороз; для особенно суровой погоды имеются и отопители. В конструкции широко использован стеклопластик.



Новинка была представлена в киевском аэропорту Борисполь. В ближайшие полгода сюда поставят ещё пять единиц МАЗ 271. В целом украинский рынок стал вторым по величине для Минского автозавода. С 2005 года в эту страну поставлено 1500 единиц пассажирской техники МАЗ. Ежегодно регионы Украины заказывают около 250 минских автобусов. В конце прошлого года в Киев поставлено пять городских автобусов МАЗ 203.

Договор о сотрудничестве подписан между немецкой компанией "Манкевич" (лидером в разработке промышленных систем и защитно-декоративных покрытий) и спортивной командой "КамАЗ-мастер". Предложено специалистами фирмы уникальное защитно-декоративное покрытие было протестировано на автомобилях "КамАЗ-мастер" во время ралли-марафона "Шелковый путь — 2019" и получило высокую оценку экспертов. Благодаря сотруд-

ничеству с компанией "Манкевич" команда получает передовые технологии и материалы для антикоррозионной и механической защиты деталей кузова, подвески, двигателя. Таким образом, повышается надёжность и эффективность двигателя, узлов, деталей подвески и кузова, а также улучшается внешний вид спортивного автомобиля.



Группа "ГАЗ" изготовит 438 автобусов для работы на маршрутах Твери и Тверской области. В первом квартале 2020 года планируется поставить 110 автобусов большого класса ЛиАЗ-5292 вместимостью 105 пассажиров, 314 автобусов среднего класса ЛиАЗ-4292 вместимостью 73 человека и 14 каркасных автобусов "ГАЗель Некст" вместимостью 20 пассажиров. Поставку техники в лизинг профинансировал ВЭБ РФ.

Автобусы ЛиАЗ укомплектованы двигателями ЯМЗ экологического стандарта "Евро-5", системами видеонаблюдения и бесконтактной оплаты проезда. Рабочее место водителя оснащено регулируемой рулевой колонкой, комфортным сиденьем с пневмоподвеской, регулируемым по высоте и с изменяемым углом наклона спинки. Агрегатная база машин позволяет обеспечить высокую маневренность, плавность хода и устойчивость на дорогах. Системы *ABS*, *ASR*, блокировка дверей во время движения обеспечивают дополнительную безопасность перевозок. Климат-контроль и мультимедийные системы в салоне автобуса обеспечивают дополнительный комфорт пассажиров.

Салоны автобусов "ГАЗель Некст" — высокие (1,9 м) и просторные, с панорамным остек-

лением, высота салона обеспечивает удобство перемещения пассажиров внутри автомобиля и комфорт в пути, а широкая двустворчатая дверь и низкая подножка — удобство входа/выхода.

Все модели автобусов "Группы ГАЗ", которые будут поставлены в Тверь, расширяют безбарьерную среду города. Автобусы ЛиАЗ имеют низкий уровень пола и систему "книлинг" (наклон в сторону дверей на остановках), которая облегчает посадку и высадку всем категориям пассажиров. Автобусы ЛиАЗ и "ГАЗель Нэкст" оснащены механической аппаратурой и специально оборудованным местом в салоне для транспортировки маломобильных пассажиров.

Региональный институт передовых технологий и бизнеса (РИПТиБ) переименован в *Международный институт техники, технологий и управления* (МИТТУ). Соответствующие изменения в учредительных документах вступили в силу с 18 ноября 2019 года. Переименование связано с эволюционным развитием учебного центра, переходом от регионального уровня к международному. Новое название отражает стратегию, ориентированную на активное обучение в регионах и странах, где эксплуатируют и обслуживают автотехнику КамАЗ. Учебный центр сотрудничает с организациями

из 20 стран, обучено уже 800 иностранных специалистов.

В 2019 году обучение прошли более 7 тыс. человек из 850 компаний, созданы и модернизированы лаборатории, оснащенные двигателями КамАЗ-910 (рядный шестицилиндровый), ведущими мостами HL6 и автомобилем с электронными системами управления поколения К5. В рамках реализации проектов обучения специалистов по К5 в учебном центре были разработаны современные образовательные программы, введены новые образовательные технологии и профинансирована переподготовка преподавателей.



КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 62-843

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА В ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Канд. техн. наук **ТИХОНЕНКОВ С.М.**
(srgtikhonenkov@gmail.com)

Рассмотрены недостатки традиционных двигателей внутреннего сгорания. Предложена новая концепция, позволяющая увеличить эффективность использования топлива и снизить расход топлива.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания без коленчатого вала, эффективность топлива.

Tikhonenkov S.M. IMPROVING THE FUEL EFFICIENCY OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Reviewed by flaws of the engine of internal combustion, created conceptual model. The fuel consumption is decreased.

Keywords: engine of internal combustion without crankshaft, fuel efficiency.

Один из основных путей снижения вредных выбросов — повышение эффективности использования топлива. К настоящему времени совершенствование двигателя внутреннего сгорания уже принесло достаточно заметные результаты, но и резервы конструкции практически исчерпаны, нужны принципиально новые решения.

Традиционные ДВС (цилиндр, поршень, шатун и коленчатый вал) имеют ряд известных недостатков.

Во-первых, неэффективное сочетание давления в цилиндре и тангенциальной силы на коленчатом валу. При этом возгорание топливно-воздушной смеси начинается раньше перемещения поршня в верхнюю мёртвую точку, а значит, его движению препятствует суммарное давление от сжатой в цилиндре топливно-воздушной смеси и уже воспламенённой, что приводит к потере мощности. Кроме того, во время максимального увеличения давления и сгорания значительной части смеси коленчатый вал поворачивается на

180 градусов, т. е. коэффициент соотношения тангенциальной силы на коленчатом валу к силе, действующей на поршень, изменяется от 0 до 1 и от 1 до 0. Таким образом, наблюдаются два явления: изменение давления от максимального до минимального значения (рис. 1) и изменение размера рычага на коленчатом валу (рис. 2).

Во-вторых, двигатель внутреннего сгорания использует, в лучшем случае, 75 % топлива, а 25 % не-сгоревшего топлива уходит в атмосферу, в лучшем случае — через дорожный каталитический нейтрализатор, забирающий также часть мощности двигателя.

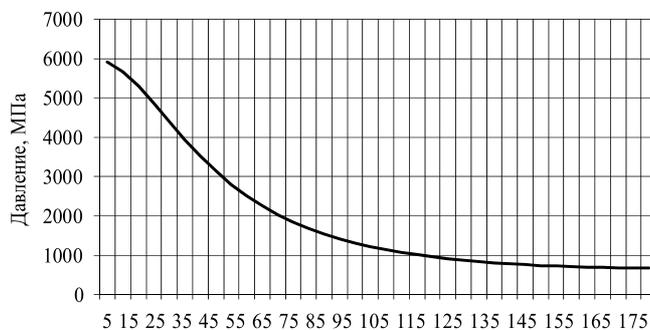


Рис. 1

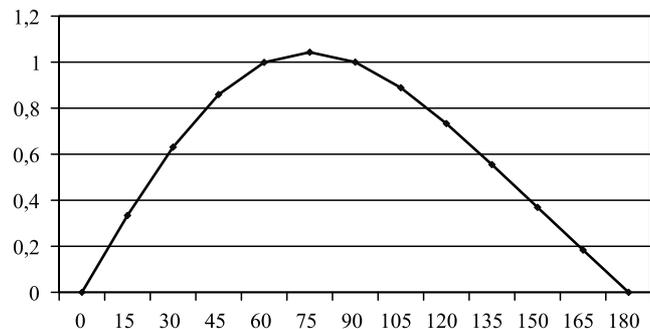


Рис. 2

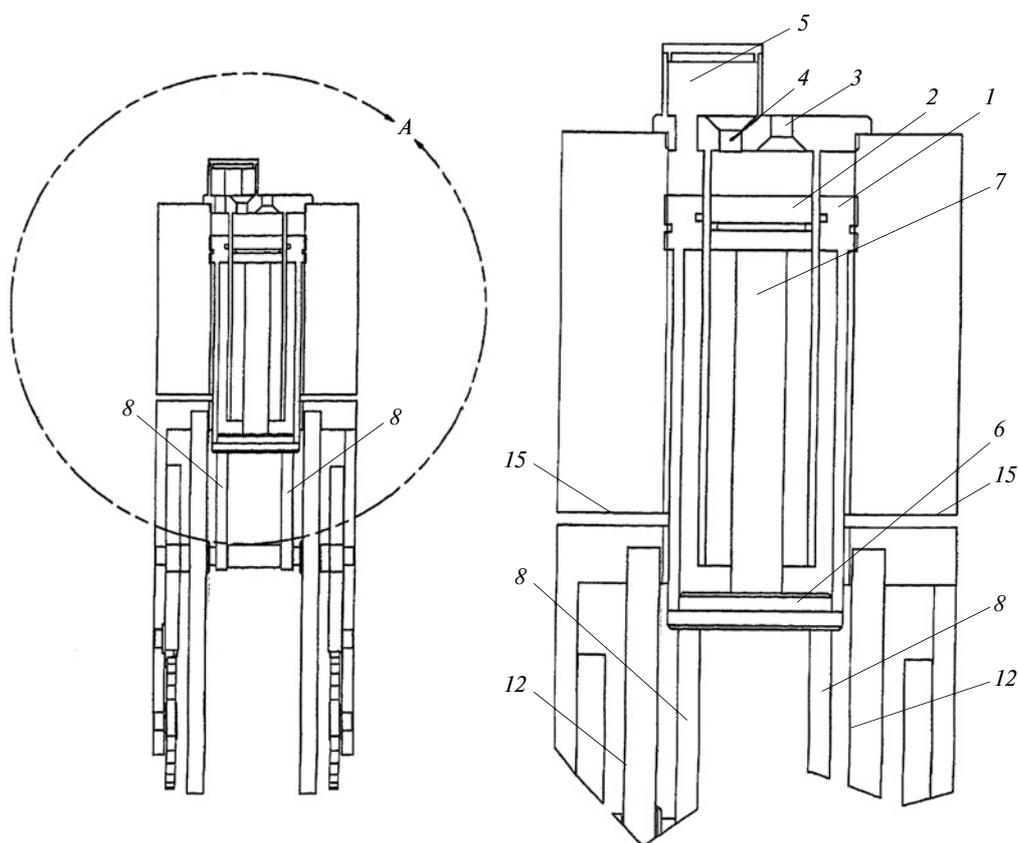


Рис. 3

Одна из причин неполного сгорания топлива — очень короткое время процесса горения топливно-воздушной смеси — 0,003...0,005 с.

В-третьих, значительное влияние на эффективность использования топлива оказывает короткое время для выпуска сгоревшей смеси. Это приводит к смешиванию свежей порции топливно-воздушной смеси с остатками предыдущей, что также ведёт к потерям мощности.

В-четвёртых, после прохождения поршнем ВМТ пространство над поршнем начинает увеличиваться, а давление и температура — уменьшаться, т. е. условия для эффективного сгорания заведомо ухудшаются как раз тогда, когда они особенно нужны. В результате часть топливно-воздушной смеси сгорает не полностью.

Для преодоления этих недостатков автором разработан двигатель, представленный на рис. 3 и 4. Он может содержать от 1 до нескольких (2, 3, 4, 5 и т.д.) блоков, каждый из которых состоит из основного 1 и дополнительного 2 цилиндров, впускного клапана 3 и клапана 4, соединяющего полости над основным и дополнительными цилиндрами, общей камерой 5, основания 6, на котором установлены поршень 1 и шток 7 поршня 2, на нижней части основания установлены две стойки 8. На каждой стойке шарнирно установлены рычаги 9, на которых закреплены ролики 10 и зубчатые рейки 11. Ролики перекачиваются по направляющим 12, а зубчатые рейки 11 взаимодействуют с зубчатыми колёсами 13, соединёнными между собой шестерёнкой 14. В нижней части блока размещены отверстия 15 для вывода отработавших газов.

Двигатель работает следующим образом. При воспламенении рабочей смеси над поршнем 1 клапан находится в положении "закрыто". Под воздействием давления поршень 1 и основание 6 перемещаются вниз. Одновременно с этим перемещаются вниз шток 7 и поршень 2, при этом клапан 3 открывается и обеспечивает всасывание горючей смеси. Закреплённые на стойках рычаги также перемещаются вниз. При этом ролики обкатываются по направляющим, а зубчатые рейки приводят в движение зубчатые колёса, создавая крутящий момент. При достижении поршнем 1 крайней нижней точки сгоревшие газы выпускаются через отверстия 15. Перемещение основания и установленных на нём поршней вверх осуществляется за счёт инерционных сил и взаимодействия с присоединёнными блоками. При перемещении вверх поступившая в полость над дополнительным цилиндром 2 смесь перемещается через открытый давлением клапан 4 и общую камеру 5 в полость над поршнем 1. При этом клапан 3 закрыт давлением над дополнительным поршнем 2. Таким образом, в полости над основным цилиндром 1 оказывается сжатая горючая смесь. При воспламенении смеси цикл повторяется.

Проанализируем отличия предлагаемого двигателя от традиционного.

Первое. В верхней мёртвой точке поршень неподвижен, пока рейка оббежит дугу в 180 градусов на звёздочке. В этот момент воспламеняется топливно-воздушная смесь в пространстве над главным поршнем. Значение объёма в данном случае будет сохраняться постоянным. Это приведёт к многократному увели-

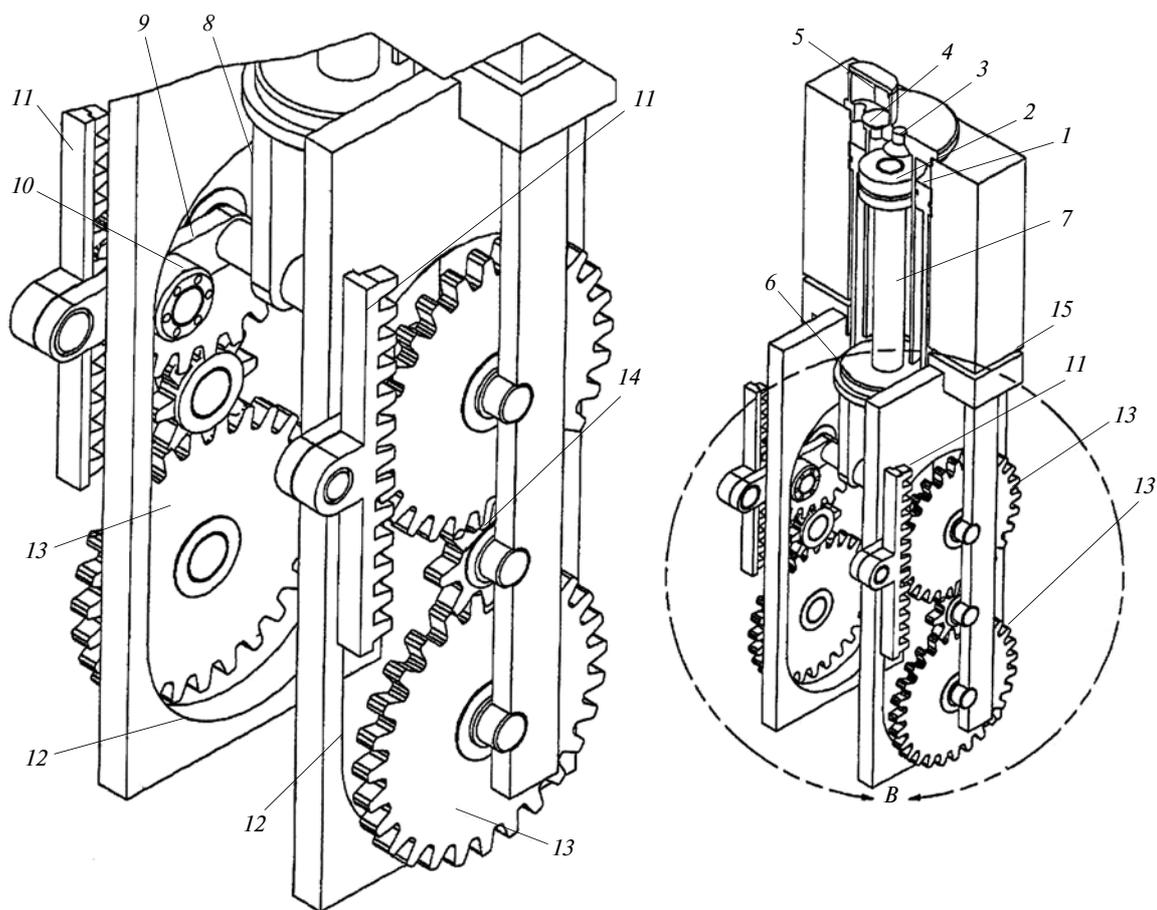


Рис. 4

чению давления и температуры. Эти параметры могут достигнуть таких значений, при которых произойдёт разрушение двигателя. Это означает, что момент воспламенения топливно-воздушной смеси должен быть оптимизирован. Оптимизация позволит избежать разрушения двигателя и, одновременно, получить значительно увеличенное давление над поршнем.

Второе. В нижней мёртвой точке поршень неподвижен, так же как и в ВМТ, пока рейка оббегает дугу в 180 градусов на звёздочке. В результате время для выпуска многократно увеличивается. Это означает,

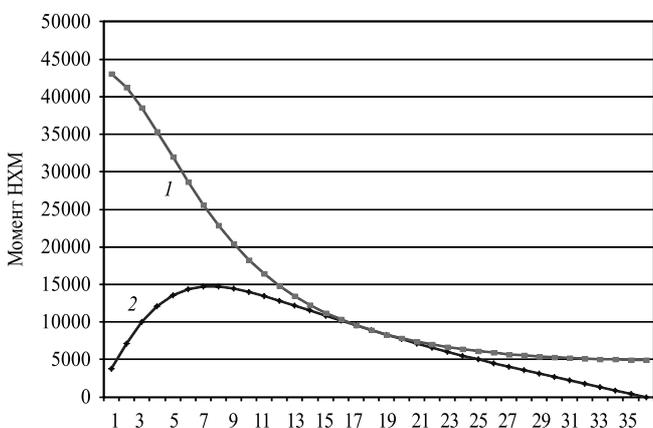


Рис. 5

что свежая топливно-воздушная смесь не будет перемешиваться с остатками сгоревшей смеси. В предложенном двигателе рабочий такт и впрыскивание выполняются одновременно. Они изолированы. Когда главный и дополнительный поршни двигаются вверх, свежая топливно-воздушная смесь закачивается дополнительным поршнем в пространство над главным поршнем.

Третье. В предложенном двигателе плечо тангенциальной силы на приводном валу остаётся постоянным на всём пути перемещения поршня. Изменение значений крутящего момента в предложенном двигателе определяется только изменением давления в цилиндре. Статистические значения вариаций моментов в предложенном двигателе и в двигателе с коленчатым валом характеризуются средними арифметическими величинами. Среднее арифметическое значение момента в предложенном двигателе (рис. 5, кривая 1) в 1,83 раза больше среднего арифметического значения момента в традиционном (кривая 2) двигателе.

Выявленные резервы мощности позволят снизить "обороты" двигателя, а значит, и интенсивность нагрева, и следовательно, увеличить надёжность и износостойкость.

Новый двигатель должен быть оснащён эффективными маховиками для компенсации неравномерности вращения. Также надо отметить, что в новом двигателе отсутствуют кулачковые валы.

БЕССТУПЕНЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

ЯРЖЕМСКИЙ М.К.

(yarzhemskiy@mail.ru)

Приведён пример расчёта бесступенчатой дифференциальной передачи с фрикционным вариатором в замыкающей цепи. Передача предназначена для использования в автомобиле и обеспечивает более широкий диапазон, чем диапазон вариатора, с одновременной разгрузкой вариатора по передаваемой мощности. Предложен способ расширения диапазона регулирования вариатора.

Ключевые слова: автомобиль, бесступенчатая дифференциальная передача, фрикционный вариатор, расширение диапазона вариатора.

Yarzhemsky M.K.

ABOUT CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION FOR CAR

The article presents an example of calculating a stepless differential gear with a friction variator in the closing circuit. The transmission is designed for the car and provides a wider range than the variator range, with simultaneous variator unloading on the transmitted power. A method of expanding the control range of the variator is proposed.

Keywords: a car, a stepless differential gear, a friction variator, a expanding the control range of the variator.

Автоматические коробки передач, упрощая управление автомобилем, что особенно важно для непрофессиональных водителей, повышают безопасность движения. Однако из-за большой сложности, высокой стоимости и меньшей экономичности по сравнению с механическими коробками передач в нашей стране они не получили пока должного распространения.

Представляется, что для массового потребителя из автоматических передач наиболее подходят передачи бесступенчатые. Имея более простую конструкцию по сравнению со ступенчатыми автоматическими передачами и меньшую стоимость, бесступенчатая передача обеспечивает плавное изменение силового и кинематического передаточных отношений трансмиссии автомобиля, позволяя получить близкую к идеальной тягово-скоростную характеристику и снизить динамические нагрузки в трансмиссии.

Одно из возможных решений — фрикционные вариаторы. Известные их недостатки — большие габариты, малая долговечность, недостаточно высокий КПД — могут быть преодолены применением многодисковых конструкций высоких контактных давлений (типа вариатора "Бир" или вариатора Петрушова), а также дифференциально-бесступенчатых схем с вариатором в одной из ветвей.

Известна бесступенчатая передача, состоящая из исходного трёхзвенного дифференциального механизма и замыкающей регулирующей цепи Ψ , содержащей фрикционный вариатор. Структурная схема данной передачи изображена на

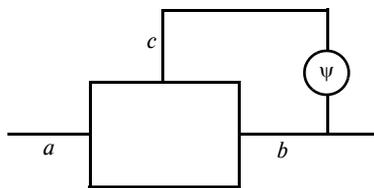


Рис. 1

рис. 1. Исходный дифференциальный механизм имеет три внешних основных звена a , b и c , обладает двумя степенями свободы. Замыкающая кинематическая цепь Ψ , накладывая одно условие связи, образует вместе с исходным механизмом замкнутую дифференциальную бесступенчатую передачу с одной степенью подвижности, поэтому изменение с помощью вариатора передаточного отношения (формула 1 в таблице) вызывает изменение передаточного отношения i_0 всей передачи (формула 2). Для этой передачи доля мощности α , которая передаётся через регулирующую цепь Ψ , определяется выражением 3.

Существующие фрикционные вариаторы имеют ограниченный диапазон регулирования. Поскольку в этой передаче вариатор является единственным регулирующим элементом, утверждается, что получение в бесступенчатой передаче более широкого диапазона передаточных отношений i_0 , чем диапазон регулирования вариатора, возможно лишь при перегрузке вариатора по мощности. Это утверждение содержит неточность, ведь в соответствии с определением передача состоит не из дифференциального механизма и вариатора, а из дифференциального механизма и регулирующей цепи, содержащей вариатор. Поэтому корректно считать, что получение в замкнутой дифференциальной передаче диапазона передаточных отношений i_0 более широко-

№	Формула	Примечания
1	$\Psi = \frac{\omega_c}{\omega_b}$	ω_c — угловая скорость звена c ; ω_b — угловая скорость выходного звена b
2	$i_0 = \frac{\omega_a}{\omega_b} = (1 - B)\Psi + B$	ω_a — угловая скорость входного звена a передачи, $B = \frac{\omega_a}{\omega_b}$ при неподвижном звене c
3	$d = \frac{i_0 - B}{i_0}$	—
4	$i_{H1}^3 = \frac{1}{1 - i_{13}^H}$	i_{13}^H — внутреннее передаточное отношение механизма
5	$i_{H1}^{3*} = \frac{1}{1 - i_{13}^{H*} i_v}$	i_{13}^{H*} — внутреннее передаточное отношение дифференциала-расширителя

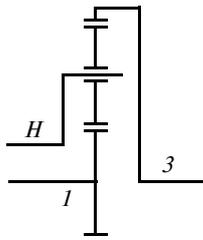


Рис. 2

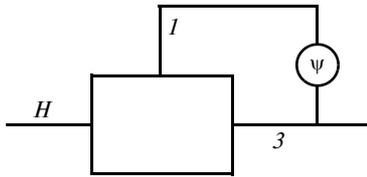


Рис. 3

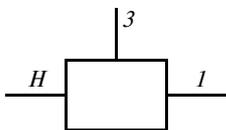


Рис. 4

го, чем диапазон регулирующей цепи, возможно лишь при перегрузке цепи (а значит, и вариатора) по мощности. Это важное уточнение позволяет получить бесступенчатую замкнутую дифференциальную передачу с более широким диапазоном i_0 , чем диапазон регулирования вариатора, с одновременной разгрузкой вариатора по мощности.

Рассмотрим пример. Требуется получить бесступенчатую передачу с диапазоном $i_0 = 3,618...0,794$ (диапазон пятиступенчатой механической коробки передач), используя вариатор Петрушова с диапазоном регулирования $i_v = 1...0,476$.

Примем для исходного дифференциального механизма представленный на рис. 2 дифференциал с внутренним передаточным отношением $i_{13}^H = \frac{\omega_1}{\omega_3}$ (при $\omega_H = 0$) = -2,5 и структурную схему, показанную на рис. 3. В этом случае

$$B = i_{H3}^1 = \frac{-i_{13}^H}{1 - i_{13}^H} = \frac{2,5}{3,5} = 0,714,$$

где i_{H3}^1 — передаточное отношение $\frac{\omega_H}{\omega_3}$ при $\omega_1 = 0$.

Уравнение 2 примет вид:

$$i_0 = (1 - 0,714)\Psi + 0,714.$$

Из него определим значения Ψ , которые обеспечат требуемый диапазон i_0 :

$$\begin{aligned} \Psi &= \frac{i_0 - 0,714}{1 - 0,714} = \\ &= \frac{(3,618...0,794) - 0,714}{1 - 0,714} = \\ &= 10,15...0,28. \end{aligned}$$

Получить такой интервал значений Ψ заданным в примере вариатором невозможно — мал диапазон его регулирования.

Для решения данной проблемы предлагается способ расширения диапазона регулирования вариатора. Пусть имеется некий трёхзвенный дифференциальный механизм (рис. 4). Его передаточное отношение $i_{H3}^1 = \frac{\omega_H}{\omega_1}$ при $\omega_3 = 0$ определяется известной зависимостью 4. Если $i_{13}^H \rightarrow 1$, то $i_{H3}^1 \rightarrow \infty$. Это свойство позволяет использовать дифференциальный механизм в качестве расширителя диапазона вариатора.

Соединим кинематически вариатор с дифференциальным механизмом таким образом, чтобы изменение передаточного отношения i_v вариатора вызывало изменение величины внутреннего передаточного отношения дифференциала — расширителя диапазона вариатора. Зависимость 4 примет вид формулы 5. Для соединения дифференциала-расширителя с исходным дифференциальным механизмом применим две (чтобы сохранить знак Ψ) зубчатые передачи с общим передаточным отношением i_Σ .

Пусть при $i_v = 1$ обеспечивается $\Psi = 10,15$, а при $i_v = 0,476$ обеспечивается $\Psi = 0,28$. Тогда необходимые значения i_{13}^{H*} и i_Σ определяются решением системы двух уравнений

$$\begin{cases} \frac{i_\Sigma}{1 - i_{13}^{H*}} = 10,15; \\ \frac{i_\Sigma}{1 - i_{13}^{H*} \cdot 0,476} = 0,28. \end{cases}$$

А именно: $i_{13}^{H*} \approx 0,985$, $i_\Sigma \approx 0,152 = -0,39(-0,39)$.

Кинематическая схема передачи приведена на рис. 5. Здесь 1^* , 3^* и H^* — основные звенья дифференциала-расширителя; ω_R — угловая скорость барабана вариатора; ω_r — угловая скорость вала вариатора. Пусть приняты следующие числа зубьев шестерён:

$$\begin{aligned} Z_1 &= 28; Z_3 = 70; Z_4 = 23; Z_5 = 59; \\ Z_6 &= 23; Z_7 = 59; Z_3^* = 42; \\ Z_8 &= 40; Z_9 = 40; Z_{10} = 42; \\ Z_{11} &= 66; Z_{12} = 25; Z_{13} = 25; \\ Z_{14} &= 67; Z_{15} = 42; Z_{16} = 40; \\ Z_{17} &= 40; Z_1^* &= 42. \end{aligned}$$

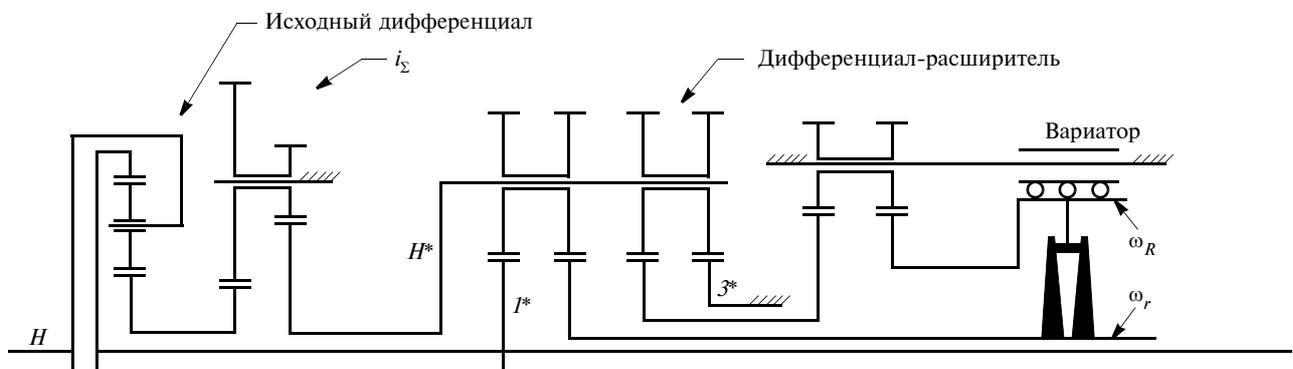


Рис. 5

При этих значениях чисел зубьев получим для дифференциала-расширителя:

$$i_{13}^{H*} \cdot i_v = -\frac{Z_3^*}{Z_8} \cdot -\frac{Z_9}{Z_{10}} \cdot -\frac{Z_{11}}{Z_{12}} \times \\ \times -\frac{Z_{13}}{Z_{14}} \cdot \frac{\omega_R}{\omega_r} \cdot -\frac{Z_{15}}{Z_{16}} \cdot -\frac{Z_{17}}{Z_1^*} = \\ = -\frac{42}{40} \cdot -\frac{40}{42} \cdot -\frac{66}{25} \cdot -\frac{25}{67} \cdot \frac{\omega_R}{\omega_r} \times \\ \times -\frac{42}{40} \cdot -\frac{40}{42} = 0,985 \cdot (1...0,476).$$

Для регулирующей цепи:

$$\Psi = -\frac{Z_4}{Z_5} \cdot -\frac{Z_6}{Z_7} \cdot i_{H1}^{3*} = \\ = \frac{23}{59} \cdot \frac{23}{59} \cdot \frac{1}{1-0,985 \cdot (1...0,476)} = \\ = 0,152 \cdot (66,67...1,883) = \\ = 10,134...0,286.$$

Таким образом, по уравнению 2 схема обеспечивает

$$i_0 = (1 - 0,714)(10,134...0,286) + \\ + 0,714 = 3,612...0,793,$$

а по уравнению 3

$$\alpha = \\ = \frac{3,612 - 0,714}{3,612} \dots \frac{0,793 - 0,714}{0,793} = \\ = 0,8...0,1.$$

То есть при диапазоне фрикционного вариатора 2,1 получен диапазон передачи 4,55 с одновременной разгрузкой вариатора ($\alpha = 0,8$ при $i_{\text{вариатора}} = 1$ и $\alpha = 0,1$ при $i_{\text{вариатора}} = 0,476$).

УДК 656.132

ВИБРАЦИИ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ВОДИТЕЛЯ АВТОБУСА

ПОПОВ А.В., канд. техн. наук ЧЕРНОВА Г.А.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского ГТУ
(alexandrus238@yandex.ru)

Рассматриваются технология и результаты поиска истинных причин вибраций на рабочем месте водителя.

Ключевые слова: водитель, вибрация, автобус, трансмиссия.

Popov A.V., Chernova G.A.

VIBRATIONS IN THE WORKPLACE OF THE BUS DRIVER

The technology and search results of the true causes of vibration at the driver's workplace are considered.

Keywords: driver, vibration, bus, transmission.

По показателям напряжённости трудового процесса общая оценка труда водителя согласно Руководству Р 2.2.2006—05 "Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда" соответствует классу 3.3, т. е. 3-я степень 3-го класса [1]. Данный класс характеризуется такими уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых, как правило, приводит к развитию в периоде трудовой деятельности профессиональных болезней лёгкой и средней степеней тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности), а также росту хронической (профессионально обусловленной) патологии.

Вибрация на рабочем месте водителя — один из важнейших факторов повышения тяжести и напряжённости трудового процесса. Это колебания высокой частоты и малой амплитуды. Основными источниками вибрации в автомобиле служат состояние и тип дорожного покрытия, работа двигателя и агрегатов

трансмиссии. Возникающие в процессе движения виброускорения растут с увеличением скорости движения, ухудшением качества дорожного покрытия, а также с уменьшением полезной нагрузки. Колебания могут происходить в продольном, поперечном и вертикальном направлениях [2]. Исследования показывают, что воздействие вибрации увеличивает физическое и умственное утомление, снижает внимание, ухудшает восприятие [3]. Также установлено, что вибрация влияет на частоту сердечных сокращений, кровяное давление и дыхание [4]. Длительное воздействие низкочастотной вибрации отрицательно влияет на состояние поясничного отдела позвоночника человека и повышает риск развития болей в указанной области [5, 6]. Водители автобусов находятся также в группе риска по заболеваниям опорно-двигательного аппарата [7].

Попробуем проследить связь между повышенной вибрацией на рабочем месте водителя автобуса и виб-

роускорениями элементов трансмиссии.

Автобусы, производимые холдингом "Бакулин Моторс Групп" под маркой "Волгабус", эксплуатируются, в частности, в автоколонне № 1732 г. Волжский. Соблюдение норм охраны труда является одним из приоритетов политики предприятия, в связи с чем по заказу перевозчика были произведены замеры уровня общей и локальной вибрации на рабочем месте водителя автобусов "Волгабус" моделей 4298G8, 5270GH, 6270, 5270. Измерения проводились ООО "Испытательная лаборатория "Труд" с применением следующего оборудования: шумомер-вибромметр, анализатор спектра "Экофизика-110А", анализатор шума и вибрации "Ассистент". Измерения виброускорений элементов трансмиссии проводились кафедрой "Автомобильный транспорт" Волжского политехнического института с помощью прибора "Алгоритм-03".

Локальную вибрацию подразделяют на действующую вдоль осей ортогональной системы координат X , Y , Z , где ось X параллельна оси места охвата источника вибрации (рулевого колеса), ось Y перпендикулярна ладони, а ось Z лежит в плоскости, образованной осью X и направлением подачи или приложения силы (или осью предплечья, когда сила не прикладывается). Общую вибрацию подразделяют на действующую вдоль осей ортогональной системы координат X , Y , Z , где X и Y — горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям; Z — вертикальная

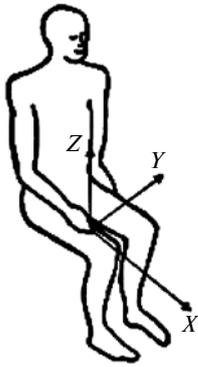


Рис. 1. Система координат действия вибрации на рабочем месте водителя

ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и т. п. [8] (рис. 1).

Для установления возможной зависимости между вибрациями на рабочем месте водителя и виброускорениями элементов трансмиссии необходимо проанализировать имеющиеся данные и провести дополнительные измерения. В соответствии с [9–12] установлены нормативные значения общей и локальной вибрации (табл. 1) на рабочем месте водителя.

Согласно ГОСТ 31319–2006, измерения общей вибрации на рабочем месте водителей транспортных средств должны выполняться в естественных ежедневных условиях нахождения работника на рабочем месте. По требованиям ГОСТ Р 55855–2013 должен быть выполнен ряд условий: шины транспортного средства должны быть без повреждений, давление — соответствовать инструкции изготовителя, допустимый износ — не превышать 20 % первоначальной высоты рисунка протектора. Передвижное регулируемое сиденье, на котором проводят измерения, должно быть отрегулировано так, чтобы водителю было удобно работать с органами управления, управляя АТС. В случае регулируемой подвески сиденья, она должна быть отрегулирована по массе водителя, чтобы исключить удары о нижний и верхний ограничители. Масса водителя — в пределах 70...90 кг. Перед испытаниями двигатель и другие агрегаты АТС прогревают до рабочей температуры. Испытания проводят при сле-

дующих метеорологических условиях: отсутствие атмосферных осадков; температура окружающего воздуха от -10 до $+40$ °С; скорость ветра, измеряемая на измерительном участке на высоте приблизительно 1,2 м, — не более 5 м/с. Все эти условия при измерениях были выполнены.

Исходя из фактических значений общей и локальной вибрации на рабочем месте водителя можно сделать следующее заключение: для автобуса мод. 5270GH фактический уровень вредного фактора воздействия соответствует гигиеническим нормативам (рис. 2); для автобусов же мод. 4298G8, 6270 и 5270 — не со-

ответствует (рис. 3–5). На рис. 2–5 нормативные значения показаны светлым, а фактические — темным цветом. Опираясь на сводные графики общей и локальной вибрации (рис. 6), можно сделать вывод: вибрации на рабочем месте водителя в автобусе "Волгабус-5270GH" — наименьшие по всем трём осям и не превышают нормативных значений, т. е. соответствуют гигиеническим нормативам, в отличие от других исследуемых моделей автобусов.

Таким образом, из всех четырёх исследуемых автобусов марки "Волгабус", только у мод. 5270GH вибрации на рабочем месте водителя не превышают нормативных значений

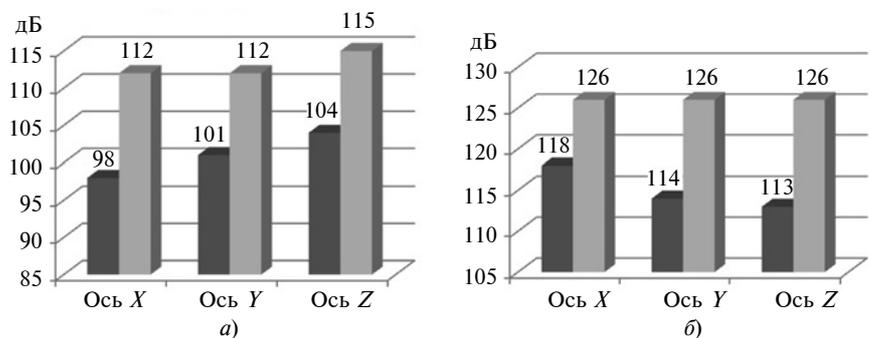


Рис. 2. Общая (а) и локальная (б) вибрация на рабочем месте водителя автобуса "Волгабус-5270GH"

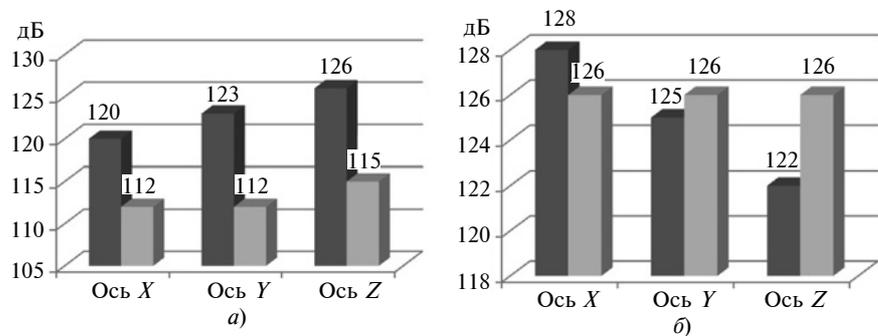


Рис. 3. Общая (а) и локальная (б) вибрация на рабочем месте водителя автобуса "Волгабус-4298G8"

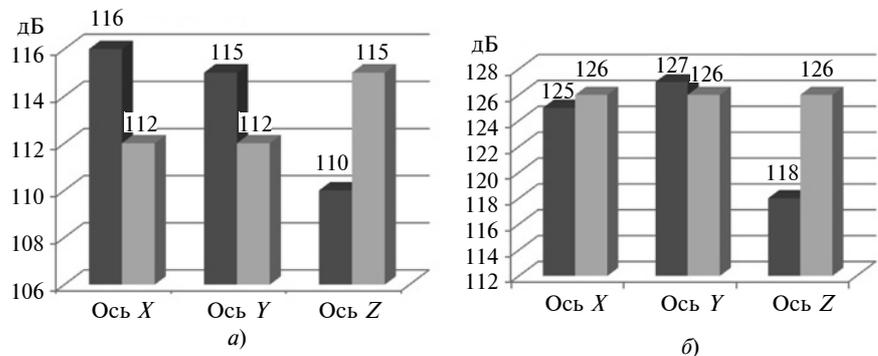


Рис. 4. Общая (а) и локальная (б) вибрация на рабочем месте водителя автобуса "Волгабус-5270"

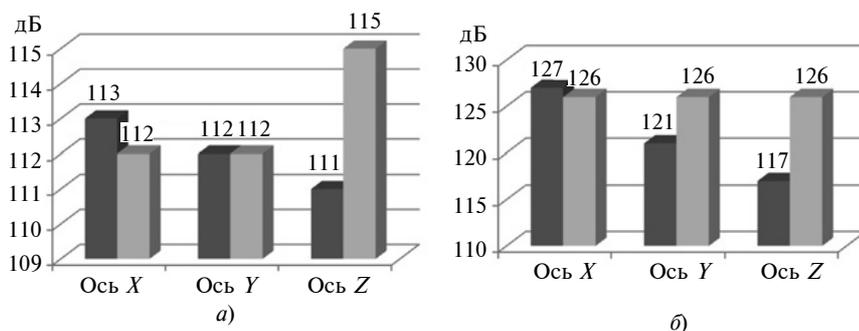


Рис. 5. Общая (а) и локальная (б) вибрация на рабочем месте водителя автобуса "Волгабус-6270"

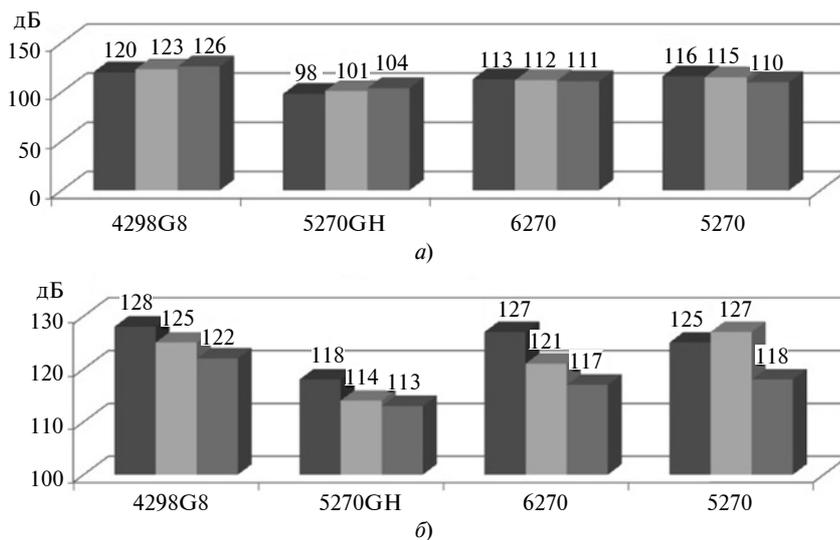


Рис. 6. Сводные графики общей (а) и локальной (б) вибрации исследуемых автобусов

и полностью соответствуют гигиеническим нормам, а остальные три — не соответствуют. Причиной тому могут служить повышенные виброускорения в элементах трансмиссии, ходовой части, двигателе.

В результате измерений действительно установлена зависимость между повышенной вибрацией на рабочем месте водителя автобуса и виброускорениями элементов трансмиссии. Измерения проводились на холостом ходу и под нагрузкой в нескольких точках (поддон двигателя, фланец КПП, задний мост, рама в центре). Замеренные среднеквадратичные значения виброускорения RMS представлены в табл. 2. (Автобус мод. 5270GH — с пробегом 45 000 км, частота вращения колесчатого вала на холостом ходу — 650 мин⁻¹, на 1-й передаче — 1300 мин⁻¹; мод. 4298G8 соответственно — 15 000 км, 600 мин⁻¹, 650 мин⁻¹; мод. 5270 — 82 000 км, 900 мин⁻¹, 1200 мин⁻¹; мод. 6270 — 37 000 км, 900 мин⁻¹, 1000 мин⁻¹.)

Проведённые измерения виброускорений имеют размерность м/с². Для того, чтобы сравнивать полученные значения со значениями виброускорений на рабочем месте водителя автобуса, которые имеют размерность в децибелах (дБ), и провести анализ полученных данных, необходимо выполнить перевод виброускорений автобуса из м/с² в дБ (рис. 7) по следующей формуле: $A_{дБ} = 20 \log_{10} A + 120$, где $A_{дБ}$ — виброускорение в децибелах, A — виброускорение в м/с², 120 дБ — уровень 1 м/с².

На автобусе "Волгабус-5270GH" виброускорения элементов трансмиссии наименьшие по трём осям и не превышают 137дБ. На моделях 4298G8, 5270 и 6270 на определённых узлах и агрегатах виброускорения достигают 153 дБ. Общая и локальная вибрации на рабочем месте водителя в автобусе мод. 5270GH также являются наименьшими, не превышают по осям X, Y, Z нормативных значений и соответствуют гигиеническим нормативам, тогда как на других исследуемых автобусах зафиксированы превышения нормативных значений общей и локальной вибрации, что гигиеническим нормам не соответствует.

Повышенные вибрации элементов трансмиссии, ходовой части и двигателя могут быть вызваны нарушением балансировки колёс, незатянутыми болтами и ослабленными креплениями, повышенными люфтами в сопрягаемых деталях и др. В свою очередь всё это приводит к повышенным вибрациям на рабочем месте водителя, как локальным, так и общим.

Очевидно, что между виброускорениями элементов трансмиссии, двигателя, ходовой части и вибрациями на рабочем месте водителя существует прямая связь. Следовательно, своевременная диагностика и техническое обслуживание данных узлов и агрегатов могут не только повысить срок эксплуатации транспортного средства, но и обеспечить необходимый уровень вибрационной защиты водителя транспортного средства, снизить напряжённость труда и утомляемость, риск возникновения заболеваний опорно-двигательного аппарата, а следовательно, повысить безопасность движения, снизить риск попадания автобуса в дорожно-транспортное

Таблица 1

Эквивалентный скорректированный уровень в рабочей зоне по осям	Нормативное значение вибрации		Класс условий труда по ГОСТ 31192.2—2005 (ИСО 5349-2:2001)
	общей, дБ	локальной, дБ	
X	112	126	2
Y	112	126	2
Z	115	126	2

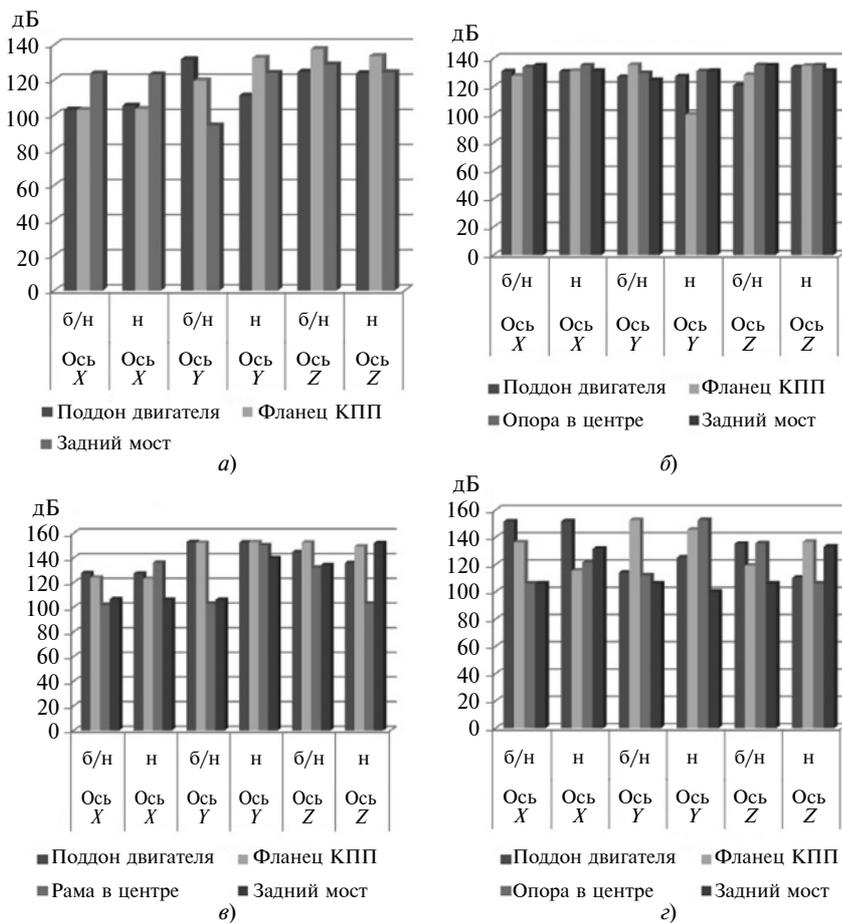


Рис. 7. Вибрации элементов трансмиссии автобусов "Волгабус" моделей 5270GH (а), 4298G8 (б), 6270 (в) и 5270 (г)

Таблица 2

Автобус "Волгабус" мод.	Место установки датчика	Максимальные текущие значения виброускорений RMS по осям, м/с ²					
		X		Y		Z	
		Без нагрузки	1-я передача	Без нагрузки	1-я передача	Без нагрузки	1-я передача
5270 GH	Поддон двигателя	0,141	0,184	3,85	0,355	1,7	1,55
	Фланец коробки передач	0,14	0,148	0,944	4,22	7,5	4,79
	Задний мост	1,51	1,41	0,05	1,58	2,72	1,64
4298G8	Поддон двигателя	3,5	3,4	2,2	2,3	1,1	4,8
	Фланец коробки передач	2,4	3,6	5,9	0,1	2,6	5,5
	Опора в центре	4,8	5,7	3,0	3,5	5,8	5,7
	Задний мост	5,7	3,6	1,7	3,6	5,6	3,6
5270	Поддон двигателя	2,4	2,3	43,7	42,2	17,2	6,2
	Фланец коробки передач	1,6	1,4	41,2	43,2	42,2	29,2
	Рама в центре	0,12	6,4	0,14	32,7	4,0	0,14
	Задний мост	0,21	0,2	0,2	9,7	5,1	39,4
6270	Поддон двигателя	37,9	38,9	0,5	1,8	5,8	0,33
	Фланец коробки передач	6,5	0,6	43,2	19,1	0,9	6,8
	Опора в центре	0,2	1,2	0,4	42,7	6,0	0,2
	Задний мост	0,2	3,8	0,2	0,1	0,2	4,5

происшествие и сохранить жизнь и здоровье не только водителю, но и всем пассажирам, находящимся внутри транспортного средства.

Литература

1. Попов А.В. Влияние транспортного потока на напряжённость труда водителя / А.В. Попов, Г.А. Чернова // Мир транспорта. — 2018. — Т. 16, № 5 (78). — С. 224—234.
2. Мишуринов В.М. Надёжность водителя и безопасность движения / В.М. Мишуринов, А.Н. Романов. — М.: Транспорт, 1990. — 167 с.
3. Du B.B., Bigelow P.L., Wells R.P., Davies H.W., Hall P., & Johnson P.W. (2017). The impact of different seats and whole-body vibration exposures on truck driver vigilance and discomfort. *Ergonomics*, 61(4), 528—537. doi: 10.1080/00140139.2017.1372638
4. Kubo, Mitsunori, Fumio Terauchi, Hiroyuki Aoki, and Yoshiyuki Matsuoka. 2001. "An Investigation into a Synthetic Vibration Model for Humans: An Investigation into a Mechanical Vibration Human Model Constructed according to the Relations between the Physical, Psychological and Physiological Reactions of Humans Exposed to Vibration". *International Journal of Industrial Ergonomics*. 27 (4): 219—232. doi:10.1016/S0169-8141(00)00052-4.
5. McCann M.R., Veras M.A., Yeung C. et al. Whole-body vibration of mice induces progressive degeneration of intervertebral discs associated with increased expression of $\text{IL-1}\beta$ and multiple matrix degrading enzymes. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2017. Vol. 25. № 5. P. 779—789.
6. Fan R., Liu J., Li Y., Liu J., & Gao J. (2018). Finite Element Investigation of the Effects of the Low-Frequency Vibration Generated by Vehicle Driving on the Human Lumbar Mechanical Properties. *BioMed Research International*. 2018. 1—9. doi: 10.1155/2018/7962414
7. Thamsuwan O., Blood R.P., Ching R.P., Boyle L., & Johnson P.W. (2013). Whole body vibration exposures in bus drivers: A comparison between a high-floor coach and a low-floor city bus. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 43(1), 9—17. doi: 10.1016/j.ergon.2012.10.003
8. ГОСТ Р 55855—2013 Автомобильные транспортные средства. Методы измерения и оценки общей вибрации.
9. ГОСТ 31319—2006 (ЕН 14253:2003) Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка её воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах.
10. ГОСТ 31191.1—2004 (ИСО 2631-1:1997) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка её воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.
11. ГОСТ 31192.1—2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка её воздействия на человека. Часть 1. Общие требования [ГОСТ 31192.1—2004 (ISO 5349-1:2001) Vibracija. Izmerenje lokal'noj vibracii i ocenka ee vozdejstvija na cheloveka. Chast' 1. Obshhie trebovanija].
12. ГОСТ 31192.2—2005 (ИСО 5349-2:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка её воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах.
13. Руководство Р 2.2.2006—05 "Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда".

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМОБИЛЬНЫМ ФАРАМ

РАЗГОВОРОВ К.И.

Бюро независимых автотехнических экспертиз
(<http://avtoekspertiza.msk.ru>)

Проведён анализ современных требований к автомобильным компонентам системы освещения. На основе проведённых исследований особое внимание уделяется перспективам развития светодиодных фар.

Ключевые слова: компоненты световых приборов, автотехническая экспертиза.

Razgovorov K.I. THE MODERN REQUIREMENTS FOR AUTOMOTIVE HEADLIGHTS

The analysis of modern requirements to automobile components of light devices is carried out. Based on the research, special attention is paid to the prospects of development of led headlights.

Keywords: components of lighting devices, autotechnical expertise.

Как известно, свет, излучаемый фарами дальнего и ближнего света, должен быть белым, а передними противотуманными фарами — белым либо жёлтым. Установка на автомобилях спереди двух или четырёх фар дальнего и двух ближнего света обязательна, а двух противотуманных — возможна. При этом водителю не должен мешать излучаемый свет, отражённый зеркалами заднего вида и (или) другими светоотражающими поверхностями транспортного средства. Применение каких-либо из перечисленных фар на прицепах не допускается.

Для транспортных средств категории N3 в настоящее время допускается установка дополнительной пары фар дальнего света при условии, что одновременно может гореть не более двух пар и при переключении дальнего света на ближний все фары дальнего света выключаются одновременно. Отдельных предписаний по установке фар дальнего света не предусмотрено, кроме того, что свет фар должен быть направлен вперед. Например, фирма "Скания" крепит на своих тягачах дополнительные фары на уровне крыши.

Существующие в настоящее время типы фар дальнего и ближнего света представлены в табл. 1. Типы фар, как и прочих световых приборов, а также другие

обозначения указываются на их корпусах или рассеивателях нестираемым способом. Правила ЕЭК ООН № 48 предписывают направление пучка света по вертикали и положения светотеневых границ его пятна на экране для ближнего света и для противотуманных фар.

Конструкция фары или источника света, излучающего ближний свет, должна предусматривать особую форму светового пятна на белом матовом экране, расположенном в вертикальной плоскости, перпендикулярной к продольной оси транспортного средства. Характерная форма этого пятна для фар европейской системы светораспределения типа С, НС, CR, HCR представлена на рис. 1, а. Вертикальная плоскость, содержащая исходную ось фары, делит экран на две части линиями V-V. Левая часть экрана содержит горизонтальную часть светотеневой границы, параллельную линии H-H, а правая — наклонную, составляющую угол 15° с горизонталью. Для фар типа DC, DCR она может, кроме того, иметь форму, показанную на рис. 1, б. Иные требования предъявляются к световому пятну противотуманных фар (рис. 1, в).

На фаре европейской системы светораспределения, применяемой при левостороннем движении, может быть нанесён значок официального утверждения типа ЕЭК ООН, однако при этом на дорогах с правосторонним движением использование таких фар создаёт реальную опасность ослепления водителей встречных транспортных средств. Помимо знака официального утверждения фара для левостороннего движения имеет в маркировке символ в виде стрелки \rightarrow , нанесённый рядом с обозначением типа фары. Универсальные фары, применяемые для лево- и правостороннего движения, маркируются символом "o" и должны иметь специальный переключатель режимов светораспределения.

С помощью механизмов регулировки фары или корректирующих приспособлений проекция исходной оси на экране может смещаться по вертикали, создавая при этом наклон фары относительно оси отсчёта (рис. 2). Этот наклон характеризуется расстоянием e (в миллиметрах) от проекции центра фары до точки пересечения левой части светотеневой границы пучка света на экране, удалённом на расстояние 10 м от рассеивателя фары. Он может выражаться также в процентном отношении e к расстоянию до экрана ($\text{tg}\alpha$). При этом 100 мм абсолютного снижения соответству-

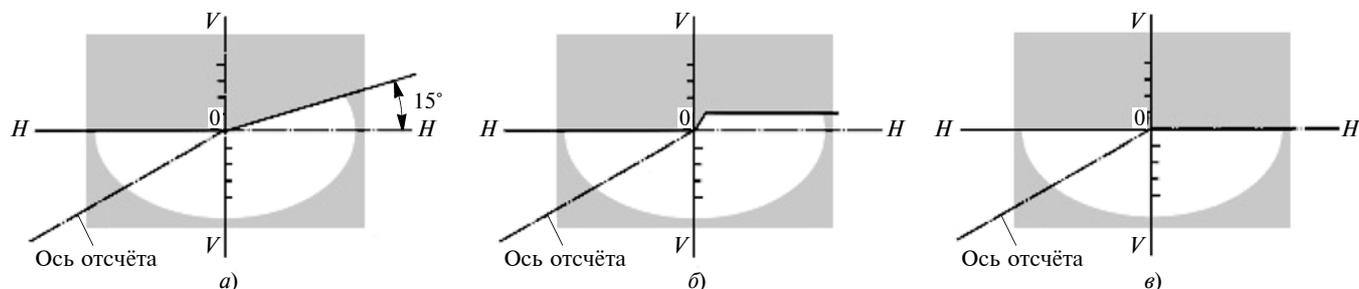


Рис. 1. Форма светового пятна:

а — фары ближнего света с обычной или галогенной лампой накаливания; б — фары ближнего света с газоразрядным источником света; в — противотуманной фары

ет 1 % относительного. При производстве транспортных средств завод-изготовитель может устанавливать определённый первоначальный наклон светотеневой границы, который указывается на корпусе фары или рядом с ней условным обозначением (рис. 3).

В зависимости от высоты (в метрах), на которой расположена фара *ближнего света*, вертикальный наклон её светотеневой границы должен оставаться в пределах, указанных в табл. 2. Отрицательные значения наклона здесь соответствуют наклону вниз. Для транспортных средств категории N3G (повышенной проходимости), у которых высота установки фар более 1200 мм, пределы вертикального наклона должны составлять от $-1,5$ до $-3,5$ % при первоначальной направленности от -2 до $-2,5$ %.

Согласно [3] положение светотеневой границы *ближнего света* фары должно соответствовать значениям, указанным в табл. 3. Фары типа R (HR, DR)

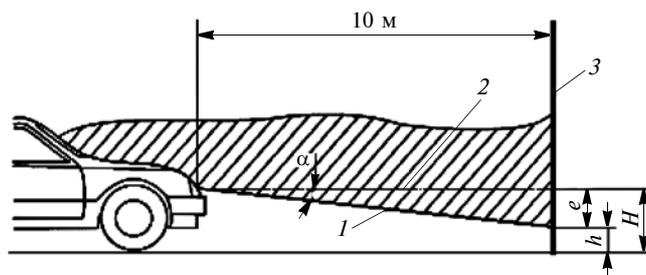


Рис. 2. Схема расположения фары транспортного средства относительно измерительного экрана:

1 — светотеневая граница; 2 — ось отсчёта; 3 — матовый экран

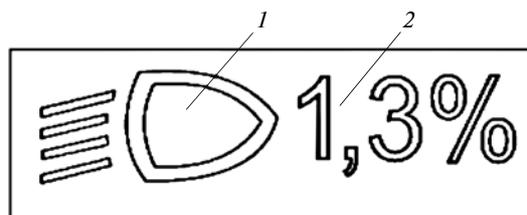


Рис. 3. Условное обозначение первоначального наклона светотеневой границы:

1 — пиктограмма ближнего света фар; 2 — величина первоначального наклона

должны быть отрегулированы так, чтобы угол наклона наиболее яркой (центральной) части светового пучка в вертикальной плоскости находился в диапазоне $0...34'$ вниз от оси отсчёта Н-Н. При этом вертикальная плоскость симметрии наиболее яркой части светового пучка должна проходить через ось отсчёта V-V.

Сила света каждой из фар типа С (HC, DC) и CR (HCR, DCR) в режиме *"ближний свет"*, измеренная в проекции V-V вертикальной плоскости на измерительном экране, проходящей через ось отсчёта, должна быть следующей: не более 750 кд в направлении $34'$ вверх от положения левой части светотеневой границы и не менее 1600 кд в направлении $52'$ вниз от положения левой части светотеневой границы. При этом сила света фар типа CR (HCR, DCR) в режиме *"дальний свет"* должна измеряться в направлении $34'$ вверх от положения левой части светотеневой границы режима *"ближний свет"* в вертикальной плоскости, проходящей через ось отсчёта. Измерение же силы света фар типа R (HR, DR) должно производиться в центре наиболее яркой части светового пучка.

Сила света всех фар типа R (HR, DR) и CR (HCR, DCR), расположенных на одной стороне транспортного средства, в режиме *"дальний свет"* не должна быть меньше 10 000 кд. Максимальная сила света всех фар дальнего света, которые могут быть включены одновременно, не должна превышать 225 000 кд, что соответствует контрольному значению, равному 75. Это значение представляет собой сумму отдельных контрольных значений, которые указаны на рассеивателе каждой фары дальнего света рядом со значком официального утверждения типа.

Светотеневая граница пучка света *противотуманной фары* типа В (НВ) должна быть параллельна плоскости

Таблица 1

Тип фары по назначению	Маркировка фары в зависимости от типа и применяемого источника света		
	Лампа накаливания	Галогенная лампа	Газоразрядная лампа
Ближнего света	С	HC	DC
Дальнего света	R	HR	DR
Ближнего и дальнего света	CR	HCR	DCR

Таблица 2

Высота установки фары, м	Положение светотеневой границы ближнего света	
	Диапазон первоначального наклона, %	Пределы наклона светотеневой границы, %
$H < 0,8$	От 1,0 до $-1,5$	От $-0,5$ до $-2,5$
$0,8 < H < 1,0$	От $-1,0$ до $-1,5$	От $-0,5$ до $-2,5$
$H > 1,0$	От $-1,5$ до $-2,0$	От $-1,0$ до $-3,0$

Таблица 3

Высота установки фар ближнего света (по центру рассеивателя), мм	Расстояние от проекции центра фары до светотеневой границы на экране, удалённом на 10 м, мм
До 600	100
От 600 до 700	130
От 700 до 800	150
От 800 до 900	176
От 900 до 1000	200
От 1000 до 1200	220
От 1200 до 1600	290

рабочей площадки, на которой установлено транспортное средство. Расположение этой границы должно соответствовать указанному в табл. 4.

Наряду с автомобилями, оснащёнными фарами европейской системы светораспределения, могут эксплуатироваться автомобили с фарами американской системы светораспределения, если это предусмотрено их конструкцией. На таких фарах, разумеется, нет европейского знака утверждения типа "Е", однако имеется обозначение департамента транспорта США "DOT" (*Department of transport*). Ближний свет таких фар не имеет чётко выраженной светотеневой границы, поэтому проверка его заключается в оценке симметричности расположения светового пятна относительно линии V-V на экране и размещении наиболее яркой части светового пятна в зоне, расположенной ниже линии Н-Н.

Дополнительное требование предъявляется к автомобилям, оснащённым фарами с газоразрядными источниками света. Это обязательное наличие и исправность омывателей и автоматических корректоров фар. При этом под корректором понимается устройство для автоматического регулирования наклона пучка ближнего и(или) дальнего света в зависимости от загрузки транспортного средства, профиля дороги и условий видимости. Такие устройства, как правило, снабжены датчиком положения подвески, сигнал которого преобразуется в исполнительное воздействие механизма, переводящего фару в требуемое положение.

Фары дальнего света могут включаться одновременно или попарно. При переключении дальнего света на ближний все фары дальнего света должны выключаться одновременно, тогда как фары ближнего света могут оставаться включёнными одновременно с фарами дальнего света. При наличии фар ближнего света с газоразрядными источниками света они должны непременно оставаться включёнными при включённых фарах дальнего света, так как более инерционны при переключении.

Все внешние световые приборы должны иметь обозначения, которые содержат информацию об официальном утверждении типа данных устройств, их классах и некоторых характеристиках. При этом кроме знака официального утверждения типа и его номера на них наносится соответствующий буквенно-цифровой код — на рассеиватели или корпусные детали в легкодоступных местах.

Таблица 4

Высота установки противотуманных фар (по центру рассеивателя), мм	Расстояние от проекции центра фары до светотеневой границы на экране, удалённом на 10 м, мм
От 250 до 500	100
От 500 до 750	200
От 750 до 1000	400

Тип источника света	Основные характеристики источников света на напряжение 12В		
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Светоотдача, лм/Вт
Лампа накаливания	3—27	22—500	10—18
Галогенная лампа	55—65	1450—2100	22—32
Ксеноновая лампа	35	2800—3200	80—90
Светодиоды	До 20	500—1000	30—50

Источники света характеризуются рядом параметров: напряжение, мощность, световой поток (табл. 5). Производным этих параметров является световая отдача (*световой поток на единицу мощности*), выступающая своеобразным показателем эффективности и экономичности лампы.

Отражатель в зависимости от типа фары обеспечивает отражение света от источника непосредственно на дорогу или оптическую линзу. Он изготавливается из пластмасс или металла. Более универсальны пластмассовые отражатели, позволяющие создать любые геометрические формы. На поверхность отражателя нанесён тонкий слой алюминия. Основные типы отражателей: параболический, свободной формы и эллипсоидный. *Параболический* отражатель используется в классических фарах, в которых уровень освещённости пропорционален размеру отражателя (больше отражатель больше света). Отражатель *свободной формы* (HNS, *homogeneous numerically calculated surface*) разделён на отдельные участки (вертикальные, радиальные), которые имеют свое фокусное расстояние и оптимизированы на определённый характер отражения света. Отражатель типа HNS обеспечивает высокую однородность освещения. Геометрическая поверхность отражателя разрабатывается с помощью компьютерного моделирования. Параболический отражатель и отражатель свободной формы составляют основу отражательных (рефлекторных) фар. *Эллипсоидный* отражатель является частью полиэллипсоидной системы освещения (PES, *Poly Ellipsoid System*). Эллипсоидный отражатель совместно с оптической линзой позволяет значительно сократить размеры фары при сохранении уровня освещения и направленности светового пучка. Такие отражатели имеют проекционные (прожекторные) фары, в обиходе их называют "линзованными". Роль рассеивателя в современных фарах минимальна, так как распределение света осуществляется в основном отражателем. С 1992 года широко используются пластмассовые рассеиватели.

Большую популярность на обычных серийных автомобилях у производителей автомобилей набирают фары головного света, использующие в качестве источника света *светодиоды* (LED, *light emitting diode*). Главные их достоинства — сверхнизкое энергопотребление и очень большой ресурс работы, составляющий от 30 000 до 100 000 часов. К примеру, ресурс обычной

автомобильной галогенной лампы — 2000 ч. Применение светодиодов в автомобиле началось с замещения ими ламп накаливания в устройствах внутреннего освещения (плафоны, подсветка приборов) и индикаторных ламп. Затем светодиоды стали использоваться в задних фонарях, дополнительных стоп-сигналах и дневных ходовых огнях. В качестве источников ближнего и дальнего света освещения — с 2007 г. Несмотря на значительные преимущества, примеров светодиодных головных фар серийных автомобилей пока не так много: ряд моделей "Ауди", "Калиллак", "Лексус".

Светодиодная фара "Ауди R8" состоит из трёх многокристаллических светодиодов, включающих по два простых светодиода, каждый со своим отражателем. Световой поток от всех светодиодов преобразуется в общей проекционной линзе. Для создания светотеневой границы в светодиодной фаре используется световой экран. В зависимости от условий движения управляющая электроника зажигает определённое число светодиодов, свет от которых, преломляясь через линзу, освещает только тот участок, который необходим в данный момент движения.

Высшим на сегодняшний день уровнем развития светодиодной оптики являются матричные фары, принцип работы которых такой же, как и обычных, с поправкой на то, что светодиоды объединены в соты, а их в одной фаре может быть несколько десятков. Причём каждый из диодов можно не только включать и выключать, но и менять его яркость. С помощью таких фар можно создать практически любой "рисунок" освещения.

И последнее. Ряд производителей сейчас предлагают сравнительно недорогие светодиодные сборки с цоколем от стандартных галогенных ламп для установки их в обычные фары. Такие "светодиодные лампы", несмотря на то, что светят очень ярко, не обеспечивают требуемого светораспределения, что может быть чревато и ослеплением встречного водителя, и недостаточной освещённостью дороги. А нередко такие "лампы" даже не помещаются в фару. От приобретения таких компонентов, разумеется, следует воздержаться.

Литература

1. ГОСТ 8769—75 Приборы внешние световые автомобилей, автобусов, троллейбусов, тракторов, прицепов и полуприцепов. М.: Стандартиформ, 2010.
2. ГОСТ Р 41.99—99 (Правила ЕЭК ООН № 99) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения газоразрядных источников света для использования в официально утверждённых газоразрядных оптических элементах механических транспортных средств. М.: Госстандарт России, 2000.
3. ГОСТ Р 41.48—2004 (Правила ЕЭК ООН N 48) Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств в отношении установки устройств освещения и световой сигнализации. Издательство стандартов, 2005.
4. ГОСТ Р 41.112—2005 Единообразные предписания, касающиеся автомобильных фар, испускающих асимметричный луч ближнего или дальнего света либо оба луча и оснащённых лампами накаливания. М.: Стандартиформ, 2005.
5. ГОСТ Р 41.98 (Правила ЕЭК ООН N 98) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения фар механических транспортных средств с газоразрядными источниками света. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
6. ГОСТ Р 51709—2001 Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки (с Изменением N 1). М.: Стандартиформ, 2008.
7. ГОСТ Р МЭК 60809—2012 Лампы для дорожных транспортных средств. Требования к размерам, электрическим и световым параметрам. Издательство стандартов, 2013.

УДК 62.629

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ И СИЛОВОГО НАГРУЖЕНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ПРИЦЕПА MAZ-8926

МИТИНА Т.Е., д-р техн. наук СЛИВИНСКИЙ Е.В.
Елецкий ГУ имени И.А. Бунина (evgtnti_sl@mail.ru)

Представлены материалы, касающиеся аналитических исследований колебаний и силового нагружения прицепа, снабжённого торсионным рессорным подвешиванием и адаптивным гидромеханическим гасителем колебаний, выполненным по патенту RU2475390.

Ключевые слова: рессорная подвеска, торсион, адаптивный демпфер, амплитуда, резонанс.

T.E. Mitina, E.V. Slivinsky INVESTIGATION OF VIBRATIONS AND POWER LOADING OF THE MODERNIZED AUTOMOBILE TRAILER MODELS MAZ-8926

In this article the materials concerning the analytical studies of oscillations and force loading of the trailer is equipped with torsion spring suspension and adaptive hydromechanical damper made according to the patent RU2475390.

Keywords: leaf spring, torsion, adaptive damper, amplitude, resonance

Ранее было разработано на уровне изобретения техническое решение (RU2475390), позволяющее упростить конструкцию рессорного подвешивания автомобильных полуприцепов и прицепов с заменой листовых рессор торсионами по компоновочной схеме независимой подвески. Предложенное техническое решение представляет собой комплекс, состоящий из адаптивной рессоры и гидромеханического гасителя колебаний, расположенного в пустотелом стержне торсиона. В ходе дальнейшей работы было необходимо оценить его работоспособность и установить основные кинематические и геометрические характеристики на примере модернизированного прицепа MAZ-8926 (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид прицепа MAZ-8926

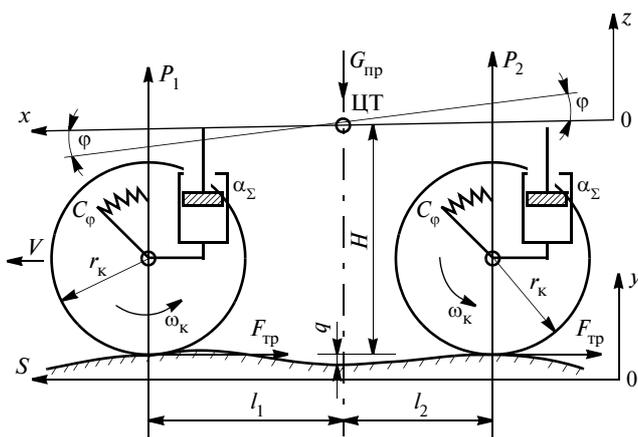


Рис. 2. Расчётная схема

Для изучения колебаний и динамического нагружения предложенной конструкции разработана расчётная схема (рис. 2) и проведены аналитические исследования с использованием основ приближённого метода, характерного для нелинейной системы подобного вида системы поддресоривания. При составлении расчётной схемы приняты следующие допущения: движение прицепа происходит по прямолинейному отрезку пути; профиль пути под обоими колёсами прицепа одинаков; уклон дорожного полотна отсутствует.

Выберем для описания прямолинейного движения прицепа следующие обобщённые координаты: перемещение X центра тяжести прицепа в направлении движения; вертикальное перемещение Z центра тяжести прицепа; угловое перемещение φ кузова прицепа в вертикальной плоскости относительно поперечной оси, проходящей через его центр тяжести. Систему обобщённых координат принимаем декартову, левую. Воспользовавшись уравнениями Лагранжа, дифференциальные уравнения прямолинейного движения прицепа запишем в виде формул 1 (в таблице).

Профиль пути, по которому движется прицеп, может быть записан в виде функциональной зависимости $q = f(s)$, где q — отклонение профиля пути, принятое за начало отсчёта высот неровностей, а s — координата, отсчитываемая от неподвижной точки пути в направлении движения прицепа и эта величина может быть определена по зависимости — $s = x + H_0\varphi$, где H_0 — расстояние от горизонтальной поверхности до центра тяжести прицепа. Запишем кинетическую энергию прицепа как механической системы в виде формул 2. Подставив уравнения 2 в уравнения 1, получим уравнения прямолинейного движения прицепа в виде формул 3. Обозначения, введённые в этой системе уравнений, описаны формулами 4.

Для определения обобщённых сил запишем элементарную работу внутренних и внешних сил, действующих на прицеп при его прямолинейном движении (формула 5). Произведя ряд преобразований, обобщённые силы Q_x , Q_z и Q_φ , входящие в уравнения 1, можно определить по зависимостям 6. Подставляя уравнения 6 в правую часть уравнений 3, получим систему

уравнений, характеризующих прямолинейное движение прицепа и колебания его кузова в виде формул 7.

Эти уравнения позволяют дать оценку положения центра тяжести прицепа, влияние на такое движение его рамы с торсионами и определить характеристики системы поддресоривания, влияющие на плавность хода прицепа в движении. Однако сложность уравнений ограничивает их применение при инженерных расчётах систем поддресоривания прицепов, проще использовать методику линеаризации уравнений колебаний экипажной части безрельсовых транспортных средств, что даёт возможность проводить как качественное, так и количественное исследование нелинейных систем поддресоривания с достаточной для практики точностью. Такой метод основан на использовании уравнений колебаний кузова прицепа, которые для индивидуальных систем поддресоривания могут быть записаны в виде формулы 8. При этом сила P_i может быть представлена в виде двух сил: $P_i = P_{yi}(f) + P_{ГДМi}(f)$, т. е. сил, вызванных перемещением торсионной рессорной подвески (характеризуется крутильной жёсткостью стержня торсиона) и сопротивлением гидромеханического демпфера, расположенного внутри торсиона.

Видно, что силы P_i , приложенные к торсионам и раме прицепа от неровностей пути, могут быть выражены через обобщённые координаты φ , z , y и частоту внешнего возмущения $p = 2\pi\nu/\alpha$, где α — безразмерная переменная, связанная со временем t линейной зависимостью $\alpha = pt$. Тогда уравнения 8 можно записать в виде формул 9. Суммарный коэффициент демпфирования α_z гидромеханического демпфера, размещённого в стержне торсиона, который можно определить по формуле 10.

Анализируя последнюю формулу, видим, что переменный суммарный гидромеханический коэффициент демпфирования α_z предложенного технического решения будет зависеть как от гидравлических сопротивлений в канале, вязкости рабочей жидкости и турбулентности потока $\alpha(t)$, возникающих в каналах поршня и штока, так и от механических $\alpha_m(t)$, характеризующихся жёсткостью $C_{\text{фш}}$ переменного сечения штока поршня. Такая комплексная его конструктивная характеристика позволяет эффективно в автоматическом режиме и в широком диапазоне воздействия динамических нагрузок, возникающих в рессорной подвеске прицепа, гасить колебания.

Общее решение уравнений 9 ищем в форме:

$$z = e^{-nt}(C_1 \cos kt + C_2 \sin kt); \quad \varphi = e^{-nt}(C_1 \cos kt + C_2 \sin kt).$$

Решая уравнения 9, можно определить амплитуду установившихся колебаний поддресоренной массы z_0 и амплитуду φ_0 соответственно по зависимостям 11 и 12. Для резонансных режимов зависимости имеют вид формулы 13.

Для определения рациональных геометрических параметров предложенного перспективного торсионно-рессорного подвешивания прицепа необходимо определить крутящие моменты $M_{\text{кр}}$, возникающий на штоке гасителя и стержне торсиона, а следовательно,

№	Формула	Примечания
1	$\frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{d\dot{x}} \right) - \frac{dT}{dx} = Q_x; \frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{d\dot{z}} \right) - \frac{dT}{dz} = Q_z; \frac{d}{dt} \left(\frac{dT}{d\dot{\varphi}} \right) - \frac{dT}{d\varphi} = Q_\varphi$	T — кинетическая энергия прицепа как механической системы; Q — обобщённая сила по соответствующей координате
2	$T = T_1 + T_2 + T_3 = \sum_{k=1}^{k=3} T_k;$ $T_1 = \frac{1}{2} (m_0 \dot{x}^2 + m_0 \dot{z}^2 + J_0 \dot{\varphi}^2);$ $T_2 = \frac{1}{2} m_p (\dot{\xi}^2); T_3 = \frac{1}{2} \sum_1^3 (J_1 \dot{\omega}_1^2 + J_2 \dot{\omega}_2^2);$ $\sum_1^3 [J_1 (\dot{s} + \sigma \dot{f}_n)^2 + J_2 (\dot{s} + \sigma \dot{f}_n)^2]$	T_1, T_2 и T_3 — кинетическая энергия кузова прицепа, рамы и ходовой части соответственно; m_0 — поддресоренная масса кузова прицепа с грузом; J_0 — момент инерции кузова прицепа относительно поперечной оси, проходящей через его центр масс; m_T — масса рамы; m_K — масса колёс; $\dot{\xi}$ — абсолютная скорость центра тяжести кузова, равная $\dot{\xi} = \dot{s} - h_0 \dot{\varphi}$ (где h_0 высота центра масс прицепа); J_1, J_2 — моменты инерции колёс; $\dot{\omega}_1, \dot{\omega}_2$ — угловые скорости колёс; σ — коэффициент, связывающий скорость перемещения колеса относительно кузова с относительной скоростью его поступательного движения; \dot{f}_n — скорость перемещения колеса относительно кузова прицепа
3	$m_0 \ddot{x} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial}{\partial \dot{x}} \sum_{k=1}^{k=3} T_k \right) + \sigma A_p (\dot{s} + \sigma \dot{f}_n) \frac{\partial^2 y_n}{\partial s^2} \dot{s} = Q_x;$ $m_0 \ddot{z} - \sigma A_p (\dot{s} + \sigma \dot{f}_n) = Q_z;$ $J_0 \ddot{\varphi} - h_0 \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T_2}{\partial \dot{x}} \right) - \sigma l_n A_p (\dot{s} + \sigma \dot{f}_n) = Q_\varphi + (m_0 \ddot{x} - Q_x) H_0$	—
4	$A_p = \sum_{i=1}^{i=k} J_i \omega_i^2; \frac{d}{dt} \left(\frac{dT_2}{d\dot{x}} \right) = 2m_K (\ddot{s} - h_0 \ddot{\varphi});$ $\frac{d}{dt} \left(\frac{dT_3}{d\dot{x}} \right) = A_p (\dot{s} + \sigma \dot{f}_n) \left(1 + \sigma \frac{\partial y_n}{\partial s} \right) + \sigma A_p (\dot{s} + \sigma \dot{f}_n) \frac{\partial^2 y_n}{\partial s^2} \dot{s}$	—
5	$\delta A = - \sum_{i=1}^{i=3} P_i \delta f_i + P_{\text{тяг}} \delta \varepsilon - \delta A_{\text{тр}} - \delta A_{\text{ДРП}} - \sum_{i=1}^{i=3} G_{\text{РТ}} \delta y_i + G_0 \delta z$	P_i — сила, действующая на прицеп через систему поддресоривания от кузова прицепа; f_i — перемещение i -го колеса относительно кузова прицепа; $P_{\text{тяг}}$ — тяговое усилие, приложенное к раме прицепа от тягача; ε — коэффициент скоростной характеристики, зависящий от тяговой способности тягача, его средней скорости и высоты неровности пути; $A_{\text{тр}}$ — элементарная работа сил трения на колёсах прицепа; $A_{\text{ДРП}}$ — элементарная работа, затрачиваемая на упругую деформацию шины колеса прицепа; $G_{\text{РТ}}$ — собственный вес рамы прицепа с торсионами; $y_i(q)$ — высота неровности пути; G_0 — собственный вес поддресоренной части прицепа; Z — вертикальное перемещение кузова прицепа; $R_{\text{СД}}$ — сила сопротивления движению прицепа
6	$Q_x = \sum_{i=1}^{i=3} (P_i + G_{\text{РТ}}) \frac{\partial y_i}{\partial s} + P_{\text{тяг}} - R_{\text{СД}};$ $Q_z = \sum_{i=1}^{i=3} P_i - \sigma P_{\text{тяг}} - G_0;$ $Q_\varphi = \sum_{i=1}^{i=3} P_i l_i - l_n \sigma P_{\text{РТ}} + H_0 Q_x$	
7	$\delta m \ddot{x} + [(\delta m - m_0) H_0 - 2m_{\text{РТ}} h_0 - \sigma A_T l_n] \ddot{\varphi} - A_T \sigma \ddot{z} =$ $= \sum_{i=1}^{i=3} (P_i + G_{\text{РТ}}) \frac{\partial y_i}{\partial s} + (P_{\text{тяг}} - R_{\text{СД}}) - \sigma A_T \frac{\partial^2 y_n}{\partial s^2} \dot{x}^2;$ $(m_0 + \sigma^2 A_T) \ddot{z} - \sigma A_T \ddot{x} - \sigma A_T (H_0 - l_n \sigma) \ddot{\varphi} =$ $= \sum_{i=1}^{i=3} P_i - \sigma G_{\text{РТ}} + \sigma^2 A_T \frac{\partial^2 y_n}{\partial s^2} - G_0;$ $[J_0 - 2m_{\text{РТ}} H_0 h_0 + 2m_{\text{РТ}} h_0^2 - \sigma l_n A_T (H_0 - \sigma l_n)] \ddot{\varphi} - (2m_{\text{РТ}} h_0 +$ $+ \sigma l_n A_T - m_0 H_0) \ddot{x} + \sigma^2 l_n A_T \ddot{z} = \sum_{i=1}^{i=3} P_i l_i - \sigma l_n P_{\text{тяг}} + \sigma^2 l_n A_T \frac{\partial^2 y_n}{\partial s^2} \dot{x}^2$	—
8	$m_0 \ddot{z} = \sum P_i (f_i \dot{f}_i) - G_0$ и $J_i \ddot{\varphi} = \sum l_i P_i (f_i \dot{f}_i)$	$P_i = P_{y_i}(f) + P_{\text{ГДМ}_i}(\dot{f})$
9	$m_0 \ddot{z} + \sum_{i=1}^{i=3} \alpha_{\Sigma} \dot{z} + \sum_{i=1}^{i=3} c_{\varphi i} \dot{z} = \sum_{i=1}^{i=3} F_0 \sin pt;$ $J_0 \ddot{\varphi} + \sum_{i=1}^{i=3} \alpha_{\Sigma} l_i \dot{\varphi} + \sum_{i=1}^{i=2} c_{\varphi i} \dot{\varphi} = \sum_{i=1}^{i=3} M$	$F_0 = P_i + G_0; M = P_i l_i; \alpha_{\Sigma}$ — суммарный коэффициент демпфирования гидромеханического демпфера

№	Формула	Примечания
10	$\alpha_{\Sigma} = \alpha(t) + \alpha_M(t) = \frac{128\mu K l S^2 \zeta}{\pi d^4} + \frac{P_i k_{\text{дин}}}{V_0 \varphi_{\text{рад}}}$	μ — коэффициент расхода рабочей жидкости, зависящий от её вязкости; $l = l_B + l_T$ — суммарная длина канала дросселя, включающая длины вертикальных и горизонтальных участков; S — приведённая площадь поршня; d — эквивалентный диаметр канала; ζ — коэффициент гидравлических потерь в дроссельном канале, учитывающий потери на входе, в колене и по длине тракта; P_i — окружное усилие на поршне; $k_{\text{дин}}$ — динамический коэффициент; V_0 — окружная скорость поршня; $\varphi_{\text{рад}}$ — угол поворота поршня; c_{φ} — крутильная жёсткость стержня торсиона
11	$z_0 = \frac{P_i + G_0}{\sqrt{(c - m_0 \omega^2)^2 + (\alpha_{\Sigma} \omega)^2}}$	ω_B — круговая частота возмущения; $\varphi_{\text{ст}}$ — перемещение кузова прицепа при статическом действии момента lP_i ; ω — круговая частота вынужденных колебаний; γ_{φ} — угол поворота стержня торсиона; D_{φ} — коэффициент динамичности угловых колебаний
12	$\varphi_0 = \varphi_{\text{ст}} D_{\varphi} = \varphi_{\text{ст}} \left\{ \left[1 - \left(\frac{\omega_B}{\omega_{\varphi}} \right)^2 \right]^2 + \left(\gamma_{\varphi} \frac{\omega_B}{\omega_{\varphi}} \right)^2 \right\}^{-1/2}$	
13	$z_0^{\text{рез}} = \frac{(P_i + G_0) \sqrt{m_0}}{\alpha_{\Sigma} \sqrt{c}}$	—

дать оценку его прочностных характеристик. Для определения такой силовой характеристики использованы известные методики, описанные в работах [1–4], позволяющие определить не только рациональные размеры диаметров стержня торсиона и штока гидромеханического демпфера, но и произвести проверку их на прочность, жёсткость и устойчивость.

Приведённая выше математическая модель, описывающая силовое нагружение предложенного адаптивного торсионного рессорного подвешивания и адаптивного гидромеханического демпфера к нему позволила составить программу расчёта с использованием программного комплекса на ЭВМ. При составлении программы сделано допущение: так как исследуемая торсионная рессорная подвеска прицепа, имея определённую жёсткость, упруго деформируется при сжатии демпфера, при отдаче она играет роль аккумулятора энергии, поэтому скорости перемещения его штока при разном значении коэффициента демпфирования для режимов сжатия и отдачи, а также при угловом перемещении стержня торсиона приняты равными по величине, но разными по знаку. При этом разные значения коэффициента демпфирования обусловлены тем, что крутильная жёсткость штока за счёт выполненных в нём каналов разного диаметра и длины и наличия дроссельных каналов в нём препятствует току рабочей жидкости через последние.

Для оценки эффективности использования комплексной конструкции ниже приведены результаты сравнительных расчётов, по вышеуказанной методике выполненные как для серийного, так и для перспективного адаптивного рессорного подвешивания автомобильного прицепа модели МАЗ-8926. Для этого приняты следующие исходные данные: $m_0 = 926,4$ кгс · с²/м;

$J_0 = 965,2$ кгс · м · с²; $\alpha_{\Sigma} = 120$ кгс · с/м; $c_{\varphi} = 4327$ кгс/рад (четыре торсиона на раме прицепа); $c_T = 22\,320$ кгс/м (четыре листовых рессоры серийного прицепа); $P_i = 120$ кгс; $l_T = 0,4$ м; $\varphi_{\text{ст}} = 0,018$ рад; $\gamma_{\varphi} = 0,15$ рад; $d_T = 60$ мм.

Для решения обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих колебания прицепа, использован широко распространённый профессиональный прикладной математический пакет *MATLAB 6.5*, предназначенный для решения практических инженерных задач.

Аналитическое решение этих дифференциальных уравнений получено при использовании функции *dsolve* встроенного пакета *ToolBoxSymbolicMath* и выполнено как для модернизированного, так и серийного прицепа. Результаты численного решения отображены на графиках (рис. 3), анализ которых показывает, что, например, при использовании серийного рессорного подвешивания вертикальные перемещения превышают 100 мм и не затухают в течение 15 с, тогда как такие же перемещения при использовании адаптивного рессорного подвешивания снижаются и в тот же промежуток времени их амплитуда равна 55 мм и являются при дальнейшем движении прицепа постоянными. При этом видно, что численное значение амплитуды z в начальный момент времени достигает 150 мм, но в течение 15 с оно резко снижается до величины 55 мм, что объясняется эффективной работой предложенного технического решения в части гашения таких колебаний.

Аналогичная картина видна и при продольных угловых колебаниях прицепа, где амплитуда угловых колебаний φ является постоянной на всём временном отрезке в 15 с и достигает значений 0,15 рад. Однако

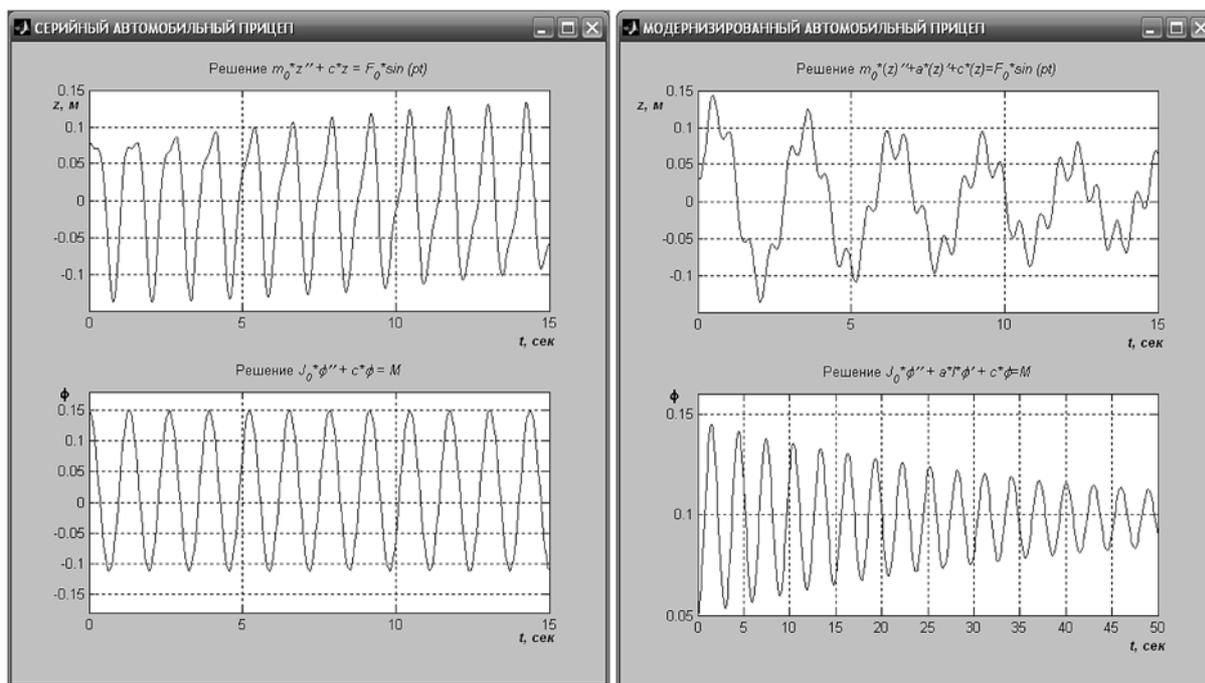


Рис. 3. Графическая визуализация численного решения уравнений для серийного и модернизированного прицепа

в случае использования адаптивного рессорного подвешивания такие амплитуды устанавливаются не выше 0,12 рад, начиная с 30-й секунды движения прицепа, хотя в начальный момент времени они значительны по величине и составляют 0,14 рад. Это также подтверждает эффективность гашения колебаний галопирования за счёт использования предложенной конструкции адаптивного торсионного рессорного подвешивания.

Для резонансных режимов по зависимости 13 был построен график (рис. 4), характеризующий резонансные режимы колебаний подпрыгивания наддресорной части прицепа z^{pe3} в зависимости от крутиль-

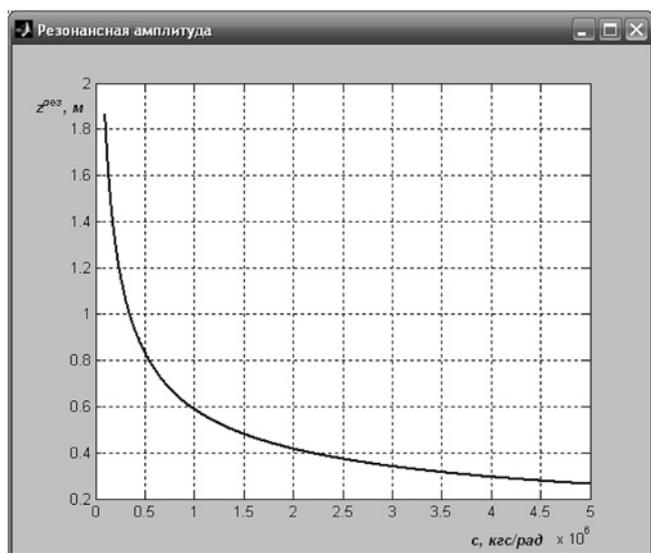


Рис. 4. График резонансного режима при колебаниях прицепа в движении

ной жёсткости предложенного технического решения. Как видно из графика, с учётом действия на поддресоренную массу возмущений наименьшие колебания получаются в том случае, когда крутильная жёсткость торсионного рессорного подвешивания находится в определённых границах порядка от $1,5 \cdot 10^6$ до $4,5 \cdot 10^6$ кгс/рад.

Для более полного изучения колебательного процесса прицепа с использованием разработанной физической и математической модели были рассчитаны основные параметры, характеризующие динамику движения прицепа при различных значениях силы P_i , приложенной к торсионам и раме прицепа и возникающей от неровностей пути и выраженные через обобщённые координаты ϕ , z , y и частоту внешнего возмущения $p = 2\pi\nu/\alpha$, где α — безразмерная переменная, связанная со временем t линейной зависимостью $\alpha = pt$. Полученные результаты показывают, что с использованием предложенной комплексной конструкции адаптивного торсионного подвешивания амплитуды колебаний кузова и скорости его перемещения в вертикальной плоскости значительно ниже, чем у серийного прицепа, снабжённого листовыми рессорами.

Литература

1. Глушенко А.Д., Сливинский Е.В. Динамика и прочность транспортной системы для перевозки легковесных грузов. Ташкент: Фан, 1988. 116 с.
2. Закин Я.Х. Прикладная теория движения автопоезда. М.: Транспорт, 1987. С. 286.
3. Сливинский Е.В. Исследование колебаний и силового нагружения тракторного самосвального прицепа 2ПТС-4-793А. Автореф. дис. канд. техн. наук. Алма-Ата: СХИ, 1977. 165 с.
4. Глушенко А.Д., Гроховский Ю.В., Сливинский Е.В. Исследование колебаний и силового нагружения тракторного самосвального прицепа 2ПТС-4-793А // Тракторы и сельхозмашины, 1980. № 4. С. 8—11.



УДК 004.032.26

ДИАГНОСТИКА АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Канд. техн. наук, **НГУЕН МИНЬ ТИЕН**
Вьетнамский ГТУ имени Ле Куй Дона
(minhtien91998@mail.ru)

Рассмотрен метод определения технического состояния автомобиля, использующий технологии искусственного интеллекта и основанный на применении нейронечётких сетей. Показана структура системы диагностирования, реализующей данный метод. Приведён пример идентификации неисправностей в системе управления механической коробки передач.

Ключевые слова: нейронечёткая сеть, механическая коробка передач, диагностирование.

Nguyen Minh Thien DIAGNOSTICS OF AUTOMOBILE BASED ON NEURAL NETWORKS

A method for determining the technical condition of a car using artificial intelligence technology and based on the use of neural-fuzzy networks is considered. The structure of the diagnostic system that implements this method is shown. An example of identification of faults in the control system of a mechanical gearbox is given.

Keywords: neural-fuzzy network, manual transmission, diagnosis.

Диагностирование сложного технического объекта заключается в том, что среди его параметров выделяют те, по которым можно судить о его техническом состоянии, и сравнивают их с эталонными значениями. Перспективными направлениями развития методов и средств диагностики являются методы, основанные на нечёткой логике и нечётких множествах, экспертные системы и нейронные сети. Искусственные нейронные сети (ИНС) используют для идентификации объектов контроля, распознавания образов и прогнозирования состояния технической системы. Применение ИНС способно повысить быстродействие средств диагностирования за счёт распараллеливания потоков обработки диагностической информации.

Нейронечёткая сеть идентифицирует конкретные неисправности объекта при условии, что она была предварительно обучена распознавать тот или иной отказ либо неисправность. Для обучения используются классические математические принципы обучения нейронных или нейронечётких сетей. Метод содержит четыре этапа.

1. *Сбор экспертной информации по отказам и неисправностям и формирование базы знаний.* На данном этапе на основе экспериментальных данных, заключений экспертов и посредством других достоверных источников информации формируется база знаний. Она представляет собой совокупность обучающих выбо-

рок, характеризующих признаки и проявления неисправностей; эти выборки в дальнейшем подаются на вход нейронечёткой сети.

Например, ставится задача определения технического состояния элементов механической коробки передач военных машин, которые эксплуатируются в условиях Вьетнама. Исходная информация о функционировании коробки передач, поведении её параметров, возможных неисправностях и причинах их возникновения формируется в виде экспертной базы знаний на основе достоверных данных, полученных от различных источников. В качестве дополнительных источников формирования базы знаний могут служить результаты экспериментальных исследований в стендовых условиях и в процессе ходовых испытаний, а также статистические данные по отказам.

Сформированная база знаний используется при обучении нейронечётких сетей для распознавания неисправностей. Количество продукционных правил подобной базы знаний составляет несколько десятков для описания технического состояния отдельного механизма или несколько сотен для машины в целом.

2. *Создание нейронечёткой модели.* Нейронечёткая модель образуется на математической основе теории нейронных сетей и средств нечёткой логики (рис. 1). Входами сети служат информационные переменные X (диагностические параметры), описанные функциями принадлежности $i = \overline{1, N}$, $J = \overline{1, M}$ (N — число информационных переменных, M — лингвистических переменных по каждому параметру). В качестве выхода сети — вектора Y_i — выступают различные критерии, определяющие показатели эффективности, качества и безопасности функционирования коробки передач (коэффициент передаточного числа, вибрации, пульсации давления, утечки и т. д.).

Для преобразования чётких сигналов в нечёткий вид диагностические параметры фазифицируются. Каждый из диагностических параметров \tilde{a} описывается несколькими (тремя—пятью) термами лингвистической переменной (табл. 1). Как правило, для этих

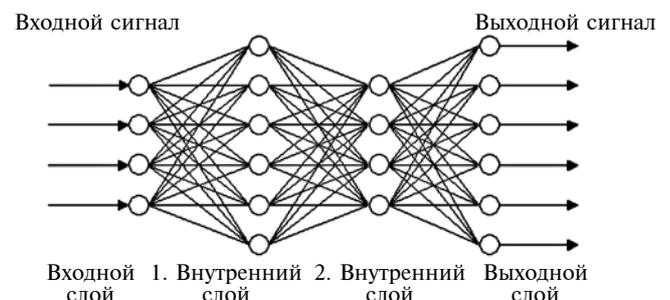


Рис. 1. Адаптивная нейронечёткая сеть ANFIS

целей используются треугольные или гауссовские функции принадлежности.

Для нейронечёткого моделирования используют специализированное программное обеспечение (на-

Таблица 1

№	Входные значения	Обозначение	Выходные значения	Обозначение
1	Мощность двигателя (кВт)	Мощность	Техническое состояние коробки передач грузового автомобиля КАМАЗ	Техническое состояние
2	Температура охлаждающей жидкости (град.)	Температура		
3	Давление масла (МПа)	Давление		
4	Расход топлива (г/км · ч)	Расход		
5	Шум (дБ)	Шум		
6	Давление в конце такта сжатия (МПа)	Давление в конце		
7	Отработавшие газы (%)	Отработавшие газы		

Таблица 2

Выходные/входные значения	Языковые зависимые значения	Параметры зависимых функций			
		α	β	γ	δ
Мощность двигателя (кВт)	Низкая	110	110	120	125
	Слабая	120	125	130	135
	Нормальная	130	135	140	145
	Достаточная	140	145	150	154
Температура охлаждающей жидкости (град.)	Нормальная	70	73	77	80
	Достаточная	77	80	83	85
	Высокая	83	85	90	90
Давление масла (МПа)	Слабое	1	1,5	2	2,5
	Нормальное	2	2,5	3	3,5
	Хорошее	3	3,5	4	4,5
Расход топлива (г/км · ч)	Нормальный	224	226	228	230
	Нормальный	227	230	234	237
	Высокий	234	237	240	242
Стук, шум (дБ)	Немногий	10	10	30	40
	Нормальный	20	40	50	70
	Многий	50	70	80	80
Давление в конце такта сжатия (МПа)	Низкое	180	180	184	188
	Нормальное	184	188	190	192
	Достаточное	190	192	195	195
Отработавшие газы (%)	Наименьшие	20	22	26	30
	Нормальные	28	32	36	40
	Наибольшие	38	42	46	50
Техническое состояние двигателя (%)	Хорошее	85	95	100	100
	Нормальное	65	75	85	95
	Нехорошее	45	55	65	75
	Лёгкий отказ	25	35	45	55
	Сильный отказ	0	15	25	35

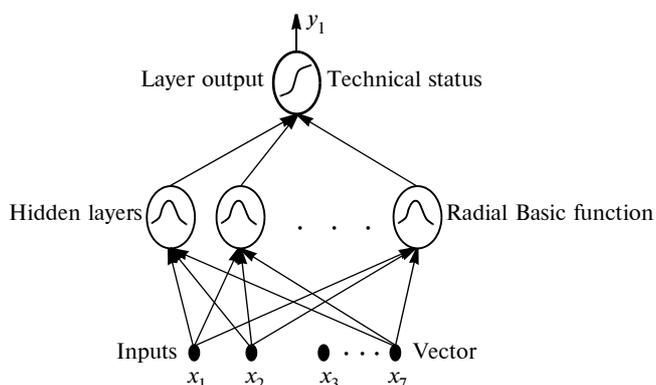


Рис. 2. Структуры нейронной сети для диагностирования автомобильной трансмиссии

пример, программу *Fuzzy Logic Toolbox* программного обеспечения *MATLAB 7.0*). Аппроксимирующая модель включает в себя программу с расширением **.fis*, основанную на представлении входных параметров базы нечётких правил нечёткими переменными, и программы формирования тестирующих и обучающих данных **.m* на основании реальных процессов функционирования коробки передач. При использовании модели в режиме реального времени исходные данные об изменении параметров коробки поступают от регистратора — микропроцессора или бортового компьютера.

Структура адаптивной нейронечёткой сети *ANFIS*, аппроксимирующей выход диагностической системы, показана на рис. 2. При этом число входов сети равно количеству используемых диагностических параметров.

3. *Обучение нейронечёткой сети.* При обучении сети на её вход подают совокупность пар обучающих выборок, характеризующих сочетание диагностических параметров для разных видов технического состояния механизмов коробки передач. Значение, получаемое на выходе сети, соответствующим образом интерпретируется.

Время обучения модели, приведённой на рисунке, с использованием компьютера с операционной системой *Windows XP Professional* и установленной вычислительной системой *MATLAB 7.0* составляет всего 10 с. Результат обучения сети был достигнут в течение 10 эпох.

4. *Нейронечёткая идентификация и вывод заключения.* Этот этап является заключительным в процессе определения технического состояния элементов коробки передач. Для получения технического диагноза используют обученную нейронечёткую сеть, а на вход сети поставляется информация о параметрах, характеризующих реальные процессы в коробке. Для удобства пользователя диагностической системы числовая информация, получаемая на выходе сети, подвергается дополнительной интерпретации (табл. 2) и выдаётся, к примеру, в вербальном виде (лингвистической форме). При этом используются специальные окна интерпретатора, в котором информация экспертной системы о техническом состоянии механизмов коробки передач для выбранного режима функционирования

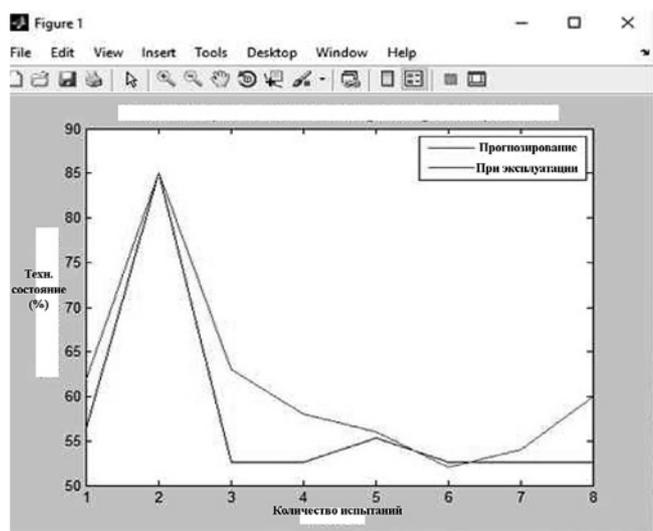


Рис. 3. Сравнение результатов прогнозирования и эксплуатации

выводится в визуально-вербальном виде. В окне просмотра экспертной системы просматривают графическую информацию о поведении параметров на режиме управления или режиме диагностирования. В специальных строках выводятся разные сообщения: виды и наименования диагностических параметров, их текущие значения, предупреждения о возникновении нештатных ситуаций либо достижения параметров критических значений и др.

Элементы интерфейса экспертной системы могут быть достаточно легко изменены в соответствии с пожеланиями пользователя. Экспертная система для диагностирования коробки передач, реализующая со-

зданный метод, сопровождается программным обеспечением, разработанным на современных языках программирования с привлечением средств визуальной разработки.

Предложенный метод обеспечивает получение расширенной достоверной базы знаний, быстроту обработки информации, точность получаемого технического диагноза и возможность оперативного определения технического состояния коробки передач в режиме реального времени. Его преимущества: возможность использования расширенной достоверной базы знаний; высокая скорость обработки информации; большая точность технического диагноза (рис. 3); возможность оперативного диагностирования в режиме реального времени; удобство нормативного диагностирования на специализированных постах, станциях техобслуживания, на горно-обогатительных предприятиях и др.

Литература

1. Биргер И.А. Техническая диагностика. — М.: Машиностроение, 1978. — 240 с.
2. Викторова Е.В. Применение нечётких нейронных сетей для технической диагностики дорожных машин / Е.В. Викторова // Вестник ХНАДУ. — 2012. — Вып. 56. — С. 98—102.
3. Хаханов В.И., Шерба О.В. Применение искусственных нейронных сетей для диагностирования цифровых сетей / В.И. Хаханов, О.В. Шерба // Радиоэлектронные и компьютерные системы. — 2010. — № 5 (46). — С. 15—20.
4. Руководство по материальной части и эксплуатации Т-55. Ордена Трудового Красного Знамени. Военное издательство. — Москва, 1969. — 665 с.
5. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика / Ф. Уоссерман; пер. с англ. Ю.А. Зуева, В.А. Точенова. — М.: Мир, 1992. — 196 с.
6. Мильнев В.Ф. Шум и вибрации поршневых двигателей. Источники, методы исследования: учеб. пособ. / В.Ф. Мильнев, А.Б. Гасанов. — Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ, 2000. — 92 с.

УДК 656.138

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ СКЛАДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОСЕРВИСА

Канд. экон. наук **ШВЕЁВА Е.И.**

Набережночелнинский институт (филиал)

Казанского (Приволжского) федерального университета (8552.58-97-16)

Обоснованы значение и актуальность применения анализа ABC-XYZ на складе запасных частей, акцентирующих своё внимание на сокращении материальных издержек на предприятиях автосервиса.

Ключевые слова: автосервис, запасные части, предприятие, анализ ABC-XYZ, оптимизация, склад.

Shveyova E.I.

COMPLEX METHOD OF OPTIMIZATION OF SPARE PARTS WAREHOUSE AT CAR SERVICE ENTERPRISES

This article substantiates the importance and relevance of using the ABC-XYZ analysis in the spare parts warehouse, which focuses on reducing material costs at car service enterprises.

Keywords: car service, spare parts, the company, ABC-XYZ analysis, optimization, warehouse.

Управление запасами — это всегда балансирование между двумя противоположностями: сокращением финансовых затрат на их содержание и наличием в достаточном

количестве компонентов и материалов для эффективной деятельности предприятия.

Задача оптимизации материальных запасов предприятия автосер-

виса и эффективного управления ими обусловлена тем, что состояние запасов непосредственно влияет на конкурентоспособность предприятия и его финансовые результаты. Колоссальный объём оборотных средств, вложенных в запасы, придаёт указанной проблеме приоритетное значение. Избыточные запасы нередко становятся причиной многих неудач в бизнесе и приводят к негативным ситуациям, таким как потеря клиентов (при переизбытке ненужных или недостатке нужных комплектующих и расходных материалов для оказания услуг), и как следствие, банкротству предприятия. Эффективное же управление запасами позволяет уменьшить текущие затраты на их хранение.

Основной задачей управления запасами является оптимизация их общего размера и структуры при минимизации затрат на приобрете-

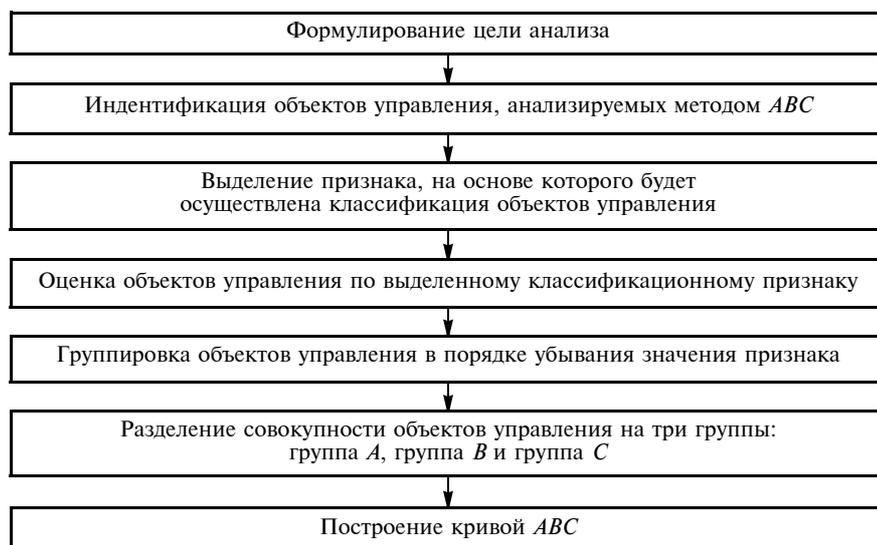


Рис. 1. Алгоритм проведения ABC-анализа

ние и хранение. Также в современных условиях становится актуальным вопрос организации оперативного контроля и управления запасами. Решению данных задач в определенной степени способствует внедрение автоматизированной системы управления организацией, которая позволяет наладить учёт движения запасов (поступление, расход, ежедневные остатки запасных частей) и получать ежедневную (ежедневную, декадную, месячную или иной периодичности) информацию о фактическом наличии запасов на складах автосервисных предприятиях и степени их соответствия установленным нормам [1, 2]. Это позволяет осуществлять непрерывный контроль величины запасов, своевременно и оперативно выявлять образование излишних остатков или дефицита по отдельным позициям.

Система оперативного контроля и управления запасами представляет собой организацию непрерывной деятельности работников отдела материально-технического снабжения в организации, направленную на формирование запасов в экономически обоснованных размерах и обеспечение устойчивого объёма и ассортимента запасных частей и комплектующих в течение всего планируемого периода для осуществления бесперебойной работы организации. Эффективная организация оперативного контроля и управления запасами позволяет решить комплекс задач. В данной си-

туации в автосервисных предприятиях возможно использование методов оптимизации запасов, таких как метод ABC, метод XYZ, метод ABC-XYZ [3].

Любая система управления запасами должна указывать: в какой момент следует размещать заказ на тот или иной ресурс и сколько его следует заказать предприятию автосервиса.

В большинстве случаев номенклатура запасных частей настолько широка, что моделирование и тщательный анализ каждой её позиции нереальны. С целью оптимизации размера заказа запасных частей целесообразно проведение анализа ABC-XYZ, который позволит определить оптимальный размер заказа для предприятия [2]. Данный анализ имеет ряд преимуществ: повышение эффективности системы управления запасами; ускорение оборачиваемости запасов; уменьшение неликвидных видов запасов на складе с целью минимизации затрат, связанных с их содержанием. ABC-XYZ-анализ позволяет в полной мере оценить ассортимент запасных частей, как управлять теми или иными группами и категориями запасов на складе автосервисного предприятия.

Цель структуризации запасов состоит в том, чтобы из их многочисленной номенклатуры выделить главные составляющие, оптимизация которых должна быть проведена в первую очередь. Метод ABC —

способ нормирования и контроля состояния запасов, заключающийся в разбиении номенклатуры реализуемых товарно-материальных ценностей на три неравномерных подмножества А, В, С на основании следующего алгоритма, представленного на рис. 1 [3].

Среди основных факторов, которые могут повлиять на присвоение запасам номенклатурной позиции той или иной категории контроля, выделяют следующие: годовой объём использования (потребления) номенклатурных позиций в стоимостном выражении; цена единицы номенклатурной позиции; дефицитность номенклатурной позиции; требования к хранению номенклатурной позиции (специальные требования к температурному режиму, влажности и т. п.); срок хранения; издержки вследствие отсутствия номенклатурной позиции на складе в требуемый момент времени [1, 2]. Однако наибольший эффект ABC-метод даёт в сочетании с методом XYZ, который позволяет произвести классификацию тех же ресурсов, но в зависимости от характера их потребления и точности прогнозирования изменений в потребности. Совмещением результатов применения ABC- и XYZ-методов анализа формируются группы запасов, для каждой из которых предприятия автосервиса должны разработать свои варианты управления (рис. 2).

Очевидно, что группы AX, AY и AZ требуют наибольшего внимания. Для них необходимы тщательное планирование потребности, нормирование расхода, скрупулёзный (ежедневный) учёт и контроль, постоянный анализ отклонений от запланированных показателей. Формированию политики в сфере запасов по этим группам должна предшествовать тщательная проработка системы управления закупками [2]. Так, для группы AX необходимо рассчитать оптимальный размер закупок и по возможности использовать технологию поставок "точно в срок", а для группы AZ следует больше внимания уделять расчёту резервного запаса. Для ресурсов групп CX, CY и CZ применяют укрупнённые методы планирования, а функции контроля чаще всего делегируют низшим ступеням управления.

Таким образом, результатом совместного проведения анализа по методам ABC и XYZ являются выделение ключевых запасов и установление на этой основе приоритетов пополнения запасов, выбор методов управления и разработки правил определения моментов и объёмов заказов.

Применение рассмотренных выше методов позволяет существенно упорядочить процесс управления запасами. Однако управление запасами не может быть сведено к выбору той или иной модели решения этой задачи и подстановке в её формулы соответствующих числовых значений. Во-первых, выбранная модель может оказаться неподходящей к конкретным условиям, во-вторых, подставляемые числовые значения могут быть ошибочными либо могут учитываться не все факторы, влияющие на выбор того или иного метода. Кроме того, необходим постоянный контроль и уточнение параметров системы управления запасами. К тому же оптимизация запасов только на уровне "поставщик—потребитель" недостаточна [1]. Необходима оптимизация и внутриорганизационных процессов на предприятии автосервиса. Важную роль здесь играет применение методов складской логистики. Оп-

ределение потребности в запасных частях и расходных материалах. Учёт материальных запасов на складе, а также их складирование имеют большое значение для решения задач поставки запасных частей в ремонтную зону и клиентам. Складирование, наряду с рациональным использованием площади и объёма склада, должно обеспечить минимум работы и времени, затраченных на поиск и доставку запасных частей потребителю или в ремонтную зону автосервисного предприятия. Создавая зоны складирования по номенклатуре и размерам запасных частей, нужно учитывать требование минимальной транспортной работы по их номенклатуре. Это означает, что та запасная часть, которая потребляется чаще, должна находиться ближе. Мелкие детали должны находиться непосредственно в зоне выдачи и комплектации. В складе зона комплектации должна обеспечить возможность благов-

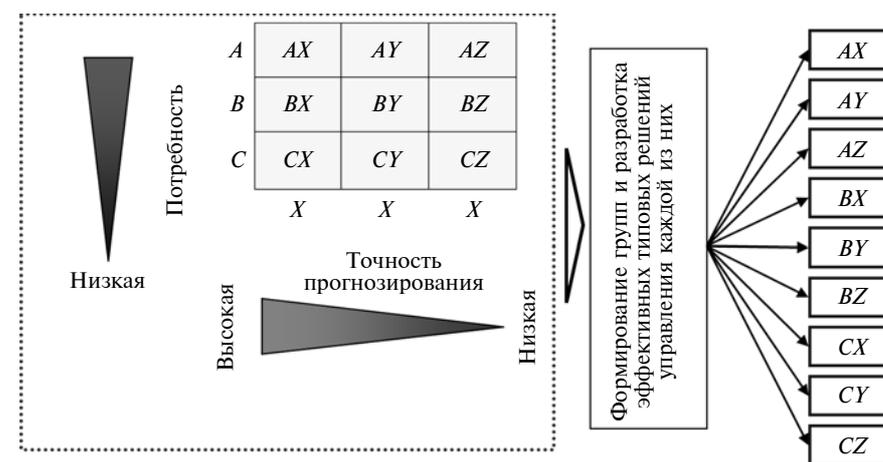


Рис. 2. Декомпозиция результатов ABC, XYZ позиционирования ресурсов предприятия

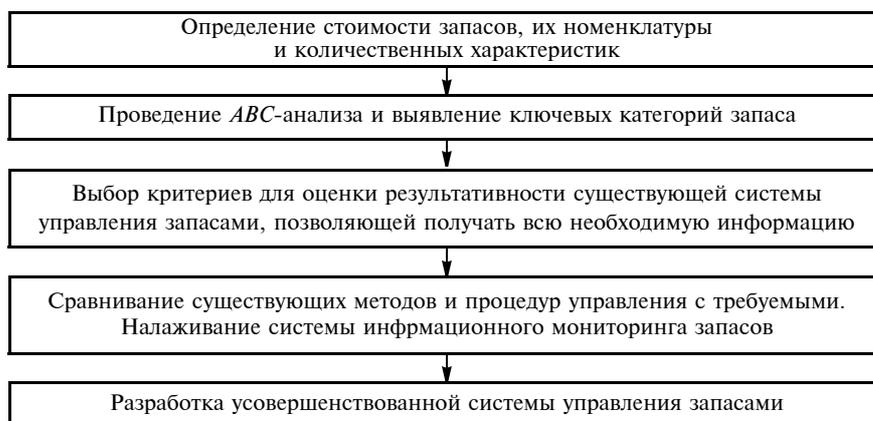


Рис. 3. Алгоритм построения системы управления запасами на предприятии автосервиса

ременной комплектации заказов, — это важно с точки зрения качества работы автосервисного предприятия. Продажа запасных частей в ремонтную зону должна технологически и организационно обеспечить высокий уровень качества. Предварительная комплектация заказов и их своевременная доставка — одно из условий повышения качества работы предприятия автосервиса.

Типичным недостатком работы автосервисного предприятия является несвоевременность доставки запасных частей на рабочее место в связи с нерациональной организацией бизнес-процессов, отсутствием чёткой процедуры исполнения. Для решения данной проблемы предлагается организация системы эффективного управления запасами. При постановке системы рекомендуется использовать следующий алгоритм, состоящий из последовательных этапов (рис. 3). Как видим, постановка эффективной системы

строится на основе анализа существующей системы и совершенствования существующих методов управления запасами на предприятии.

Таким образом, целевая функция проводимых исследований и разработки предполагает оптимизацию соответствующих товарных запасов, а именно расчёт оптимального размера заказа для автосервисного предприятия.

Литература

1. Бодряков Р.Е. ABC-анализ для повышения эффективности работы склада / <http://www.loglink.ru/massmedia/analytics/re cord/?id=274> [Электронный ресурс].
2. Бузукова Е.А. Анализ ассортимента и стабильности продаж с использованием ABC-анализа и XYZ-анализа / Е.А. Бузукова // Управление продажами. — 2006. — № 6. — С. 11—18.
3. Татаринова Е.Д., Наумов А.А., Баженов Р.И. Совершенствование ассортимента продажи товаров на основе ABC-XYZ-анализа // Экономика и менеджмент инновационных технологий / <http://ekonomika.snauka.ru/2015/02/7393> [Электронный ресурс].



УДК 62-233.132; 62-233.18

ВЛИЯНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ ШТАМПОВКИ И ПЕРВЫХ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА БАЛАНСИРОВКУ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

МАРТЮГИН А.В., ВОЛОДИН И.М.

КамаАЗ, Липецкий ГТУ (avmartugin@gmail.com)

Описано влияние ключевых параметров горячей объёмной штамповки и первых операций механической обработки на геометрию поковки коленчатого вала и его балансировку. Рассмотрены технические решения по обеспечению геометрической точности поковки и ограничения исходного дисбаланса, обеспечивающие успешную финишную балансировку вала.

Ключевые слова: коленчатый вал, технологический процесс, штамповка, специальная характеристика, поковка, необрабатываемая поверхность.

Martyugin A.V., Volodin I.M.

EFFECTS OF FORMING KEY PARAMETERS AND FIRST MACHINING OPERATIONS ON THE BALANCING OF THE CRANKSHAFT

The article describes the influence of key parameters of hot forging and the first machining operations on the geometry of the crankshaft forgings and its balancing. Technical solutions to ensure the geometric accuracy of forgings and the limitations of the initial imbalance, which ensure successful finishing balancing of the shaft, are considered.

Keywords: crankshaft, technological process, stamping, special characteristic, forging, non-machined surfaces.

Требования к поковкам коленчатых валов грузовых автомобилей нового поколения существенно отличаются от требований к поковкам, уже производимым на отечественных предприятиях. Наряду с традиционными требованиями следует обеспечить важную специальную характеристику — ограниченный дисбаланс поковки коленчатого вала. Задача усложняется тем, что балансировка коленчатого вала должна быть обеспечена без механической обработки противовесов, в отличие от обычной технологии.

Механическая обработка на современных производственных комплексах изготовления деталей коленчатых валов максимально оптимизирована с точки зрения затрат на производство. На такие комплексы необходима поставка заготовок с центровочными отверстиями, обеспечивающими исходный дисбаланс центра масс, жёстко ограниченный по его направлению и величине. Либо в обрабатываемую линию приходится встраивать дорогостоящее оборудование для предварительной динамической балансировки [1], которое обеспечивает минимальный дисбаланс поковки в оптимальном для балансировки направлении.

Поставлять поковки коленчатых валов грузового автомобиля (массой выше 50 кг, высокой геометрической точности и с обозначенными выше ограничениями по исходному дисбалансу) могут только машиностроительные предприятия, обладающие достаточной компетенцией в области горячей объёмной штамповки продукции для автомобилестроения.

Кузнечный завод ПАО "КамаАЗ" имеет в своём оснащении автоматическую линию "EUMUCO" (12 000 т.с.) для производства поволовок коленчатых валов и оборудование с ЧПУ для производства крупных штампов по 3D-моделям.

Не обладая оборудованием для предварительной динамической балансировки, завод выступил как альтернативный поставщик заготовок коленчатых валов для производства двигателей отечественного автопроизводителя. В рамках данной задачи выполнена подготовка производства двух поволовок коленчатых валов с необрабатываемыми противовесами грузового автомобиля для нового современного производства средних рядных двигателей. Отличительной особенностью изготовления поволовок коленчатых валов было введение в технологический поток первых операций механической обработки (торцовка и центровка) для обеспечения полного соответствия ранее поставляемого зарубежного аналога.

В ходе подготовки производства выявилась проблема избыточного дисбаланса центрованных поволовок и большого разброса дисбаланса в партии поволовок, что приводило к существенным потерям. Указанную проблему решали комплексно в несколько этапов, осуществляя более глубокое исследование ключевых параметров штамповки и механической обработки, напрямую влияющих на качество балансировки коленчатого вала. Для проведения анализа использовался принцип "сквозного анализа технологии изготовления детали" [2].

Была поставлена задача по определению специальных характеристик поковки и критических контрольных параметров процесса горячей объёмной штамповки, имеющих наибольшее влияние на нестабильность дисбаланса поковки в партии штамповки. Нестабильность по направлению и величине дисбаланса не позволяет производить качественную настройку центровального станка. В результате возможен окончательный брак по избыточному дисбалансу, который невозможно устранить при автоматической балансировке в обрабатываемой автоматической линии потребителя.

На основе опыта штамповки коленчатых валов и современных требований IATF 16949 проведён анализ геометрических параметров поковки коленчатого вала Р4 — как анализ видов и последствий потенциальных

дефектов технологического процесса горячей штамповки (*PFMEA*) по ключевой характеристике поковки — балансируемости. Из всех размеров и технических требований чертежа поковки выбраны только те, которые непосредственно влияют на дисбаланс. Это размеры высотные и базовых поверхностей поковки, линейные размеры противовесов.

При выборе специальных характеристик поковки и критических контрольных параметров процесса горячей объёмной штамповки учтены следующие положения. *Геометрия поковки* изменяется в процессе штамповки вследствие износа штампа, изменения закрытой высоты штампа из-за колебания температуры штампа и блока, температуры исходной заготовки и связанного с этим усилия штамповки, смещения по разбьёму штампа. *Конфигурация поковки* не меняется от комплекта штампа, так как ручей штампа изготавливается по 3D-модели, воспроизводимость штампов очень высокая. *Износ штампа* сосредоточен по облойному мостику, кромке ручья и в местах интенсивного течения металла. *Гравюра штампа* в вершинах противовесов практически не подвержена износу, поэтому конфигурация противовесов, формирующаяся в штампе, неизменна, исключая случаи незаполнения гравюры штампа. *Коробление поковки* при обрезке облоя происходит из-за увеличения высоты реза (износ кромки ручья ковочного штампа и режущей кромки обрезной матрицы).

Результаты анализа, выбор специальных характеристик поковки и критических контрольных параметров процесса горячей объёмной штамповки, влияющих на дисбаланс поковки, приведён в табл. 1. В зависимости от влияния параметров на дисбаланс поковки коленчатого вала Р4 (для рядного четырёхцилиндрового двигателя) выбраны специальные характеристики поковки и сформированы критические контрольные параметры штамповки для обеспечения балансируемости конечной детали. Ключевые специальные характеристики поковки: изогнутость поковки, некруглость и разница высот базовых коренных шеек, искажение формы и положения противовесов и базовых выступов поковки коленчатого вала. Критические контрольные параметры штамповки для обеспечения балансируемости детали: недоштамповка, смещение по разбьёму штампов; перекос штампа; износ штамповой оснастки.

Рассмотрим следующие этапы и действия по решению задачи снижения значений и нестабильности дисбаланса коленчатого вала:

На первом этапе на основе анализа геометрических параметров поковки коленчатого вала Р4 был проведён анализ балансируемости коленчатого вала в специально созданной программе на основе 3D-параметрической модели вала, выполненной на базе трёхмерной модели поковки окончательного перехода штамповки,

Таблица 1

Специальные характеристики поковки	Последствия невыполнения специальной характеристики	Критические контрольные параметры горячей объёмной штамповки, последствия, причины
Изогнутость поковки (размер от оси средней коренной шейки относительно оси базовых коренных шеек)	Критически влияет на дисбаланс поковки, не позволяет стабилизировать направление дисбаланса в поковке при центровке	Недоштамповка (увеличение высоты поковки). При значительной недоштамповке наблюдается сильное коробление поковки при обрезке облоя из-за увеличения усилия резки. Недоштамповка может привести также к излишней деформации поковки в правочном штампе, что приведёт к излишнему удлинению и искривлению поковки
Некруглость базовых коренных шеек (разница максимального и минимального размера шейки)	Не позволяет качественно позиционировать поковку при центровке, что влияет на стабильность дисбаланса	Недоштамповка (увеличение высоты поковки). Изменение закрытой высоты штампа при охлаждении штампа СОЖ из-за снижения температуры оснастки с 250 до 180 °С Смещение по разбьёму штампов на штамповке приводит к некруглости шеек вала, некачественному позиционированию поковки на операции "центровка"
Разница базовых поверхностей (разница высот базовых коренных шеек)	Перекос поковки при зажиме на операции центровки	Перекос штампа при штамповке из-за выработки стола пресса или перекоса ползуна в пределах зазоров в направляющих пресса
Искажение формы и положения противовесов относительно плоскости разбьёма штампов при выполнении операции обрезки облоя. Незаполнение вершин противовесов	Напрямую влияет на дисбаланс поковки. При стабильном характере искажения геометрии можно стабилизировать направление дисбаланса в поковке смещением центральных отверстий	Недоштамповка и износ оснастки, в том числе и обрезной. Наблюдается сильное искажение поковки при обрезке облоя из-за увеличения усилия резки. В зоне противовесов это ярче выражено из-за относительно небольшой поверхности соприкосновения обрезного пуансона с полуфабрикатом. Противовесы смещаются к пуансону, таким образом, дисбаланс в поковке направлен в верхнюю, относительно плоскости разбьёма, часть поковки Смещение по разбьёму штампов на штамповке приводит к изменению формы противовеса Износ штамповой оснастки приводит к увеличению ширины реза, а следовательно, к увеличению усилия реза и короблению поковки
Искажение формы и положения базовых выступов относительно плоскости разбьёма штампов при обрезке облоя	Не позволяет качественно позиционировать поковку по углу поворота при центровке, что влияет на дисбаланс	Недоштамповка. При значительной недоштамповке наблюдается сильное искажение поковки при обрезке облоя из-за увеличения усилия резки Износ штамповой оснастки приводит к увеличению ширины реза, а следовательно, к увеличению усилия реза и короблению поковки

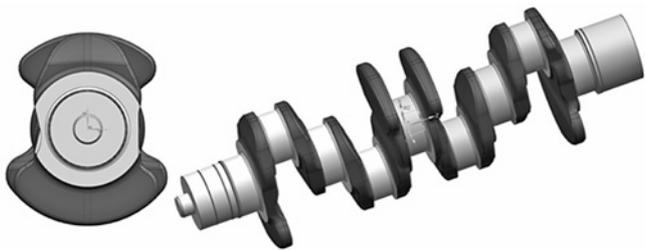


Рис. 1. Виртуально "обработанная" 3D-модель поковки коленчатого вала

скорректированной с учётом усадки, где виртуально "удалён" материал, снимаемый при механической обработке. Виртуальная "механическая обработка" детали (рис. 1) проведена по оси центровочных отверстий, которые имеют произвольное смещение относительно баз в пределах допусков. Тёмно-серым цветом

на рисунке показаны необрабатываемые поверхности, а светло-серым — обрабатываемые.

Для создания базы данных с целью проведения анализа балансируемости определены шаги варьирования величин выбранных контрольных параметров, значительно влияющих на балансировку [3, 4]. Проведена имитация изогнутости поковки, которая изменяется в пределах чертежа поковки.

Общая схема взаимодействия компонентов программы технологического обеспечения балансировки деталей с необрабатываемыми поверхностями представлена на рис. 2.

По результатам математического анализа для коленчатого вала P4 определена область допустимого исходного дисбаланса центрованной поковки, которая имеет форму эллипса. Для каждой плоскости балансировки (рис. 3) зона допустимого дисбаланса имеет



Рис. 2. Общая схема взаимодействия компонентов программы

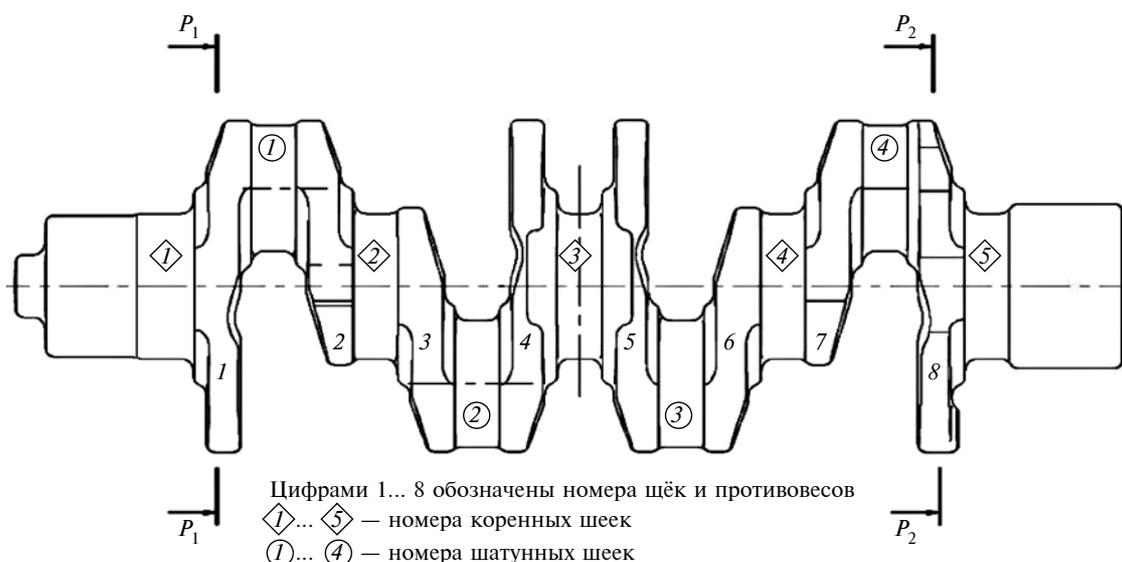


Рис. 3. Расположение плоскостей балансировки коленчатого вала: P_1 — P_1 и P_2 — P_2 — плоскости балансировки, расположенные по крайним противовесам поковки

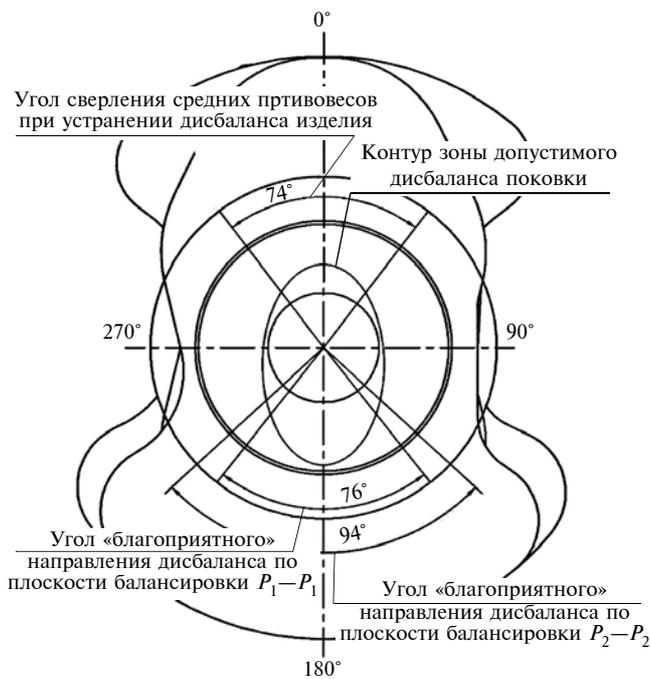


Рис. 4. Расположение "благоприятных" направлений дисбаланса поковки коленчатого вала

свою величину, несколько смещена в сторону крайних противовесов.

Углы расположения крайних отверстий в противовесах по плоскостям балансировки для устранения дисбаланса ограничивают "благоприятное" направление дисбаланса. Для стабильной балансировки коленчатого вала Р4 в линии механической обработки (рис. 4)

части эллипсов допустимого дисбаланса, ограниченные углами "благоприятного" направления дисбаланса, следует считать допустимыми областями дисбаланса. Для исследуемой поковки коленчатого вала Р4 в плоскости балансировки P_1-P_1 диапазон угла "благоприятного" направления дисбаланса составляет 76° , для плоскости балансировки P_2-P_2 — 94° . Крайне важно ориентировать технологические процессы штамповки коленчатых валов для достижения данных требований. Параметры углов "благоприятного" направления дисбаланса для поволоков коленчатых валов Р4 приведены в табл. 2.

На втором этапе проведён анализ дисбаланса центрованных поволоков с различными величинами ключевых параметров, наиболее влияющих на балансировку (размеры коренных шеек и изогнутость). Измерения дисбаланса на балансировочном станке "Балкар" производились для трёх партий поволоков коленчатых валов (табл. 3). Первая партия: изогнутость 0,6...1,0 мм; диаметр первой коренной шейки в допуске +0,8...+1,2 мм. Вторая: изогнутость до 0,5 мм, диаметр первой коренной шейки в допуске +0,8...+1,2 мм. Третья партия: изогнутость до 0,5 мм, диаметр первой коренной шейки в допуске +0,5...+0,8 мм.

Анализ измерений представлен графически на рис. 5. По плоскостям балансировки P_1-P_1 и P_2-P_2 только третья группа поволоков с жёстко ограниченными параметрами штамповки (смещение по разьёму штампов до 0,3 мм, недоштамповка не более +0,8 мм, изогнутость не более 0,5 мм) имеет радиус рассеивания дисбаланса меньше допустимого для "благоприятной" балансировки коленчатого вала. Расположение концов векторов дисбаланса указаны точками, зоны "благоприятного" расположения дисбаланса выделены штри-

№ партии	Радиус рассеивания, гсм	Номинальный дисбаланс	
		величина, гсм	направление, град.
1	425,4	236	214,0
2	275,4	355,8	213,7
3	224,8	169,2	193,8

№ партии	Радиус рассеивания, гсм	Номинальный дисбаланс	
		величина, гсм	направление, град.
1	425,4	332	263,6
2	292,0	396	219,4
3	244,0	12,9 · 20	109,8

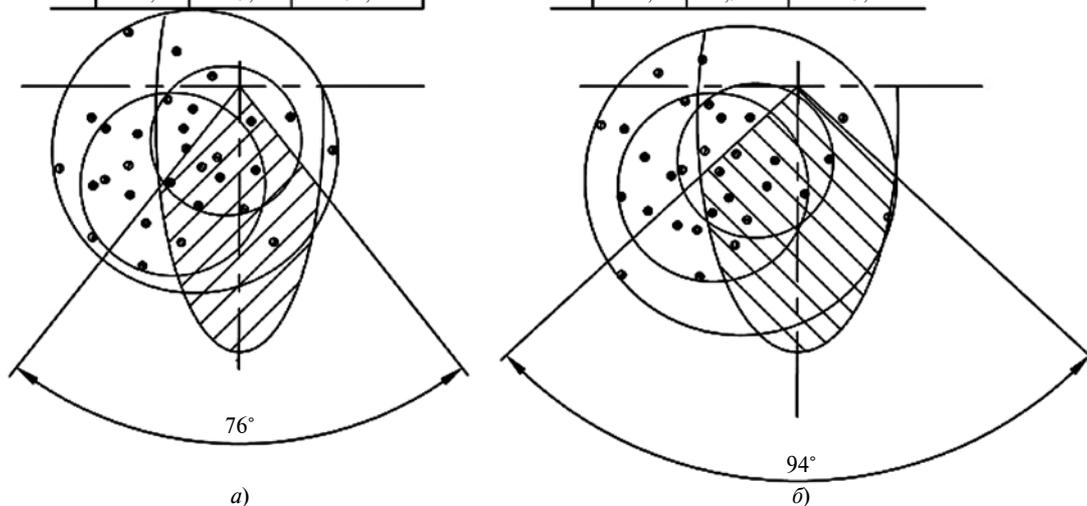


Рис. 5. Результаты измерения дисбаланса центрованных поволоков по плоскостям балансировки:

а — результаты измерения дисбаланса по плоскости P_1-P_1 , угол 76° — ограничение "благоприятного" направления дисбаланса; б — результаты измерения дисбаланса по плоскости P_2-P_2 , угол 94° — ограничение "благоприятного" направления дисбаланса. Расположение концов векторов дисбаланса указаны точками, зоны "благоприятного" расположения дисбаланса выделены штриховкой

Таблица 2

Наименование коленчатого вала. Положение крайних углов	Плоскость балансировки P_2-P_2	Плоскость балансировки P_1-P_1
Коленчатый вал Р4. Крайние углы отверстий на противовесах плоскостей балансировки	133...227°	142...218°
Коленчатый вал Р4. Крайние углы сверления средних противовесов	37...323°	

Таблица 3

№ п/п	Изогну- тость, мм	Параметры плоскости балансировки P_1-P_1			Параметры плоскости балансировки P_2-P_2		
		Высота первой коренной шейки, мм	Дисбаланс, гсм	Угол направления дисбаланса, град.	Высота пятой коренной шейки, мм	Дисбаланс, гсм	Угол направления дисбаланса, град.
<i>Первая партия поковок</i>							
1	0,8	95,8	590,9	245,3	96,0	598,5	258,8
2	0,7	95,8	480,0	167,8	96,0	476,8	145,8
3	0,7	96,2	368,8	296,3	96,4	418,0	276,1
4	1,0	95,9	630,7	223,8	96,2	772,9	222,9
5	0,6	96,3	336,0	124,3	96,5	148,2	124,6
6	0,7	95,9	209,4	232,6	96,2	347,2	221,7
7	0,8	96,1	407,6	233,4	96,4	338,4	234,8
8	0,6	95,8	215,0	299,5	96,1	296,0	286,1
9	0,9	95,9	450,8	257,7	96,3	584,0	229,9
10	0,8	95,8	489,8	234,6	96,2	532,8	255,8
<i>Вторая партия поковок</i>							
11	0,5	95,9	612,5	208,2	96,2	642,8	206,9
12	0,4	95,8	336,3	244,8	96,2	526,4	215
13	0,3	96,0	217,8	259,4	96,4	266,4	238,1
14	0,3	96,1	223,8	197,4	95,4	429,4	200,8
15	0,4	96,2	418,2	251,8	96,5	503,6	244,8
16	0,4	95,9	497,4	213,4	96,2	463,2	233,9
17	0,5	96,1	500,4	200,4	96,4	622,2	237,9
18	0,4	95,8	461,7	224,6	96,1	550,8	221,1
19	0,2	95,9	378,6	198,8	98,3	324,6	176,4
20	0,4	95,8	528,0	235,9	96,2	622,2	237,9
<i>Третья партия поковок</i>							
21	0,2	95,8	87,4	291,2	96,2	270,8	257,9
22	0,3	95,8	177,2	120,6	96,1	238,4	156,8
23	0,4	95,6	355,5	215,5	95,9	426,8	233,8
24	0,3	95,5	369,7	178,1	95,7	315,0	196,9
25	0,2	95,7	154,8	244,1	96,0	247,2	246,7
26	0,3	95,5	256,4	168,9	95,8	233,4	196,6
27	0,4	95,7	268,0	205,2	95,9	458	213,8
28	0,4	95,7	280,0	191,7	96,0	393,6	211,7
29	0,3	95,5	111,2	161,8	95,8	170,8	236,8
30	0,3	95,8	245,8	219,6	96,0	275	221,7

ховкой. Рассеивание "точек" дисбаланса очерчено тремя окружностями, большая из которых охватывает разброс дисбаланса в первой партии поковок, средняя по размеру охватывает разброс дисбаланса во второй партии поковок, меньшая из окружностей охватывает разброс дисбаланса в третьей партии поковок.

Перемещение дисбаланса последующих центрованных поковок из поковок, имеющих ограничение по третьей группе, в зону "благоприятного" дисбаланса достигается наладкой. Для этого необходимо переместить базы механической обработки таким образом, чтобы центровочные отверстия переместились и центр окружности, описываемой радиусом рассеивания, располагался по линии 180° на расстоянии от центра поковки $H_{1p} = 368 \text{ г} \cdot \text{см}$ для P_1-P_1 и $H_{2p} = 370,7 \text{ г} \cdot \text{см}$ для P_2-P_2 . Сужение радиуса рассеивания дисбаланса в обрабатываемой группе поковок можно достигнуть только ограничением изогнутости поковок до 0,5 мм, смещения по разьёму штампов — до 0,3 мм, недоштамповки — до 0,8 мм (см. табл. 3).

В итоге на основе математических и физических исследований для коленчатого вала Р4 сформированы диапазоны специальных характеристик поковки и критических контрольных параметров штамповки для обеспечения балансируемости детали (рис. 6), определён план предупреждения отклонений значений параметров на стадии проектирования технологического процесса и штамповой оснастки (табл. 4). Управление этими параметрами в рамках статистического управления позволяет управлять направлением и величиной исходного дисбаланса на поковке.

На основании разработанных требований к ключевым контрольным характеристикам процесса, полученных фактических данных, с учётом использования подходов [5] разработано информационно-технологическое сопровождение качества поковок коленчатых валов, организовано прослеживание информации по этапам технологического потока процессов, сформирован комплект документов РРАР для одобрения производства потребителем.

Жёсткое соблюдение ключевых параметров геометрии поковок в производстве не только обеспечивает равномерность припусков при механической обработке, предотвращает "вредный" контакт инструмента с необработываемыми частями поковки при ускоренной подаче на линии механической обработки у потребителя, но и позволяет настроить первые операции механической обработки (торцовка и центровка) таким образом, чтобы обеспечивалась последующая успешная балансировка.

В случае когда дисбаланс поковки после центровки превышает допустимые значения, применяется метод "перебалансировки" поковок за счёт небольших доработок вершин противовесов. Метод реализуется на основании программы [6]. Схема такой доработки показана на рис. 7. На основе вектора исходного дисбаланса F_0 производится подбор векторов изменения дисбаланса F_i доработкой вершин противовесов таким образом, чтобы при сложении вектора исходного дисбаланса и векторов изменения дисбаланса результирующий вектор остаточного дисбаланса находился в

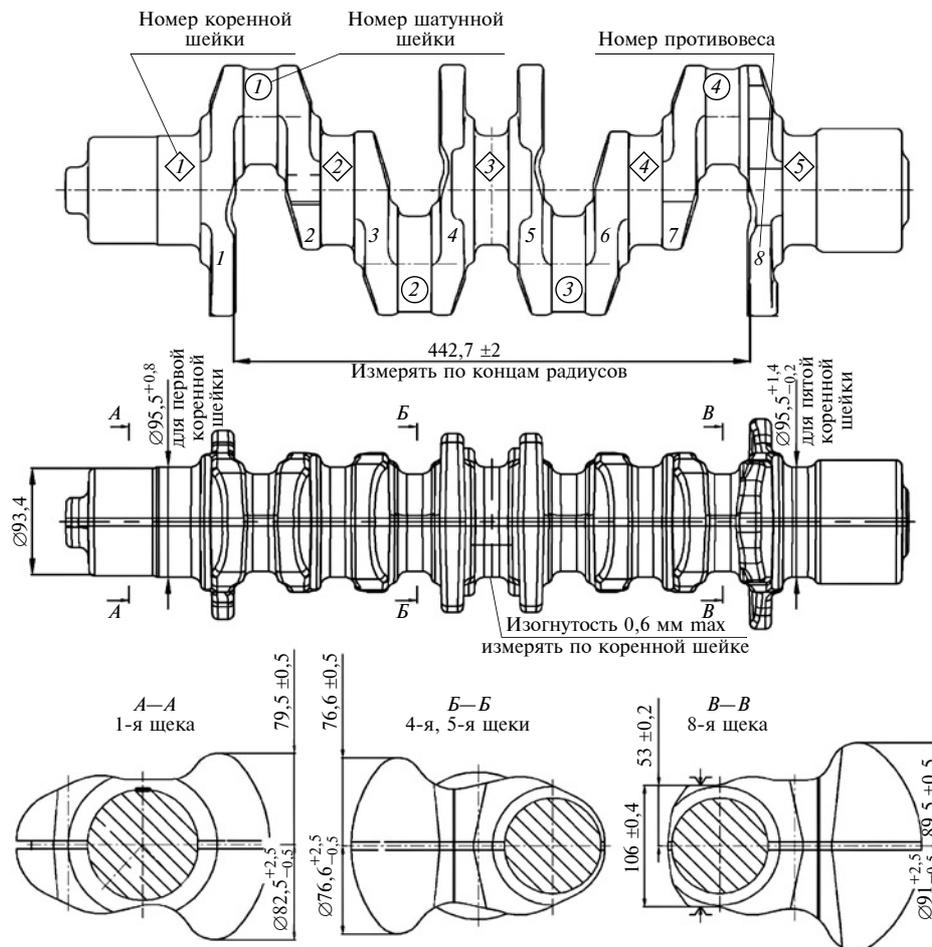


Рис. 6. Специальные характеристики поковки коленчатого вала

"благоприятной" зоне для окончательной балансировки в линии механической обработки.

Величина результирующего вектора дисбаланса по плоскостям балансировки поковки должна быть меньше допускового для поковки дисбаланса:

$$\vec{F}_{рез} = \vec{F}_0 - \sum \vec{F}_i \leq \vec{F}_{доп},$$

где $\vec{F}_{рез}$ — результирующий вектор дисбаланса, \vec{F}_0 — исходный вектор дисбаланса, \vec{F}_i — вектор изменения дисбаланса доработкой вершины противовеса, $\vec{F}_{доп}$ — допусковая величина вектора дисбаланса поковки.

Следует учесть, что величины доработки вершин противовесов ограничены условиями последующей окончательной балансировки. Линии доработки вер-

Таблица 4

Специальные характеристики поковки и критические контрольные параметры штамповки	План предупреждения отклонений специальных характеристик поковки и критических контрольных параметров штамповки на стадии проектирования технологического процесса и штамповой оснастки
Недоштамповка	Обеспечить ограничение недоштамповки путём управления значениями данной ключевой спецхарактеристикой в рамках статистического управления (SPC)
Изогнутость поковки	Обеспечить горячую правку на гидравлическом прессе с учётом постоянной закрытой высотой штампа. Наряду с ограничением недоштамповки позволяет ограничить изогнутость поковки и стабилизировать в направлении дисбаланса после центровки
Смещение по разъёму штампов	Ограничить смещение штампа за счёт введения в конструкцию штампа специальных элементов (замков и запирающих элементов). Позволяет до минимума ограничить смещение, устранить смещение как фактор повышенного дисбаланса
Перекося штампа	Ужесточить контроль состояния технологической точности элементов пресса и долговременной оснастки перед установкой штампов
Искажение формы и положения противовесов и базовых выступов поковки коленчатого вала	Ужесточить контроль износа штампов. Компенсировать деформацию поковки при обрезке облоя увеличением высоты деформирующихся при "утяге" элементов поковки в ковочном штампе. Обеспечить горячую правку на гидравлическом прессе для исправления искажения формы и положения противовесов

шин противовесов по размерам $h_{1...8}$ (см. рис. 7) не должны выходить на крайние отверстия, высверливаемые в противовесах при автоматической балансировке. В противном случае, при сверлении крайних отверстий при автоматической балансировке существует риск поломки инструмента (сверла).

Параметры доработки вершин противовесов при "перебалансировке" выбираются по 3D-модели поковки коленчатого вала (рис. 8). Процесс выбора параметров доработки (фрезеровка вершин противовесов) каждой отдельно взятой поковки коленчатого вала, где дисбаланс превышает допустимое значение, и работа специальной программы ЭВМ выглядит следующим образом: 1) по каждой плоскости балансировки вводятся параметры дисбаланса (величина и направление) по показаниям балансировочного стенда (станка); 2) вводится допуск величины дисбаланса после перебалансировки; 3) выбираются предпочтительные направления дисбаланса по плоскостям балансировки поковки после перебалансировки (целевое направление дисбаланса); 4) запускается выбор параметров перебалансировки, после которого анализируется результирующий вектор дисбаланса, подобранный программой. Если расчётные параметры доработки удовлетворяют ограничениям, оговоренным чертежом поковки, и параметры результирующего дисбаланса удовлетворяют условиям успешной балансировки поковки в автоматической линии, то указанные расчёт-

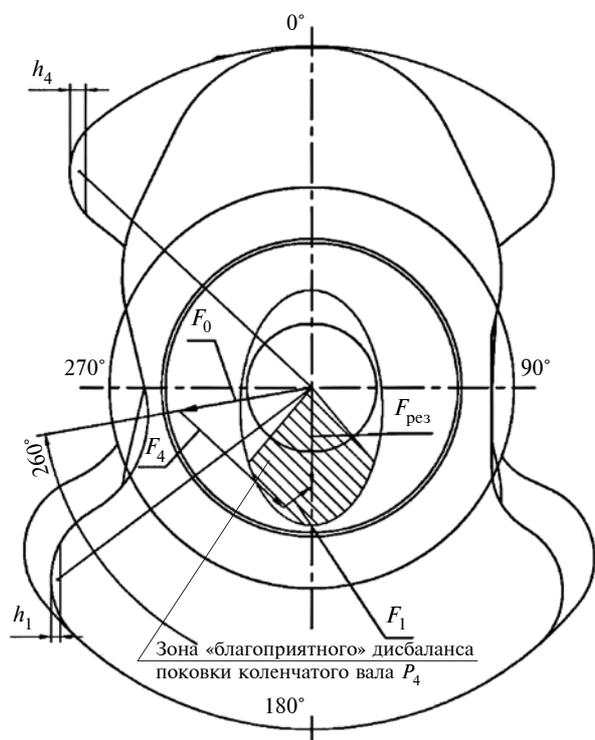


Рис. 7. Схема "перебалансировки" центрованной поковки коленчатого вала по одной из плоскостей балансировки методом фрезеровки вершин противовесов:

F_0 — вектор исходного дисбаланса поковки; h_1, h_4 — размеры доработок противовесов; F_1, F_4 — векторы изменения дисбаланса изделия при доработке противовесов; $F_{рез}$ — результирующий вектор дисбаланса поковки



Рис. 8. Визуализация расчёта параметров "перебалансировки" центрованной поковки коленчатого вала в специальной программе ЭВМ



Рис. 9. Фрезеровка вершин противовесов коленчатого вала рядного шестицилиндрового двигателя для устранения избыточного дисбаланса

ные параметры перебалансировки передаются в цех для доработки рассматриваемого вала.

Механическая обработка (фрезеровка вершин противовесов) производится на универсальном оборудовании (рис. 9), встроенном в цепочку механической обработки (торцовка и центровка) и контроля дисбаланса центрованного полуфабриката. Доработка осуществляется индивидуально, для каждого вала, несоответствующего по дисбалансу, по расчётным параметрам производится разметка и доработка.

Таким образом, успешно решена сложная техническая задача обеспечения балансировки современного коленчатого вала грузового автомобиля с необработываемыми противовесами из поковки, получаемой горячей объёмной штамповкой. Достигнута возможность динамической балансировки с помощью контроля ключевых контрольных параметров штамповки и механической обработки, включая корректировку центровки по фактическим параметрам дисбаланса центрованных поковок. Указанное решение обеспечивает

требования автопроизводителя к специальной характеристике автокомпонента — балансируемость коленчатого вала при механической обработке у потребителя, а также использование риск-ориентированного подхода на стадиях проектирования и выпуска поковок коленчатых валов средних рядных двигателей. Использование принципа "сквозного анализа технологии изготовления детали" при проектировании технологических процессов и штамповой оснастки позволяет получать поковки коленчатого вала повышенной геометрической точности, с оптимальными параметрами для последующей балансировки при механической обработке [3—8].

Литература

1. Alexandre Zuquete Guarato. Metrologie 3D de pieces de formes complexes par moyens optiques. Une application a l'equilibrage de vilebrequins. Engineering Sciences. sup'erieure de Cachan — ENS Cachan, 2013. French.
2. Володин И.М. Система основных принципов проектирования процессов горячей объёмной штамповки и созданные на её основе технологии / И.М. Володин, А.А. Ромашов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. — 2008. — № 9. — С. 19—25.
3. Мартюгин А.В. Технологическое обеспечение балансировки коленчатых валов большегрузных автомобилей / А.В. Мартюгин // Материалы Международной научно-практической конференции "Фундаментальные проблемы технических наук", 19 февраля 2014 г. / Научный центр "AETERNA". — Уфа, 2014. — С. 97—100.
4. Программа для анализа балансируемости коленчатого вала // Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014660945, 20.10.14. / А.В. Мартюгин.
5. Касьянов С.В., Биктимирова Г.Ф. Технологический переход как ключевой процесс управления качеством продукции в соответствии с ИСО/ТС 16949:2009 // Автомобильная промышленность, № 3, 2014. — С. 27—29.
6. Программа анализа дисбаланса коленчатого вала и построения схемы добалансировки // Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017664003, 14.12.2017. / А.В. Мартюгин, А.Ю. Карнилов, А.В. Кораблев, А.А. Апраксин.
7. Володин И.М. Построение математической модели и программы ЭВМ для устранения избыточного дисбаланса коленчатого вала / И.М. Володин, А.В. Мартюгин // Проблемы и перспективы развития машиностроения. Сборник научных трудов. В 2-х частях. Часть 2. — Липецк: ЛГТУ, 2016. — С. 336—345.
8. Мартюгин А.В. Исследование балансировки и автоматизации расчёта устранения дисбаланса коленчатых валов Р4 / А.В. Мартюгин, А.Ю. Карнилов, И.М. Володин // Инновационная наука: прошлое, настоящее, будущее. Материалы Международной научно-практической конференции "Инновационная наука: прошлое, настоящее, будущее", 1 апреля 2016 г. / Научный центр "AETERNA". — Уфа, 2016 г. — С. 62...67.



ИНФОРМАЦИЯ

ПРОШЕДШИЙ ГОД ГЛАЗАМИ РУССКОГО ПРОМЫШЛЕННИКА

ЯКОВЛЕВ В.В.

АО "Кубаньжелдормаш" (Армавир)

Год 2019 был очень сложным и насыщенным. Было много проблем, в первую очередь связанных с развитием предприятия. Когда падаешь или угасаешь — проще: можно сокращать людей, снижать издержки, отказаться от ненужных трат или просто экономить на всём. Когда же пытаешься расти, всё с точностью до наоборот, абсолютно все вопросы превращаются в расщивание узких мест. Скорое внедрение новой техники дало о себе знать, посыпались рекламации и нарекания.

Рост объёма заказов заставил набирать любые кадры. "На ходу научим". Не получилось. Количество сегодня само по себе не переходит в качество, если один из десяти подошёл и остаётся, можно считать работу кадровой службы успешной. Удачно сложилось (если можно так выразиться), что соседние три предприятия окончательно легли на бок, оттуда пришли пожилые люди 55...70 лет, которые понимают, что такое производство. С молодежью всё плохо, крайне мало, катастрофически мало.

Если сегодня говорить о будущем предприятия через 10 лет, то его просто нет. Выход в кооперации, что в России сегодня — один сплошной риск. Либо массовой закупке новых станков в Европе, Японии, США., что невозможно без государственной поддержки. К сожалению, в нашей стране господдержка работает только для тех, кого она обогащает лично. Для тех же, кто реально занимается

развитием производства, — в лучшем случае краевые (областные) программы по снижению процентов по кредитам.

Мы в этом году подали заявку на получение 75 млн рублей для закупки дробемётной камеры и зубофрезерного станка. На 7 лет, под 5 % годовых. То есть нам банки дают эти деньги под 10—12 % годовых, но при помощи краевых программ можно снизить этот процент до 5. Объявили 2...3 %, но когда получили документы и изучили все нюансы, получилось на выходе 5. Никогда бы не брал под такой процент на семь лет, но выхода нет, существующая дробемётная камера 1960-х гг. может остановить работу всего завода в любой момент. Если одобряют, то в 2020 г. установим новое оборудование, которое не только даст уверенность в завтрашнем дне, но и сократит расход электричества втрое, а также не надо будет постоянно отвлекать двух слесарей для ремонта турбин и всего остального.

На протяжении многих лет покупали кирпич на заводе, который находится в 80 км от Армавира. В 2019 году он остановился. Сначала говорили, что у них плановый отпуск, потом сказали, что новое оборудование не могут запустить, через полгода признались, что они "всё", окончательно встали.

На протяжении 80 лет покупали электроды в Челябинске. Цены в один день поднялись в три раза. Пришлось делать запас по очень высокой цене, чтобы не остановить литейное производство, и срочно искать поставщиков в Китае. Нашли, в течение года перешли. Но меня удивило даже не то, что цены ниже, а то, что качество китайских графитированных электродов намного лучше того, на чем мы работали столько лет. Китай на месте не стоит, то, что вчера они делали "не очень", сегодня уже хорошо, а послезавтра будут делать ещё лучше. Это нормально для лю-

рых предприятий, которые развиваются и которые получают поддержку государства для выхода на зарубежные рынки.

Постепенно вся комплектация на заводе вытесняется китайской продукцией. Сварочная проволока, подшипники, слесарный инструмент (Китай, Тайвань, Корея), мерительный инструмент, режущий инструмент. Элементная база вся импортная, даже если имеет российское название. Из российского — только металл, оборудование для сортировки стружки "Эрга" и производственная мебель "Диком". И ещё электродвигатели для своей продукции пока покупаем российские. Хотя в последних поставках очень удивился шрифту на табличках... Кто занимается производством, те поймут мои опасения.

Побывал в 2019 году на двух совещаниях по промышленности — одном краевом и втором федеральном. Стоит ли говорить, что 98 % присутствующих на этих совещаниях чиновники? Губернатор очень удивился тому, что я сказал. В Москве вообще выслушали молча, посчитали меня паникёром и далёким от производства. У них — всё хорошо, 12 тысяч новых производств и средняя зарплата рабочего 62 тысячи рублей.

С каждым годом увеличивается объём денег на ветер, которые из нас выбивает родное правительство своими инициативами. Совершенно бездумными. У меня складывается ощущение, что думать системно в Москве уже разучились. Кто пришёл в Госдуму или правительство из своей области, тот и тянет законы и поправки под свой бизнес. Естественно укрепляя свои монопольные позиции.

Из хорошего: за год — победили в суде с нашим местным Межрегионгазом. Нам вернули 5 млн рублей за то, что якобы наш счётчик неправильно показывал данные из-за окончания срока эксплуатации, но при этом он был ими самими поверен до 2021 года. Вдумайтесь, привезли акт и через неделю списали 5 млн со счёта. Мы заплатили, потому что иначе отключат газ. И потом доказывай, что ты был прав! А почему никто не думает, что такие шаги могут выбить из колеи финансовую стабильность всего завода? Ни организации с численностью 700 человек, ни ИП, никто не защищён в таких случаях, монополии действуют крайне цинично и безоглядно. Но если послушать наших чиновников, то промышленность больше заботит внедрение цифровых решений и процент ЦБ. Да, каждое совещание с этого и начинается, на всех предприятиях России.

О плохом не хочется писать. Его так много, что даже не успеваешь толком радоваться хорошему, которого в жизни завода в 2019 году было немало. Достроили новое здание для техотдела, запустили многие станки "из СССР", которые купили до этого. Наконец-то приступили к замене всех подземных коммуникаций; из-за высокой стоимости всего проекта решили растянуть его на 2—3 года и делать участками. На завод приехали специалисты из разных уголков страны, усилили руководящий состав предприятия. Не знаю как это объяснить, но завод стал ощутимо крепче. Надёжнее, поворотливее, оснащённее. На складе металла стало больше, что важно при переходе из месяца в месяц, режущего инструмента стало с небольшим запасом, склад полуфабрикатов наполняется постепенно. Это всё такие нюансы, по которым можно судить о состоянии предприятия. Наконец-то нашли поставщика кокилей в Германии, потратились основательно, но параллельно занимаемся тем, чтобы в будущем самим их проектировать и производить, иначе разоримся.

Запустили систему регенерации формовочной смеси в литейном производстве, которая должна не только улучшить её качество, но и кардинально сократить расходы на кварцевый песок. Это очень большое событие, мы её из-за

высокой цены практически всю сами делали по итальянским чертежам. Пока система ещё не работает как надо, но в 2020 году уже окончательно настроим её, доведём до ума.

Отдельно хотелось бы написать о такой продукции, как сельхозтехника и трактор.

Трактор — это будущее. Форсировать разработку экскаватора-погрузчика никто не будет, деньги с неба не падают, а завод может надорваться в таком случае. И это даже без подготовки производства. В последнее время много обращений было по трактору, но почти все от тех умников, которые думают, что завод на это получил 160 млрд, и они опасаются опоздать к делу пирога. Нет, даже колёса за 140 тыс. оплатил только в этом году, хотя счёт лежал с 2018 г. Советский Союз всей страной создавал тракторные заводы, которые сегодня все умерли, а тут маленький завод в одиночку тянется, это не так легко, как может показаться, даже с учётом закупки готовых мостов, трансмиссии и двигателя. Это целая отрасль — тракторостроение, к ней надо подойти подготовленными и завод много всего делает, чтобы по цене трактор был конкурентоспособным. В будущем.

А вот настоящее — это сельхозтехника. Кстати, многие технологические решения, которые сегодня приобретаются, в будущем позволят легко делать узлы и агрегаты самоходной строительной техники. На выставке "Агритехника 2019" в Германии увидели всё лучшее, что сегодня производят мировые лидеры в области почвообработки. Четыре инженера-конструктора своими глазами за всем наблюдали и изучали. Ничего сверхъестественного нет, всё можем делать сами, но проблема в том, что в России нет рабочих органов. Всё закупается за границей. По сути мы варим рамы, а начинка вся импортная. Начали делать сами диски для борон, но металл в закупке для изготовления одного диска стоит 1150 рублей, а уже готовый диск из Китая или Индии с доставкой — 900 рублей.

Тут уже вопрос не к производителям, а ко всей экономической модели государства в целом. Производство в России выгодно до той поры, пока не сталкивается с реальной конкуренцией. Мы можем конкурировать по цене только между собой, если конечно это не госкорпорации, которые могут производить по 1000 рублей, а продавать по 100 рублей, и им потом разницу бюджет компенсирует. Но когда мы сталкиваемся с китайскими, турецкими, тайваньскими компаниями, там мы совершенно не выдерживаем конкурентной борьбы. Тут всё банально — энерготарифы, налоги, цены на металл, отсутствие комплектации в России. Мы комплектуем тем же, чем и они, но при этом у нас закупка дороже. А своего нет.

В 2020 г. на заводе будет очень много событий. Будем запускать первый в истории завода японский станок "Мазак" с роботом, будем запускать новый термопласт-автомат "Фанук", который заменит три наших тираспольских ТПА, будем менять подземные коммуникации и старые силовые кабели, чтобы в один момент на всём заводе не погас свет. Будем запускать кокили для литья алюминия, будем осваивать новую технику и дорабатывать старую, будем жить самой обычной жизнью машиностроительного завода, изо дня в день.

https://www.facebook.com/kubanzheldormash/posts/2486456164936336?_xts=%5B0%5D=68_ARC12GKfn6_1-Hsj4QiqGAkg6eOPt5yKJMHs4RPoIFkFW6KAItqJqu6FOdx_fN56TVmidMeZfago50W3aGXXI9LrOhezjL07jdx9FDK6vUlgMiHmUAXA_cmJajXBGGERACNfM6fwoBUFBnzW5iLHyApt7-ROPUAoCeX_sNV1sn2ITNFIRoJ_PlzurHnzKWIA_GITrORzEytBwcVS8oNfzWJcsgJKH5i9tNMUW1xCnKq64KIDCj6AvaGfbbx7-yXPxeSFwlsPYBKWZHX5IlgYIQEtmJc12upx51jX_StAshFqpL22YMnxwFIClyAW2UeaP_pO2rCadTzGy42Vb7r7YJTjVZbA6QU&tn=K-R



Служба комплаенс ПАО "КамАЗ" подвела итоги традиционного конкурса "Я против коррупции". В этот раз работы принимались в форме стихотворений. Конкурс проводился в третий раз, и это один из инструментов по продвижению комплаенс-политики компании среди работников. Он направлен на укрепление атмосферы нетерпимости к коррупционным проявлениям и выявление способностей работников компании в области формирования активной гражданской позиции и противодействия коррупции. В 2017 году на рассмотрение жюри принимались рисунки и плакаты, в 2018 году — видеоролики, в конце 2019 года камазовцам предстояло изложить свои размышления о борьбе с коррупцией в стихотворной форме.

Свои работы представили 14 человек из разных подразделений и организаций ПАО. В состав экспертной комиссии вошли топ-менеджеры КамАЗа: заместитель генерального директора по безопасности Ильдар Шамилов, заместитель генерального директора по управлению персоналом и организационному развитию Александр Ушенин и заместитель генерального директора — корпоративный директор Жанна Халиуллина. Эксперты под председательством руководителя Службы комплаенс Виктора Спасова высоко оценили качество представленных произведений.

Работы оценивались по шести критериям. В их числе — ритмичность поэтического произведения, правильность и ясность фраз, полнота раскрытия темы, оригинальность, творческий подход. По результатам набранных баллов определилась тройка победителей. Лидером стала представительница отдела комплаенс ООО "ОАТ" Ирина Качейкина. Второе место получила представительница ООО "Челныводоканал", слесарь КИПиА Вера Белюсова. Набрав одинаковое количество баллов, третье место поделили представительница блока заместителя генерального директора по управлению персоналом и организационному развитию, начальник бюро Светлана Падас и работники Группы реализации корпоративных проектов SKU блока заместителя генерального директора — корпоративного директора, представившие на конкурс коллективное творческое произведение. Все призёры конкурса будут награждены дипломами и памятными подарками. Работы участников планируется использовать в дальнейшей работе в области популяризации системы комплаенс ПАО "КамАЗ".

Компания "Мерседес-Бенц" выиграла тендер на поставку техники, предназначенной для обновления парка мусороуборочной техники Боготы — столицы и крупнейшего города Колумбии. В рамках

контракта поставлено 39 новых грузовых автомобилей "Атего 1729" (Евро 5), собранных на бразильском заводе в городе Сан-Бернарду-ду-Кампу, штат Сан-Паулу.

"Мерседес Атего 1729" с колёсной базой 4800 мм оснащён 6-цилиндровым двигателем OM 926 LA, развивающим мощность 286 л. с. и крутящий момент 1120 Н·м. Автомобиль прекрасно подходит для оснащения уплотнителем отходов объёмом 19 м³. Модели, экспортируемые в Колумбию, оборудованы шестиступенчатыми полностью автоматическими коробками передач "Аллисон 3000" с механизмом отбора мощности.



Машины для вывоза отходов должны обладать исключительной надёжностью. Это важно как с точки зрения возможности перевозить тяжёлые грузы, так и с точки зрения способности выдерживать тяжелейший режим эксплуатации, связанный с частыми остановками и троганиями с места, которые значительно ускоряют износ трансмиссии. Автоматические коробки передач предназначены для экстремально тяжёлых условий работы. Вместо обычного сцепления, которое используется во многих транспортных средствах, в конструкции коробок передач "Аллисон" используется гидротрансформатор, обеспечивающий непревзойдённую надёжность, высокую эксплуатационную готовность и низкий уровень затрат на ремонт. Ещё одним большим преимуществом для компании стал комфорт водителей. Не говоря о том, что автоматические коробки передач устраняют необходимость постоянного переключения и защищают трансмиссию грузовика от грубых и некорректных приёмов управления.

С осени 2018 года "МАН Трак энд бас" совместно с компаниями-партнёрами австрийского Консорциума устойчивой логистики (CNL) осуществляли тестирование грузовых электромобилей. Каждая из девяти компаний консорциума имеет в своём автопарке по одному грузовому электромобилю МАН мод. eTGM и использует их в своей повседневной деятельности.

Электрический МАН eTGM (TGM 26.360 E LL) — грузовый автомобиль с

разрешённой максимальной массой 26 т в трёхосной конфигурации 6×2-4. Он оснащён управляемой и подъёмной поддерживающей осью и четырёхконтурной пневмоподвеской. Грузовик оснащается электромотором мощностью 264 кВт с крутящим моментом до 3100 Н·м. Вспомогательные устройства, такие как гидросилы, усилитель руля, воздушные компрессоры и система кондиционирования воздуха, работают от электричества, контролируются системой энергоуправления и поэтому функционируют в энергосберегающем режиме.

Благодаря системе рекуперативного торможения кинетическая энергия автомобиля, выделяемая во время снижения скорости и торможения, преобразуется в электрическую и поступает обратно в аккумуляторную батарею. Таким образом, батарея подзаряжается в процессе торможения, что существенно увеличивает запас хода электрического транспортного средства. На дисплее в кабине водителя отображается текущий уровень заряда аккумулятора. Автомобиль оснащается высокопроизводительными литий-ионными батареями от "Фольксваген групп", которые помещаются под кабиной водителя над передней осью — на месте ДВС. Дополнительные аккумуляторы закреплены на раме. Запас хода достигает 200 километров в зависимости от дорожных и климатических условий и особенностей местности.



Чтобы сделать переход к электрической мобильности максимально лёгким и успешным, при покупке электрического грузовика МАН eTGM компания предоставляет своим клиентам профессиональную поддержку от команды технических специалистов. Они поделится исчерпывающей и индивидуально подготовленной информацией с фокусом на конкретные решения — от анализа потребностей, конфигурации автопарка, инфраструктуры для подзарядки и системы контроля расхода энергии до всеобъемлющего и экономически целесообразного транспортного решения. Помимо этого, водители проходят специальное обучение, программа которого охватывает особенности управления полностью электрическим транспортным средством.

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Калмыков Ю.П., Тютюнник И.Г. — Пути повышения конкурентоспособности автомобилестроения 1

АСМ - факты 7

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Тихоненков С.М. — Повышение эффективности использования топлива в двигателе внутреннего сгорания 8

Яржемский М.К. — Бесступенчатая передача для автомобиля 11

Попов А.В., Чернова Г.А. — Вибрации на рабочем месте водителя автобуса 13

Разговоров К.И. — Современные требования к автомобильным фарам 17

Митина Т.Е., Сливинский Е.В. — Исследование колебаний и силового нагружения модернизированного автомобильного прицепа МАЗ-8926 20

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

Нгуен Минь Тиен — Диагностика автомобиля на основе нейронных сетей 25

Швеёва Е.И. — Комплексный метод оптимизации склада запасных частей на предприятиях автосервиса 27

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Мартюгин А.В., Володин И.М. — Влияние ключевых параметров штамповки и первых операций механической обработки на балансировку коленчатого вала 30

ИНФОРМАЦИЯ

Яковлев В.В. — Прошедший год глазами русского промышленника 37

Коротко о разном 39

Главный редактор Н.А. ПУГИН

Зам. главного редактора Р.В. Козырев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Балабин И.В. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
Бахмутов С.В. — д-р техн. наук, зам. директора по научной работе ГНЦ "НАМИ"
Гируцкий О.И. — д-р техн. наук, профессор, зам. председателя Экспертного совета НАМИ
Гладков В.И. — канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной работе ОАО "НИИТавтопром"
Ковригин А.С. — зам. генерального директора ОАО "АСМ-холдинг"
Комаров В.В. — канд. техн. наук, зам. генерального директора ОАО "НИИАТ" по научной работе
Коровкин И.А. — канд. экон. наук, исполнительный директор НП "ОАР"
Котиев Г.О. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
Круглов С.М. — зам. генерального директора ОАО "НИИТавтопром"
Ксенович Т.И. — канд. физ.-мат. наук, МГТУ имени Н.Э. Баумана, НИЦ "Русаен"
Мамити Г.И. — д-р техн. наук, профессор Горского Агроуниверситета (Владикавказ)
Марков В.А. — д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
Сорокин Н.Т. — д-р экон. наук, директор ФГБНУ ВНИМС ФАНО России
Тер-Мкртчян Г.Г. — д-р техн. наук, ГНЦ "НАМИ"
Титков А.И. — канд. техн. наук, эксперт аналитического центра ОАО "АСМ-холдинг"
Топалиди В.А. — канд. техн. наук, ТАДИ
Филимонов В.Н. — ответственный секретарь "АП"

Белорусский редакционный совет:

- Альгин В.Б. — д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ОИМ НАН Беларуси
Егоров А.Н. — генеральный конструктор — начальник НТЦ ПО "БелАЗ"
Захарин А.М. — канд. техн. наук, технический директор РУП "МАЗ"
Кухаренок Г.М. — д-р техн. наук, профессор БНТУ
Мариев П.Л. — д-р техн. наук, директор НТЦ "Карьерная техника" ОИМ НАН Беларуси
Николаев Ю.И. — главный конструктор ОАО "МЗКТ"
Сазонов И.С. — д-р техн. наук, проф., ректор Белорусско-Российского университета (Могилёв)
Харитончик С.В. — д-р техн. наук, доцент БНТУ (Минск)

Информационный партнёр АНО "НИЦ "Русаен"

Технический редактор Шацкая Т.А.

Корректор Сажина Л.И.

Сдано в набор 09.12.2019. Подписано в печать 05.02.2020.

Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Бумага офсетная.

Отпечатано в ООО "Канцлер".

150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.

Оригинал-макет: ООО "Авансед солюшнз".

119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru

ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"

Адрес издательства и редакции: 107076, Москва, Колодезный пер., 2а, стр. 2

Телефоны: (915) 412-52-56 и (499) 269-54-98; (495) 785-60-69 (реклама и реализация)

E-mail: avtoprom-atd@mail.ru

www.mashin.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № 77-7184

Цена свободная.

Журнал рекомендован ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней, входит в международную базу данных "Chemical Abstracts".

За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.

Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.