Журнал выходит при информационной поддержке АМО ЗИЛ, ОАО "КАМАЗ", РУП "МАЗ", УП "МЗКТ", АЗ "Урал"

Учредитель
Открытое акционерное московское общество "Завод имени И. А. Лихачева" (АМО ЗИЛ)

Главный редактор
генеральный директор
Управляющей организации АМО ЗИЛ
К. В. Лаптев

Зам. главного редактора
И. А. Хороманская

Редакционный совет

Д. Х. Валеев, М. С. Высоцкий, В. А. Гуринович, А. П. Гурченко, А. В. Дмитриевский, В. А. Зорин, Н. А. Иващенко, А. Л. Карунин, Л. Г. Красневский, В. В. Корсаков, Ю. В. Кудрявцев, А. С. Кузнецов, В. Г. Мазепа, В. А. Марков, В. Ф. Платонов, А. П. Ракомсин, Г. Н. Рейзина, Е. Л. Рыбин, Г. А. Синеговский, А. Ф. Синельников, В. С. Устименко, Х. А. Фасхиев

Корпункты:
в Республике Беларусь (г. Минск), Я. Е. Карповский
Тел.: (10-375-17), 238-10-33, 217-90-38
в Украине (г. Харьков), В. Г. Дьяченко
Тел.: (8-10-380-572) 707-68-48

Цветоделение
ОАО "Издательство "Машиностроение"

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3346 от 10 мая 2000 г.

Адрес редакции
129626, Москва, проспект Мира, 106. А/я 78.
Тел.: (495) 682-5789, 682-7788
E-mail: grouzovik@mashin.ru
http://www.mashin.ru

Адрес издательства
107076, Москва, Стромынский пер., 4/1
Тел.: (495) 268-3858
Факс: (495) 269-4897

Подписной индекс
по каталогу "Роспечать" 72145,
по объединенному каталогу "Пресса России" 41302,
по каталогу "Почта России" 60262

Цена свободная

© ОАО "Издательство "Машиностроение", "Грузовик &", 2007

Перепечатка материалов из журнала "Грузовик &" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При перепечатке материалов ссылка на журнал "Грузовик &" обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика".
142110, Московская область, г. Подольск, ул. Кирова, 15. Зак. 471.

Грузовик & с приложением

Ежемесячный научно-технический и производственный журнал
Выпускается с 1996 г.

В НОМЕРЕ

Конструкция

2 *Автомобили* КАМАЗ-5360, 53605, 5460, 6460, 6520, 65201 (Продолжение)

7 *Белов В. В., Белова Н. Н., Белов С. В.* Приведенные характеристики механизма подвески в виде пантографа

9 *Николаев Ю. И., Сапьяник П. К., Балухо С. П.* Системы повышения пусковых качеств дизелей в условиях низких температур

Эксплуатация. Ремонт

11 *Пини Б. Е., Пеньковский К. П., Солоницин Б. М.* Современная конструкция инструментов для высокопроизводительной механической обработки отверстий в машиностроении

Исследования. Расчет

17 *Назаров А. Д.* Допустимое увеличение массы деталей КШМ при ремонте V-образных 8-цилиндровых двигателей

22 *Фасхиев Х. А., Крахмалева А. В., Валеев И. Д.* Разностный метод оценки качества грузовых автомобилей

30 *Малиованов М. В., Хмелев Р. Н.* Иерархическая система моделей ДВС

34 *Белоусов Е. В., Савчук В. П., Штанько А. Д.* Опыт создания оптоволоконных датчиков для индицирования рабочего процесса двигателей

37 *Семенов В. Г., Васильев И. П.* Экономические и экологические показатели дизеля при работе на биодизельных топливах разных сортов

Проблемы автостроения

41 *Ипатов А. А., Дзоценидзе Т. Д.* Технологии промышленной политики и перспективы отечественного автопрома

46 *Добринский Е. С., Сеин В. А.* Реалии и тенденции развития Российского автомобилестроения (Окончание)

Интервью

53 *Интервью* с заместителем министра промышленности Республики Беларусь В. А. Гуриновичем "Ставшие символом республики"

Информация

10 Поздравляем с юбилеем!

40 Новые кабины водителей грузовых автомобилей MAN

50 Новая серия автомобилей Iveco Trakker для строительных работ

61 *Шерыханов А. А.* Новая жизнь трамваев

Страницы истории

63 *Страницы* истории АМО, ЗИС, ЗИЛ, ПО ЗИЛ, АМО ЗИЛ (Продолжение)

12 '2007 (№ 137)

АВТОМОБИЛИ КАМАЗ 5360, 53605 5460, 6460 6520, 65201

(Продолжение. Начало см. журн. "Грузовик &". 2007, № 3—11)

УПРАВЛЕНИЕ ТОРМОЗНЫМИ СИСТЕМАМИ

Автомобиль оборудован рабочей, стояночной, запасной и вспомогательной (износостойкой) системами. Хотя эти тормозные системы имеют общие элементы, работают они независимо одна от другой и обеспечивают высокую эффективность торможения в любых условиях эксплуатации.

Рабочая тормозная система служит для уменьшения скорости движения автомобиля и полной его остановки, управляется привод педалью рабочей тормозной системы.

Следует помнить, что при отсутствии воздуха в ресиверах (показания манометра) рабочая тормозная система не действует и торможение нужно проводить ручным тормозным краном.

Стояночную тормозную систему включайте и выключайте краном управления стояночным тормозом в соответствии с рекомендациями, приведенными в разд. *"Органы управления, оборудование кабины и контрольно-измерительные приборы"*.

Запасная тормозная система предназначена для затормаживания автомобиля в случае частичного выхода из строя рабочей тормозной системы. Функции запасной тормозной системы выполняют контуры рабочей тормозной системы. В случае выхода из строя передних рабочих тормозных механизмов торможение осуществляется задними рабочими тормозными механизмами и наоборот.

Вспомогательную тормозную систему включайте нажатием кнопки вспомогательной тормозной системы.

Пользуйтесь вспомогательной тормозной системой во всех случаях для уменьшения скорости и обязательно при движении на затяжных спусках во избежание перегрева тормозных механизмов.

При необходимости для уменьшения частоты вращения коленчатого вала двигателя притормаживайте автопоезд рабочей тормозной системой.

При включенной вспомогательной тормозной системе не выключайте сцепление и не переключайте передачи.

На стоянке автомобиль удерживается пружинными энергоаккумуляторами. Растормаживание тормозных механизмов автомобиля в обычных условиях осуществляется краном управления стояночной тормозной системы. Однако существуют и иные способы растормаживания при аварийных ситуациях:

1. Если невозможно наполнить ресиверы сжатым воздухом, то автомобиль можно растормозить механически. Для этого снимите крышки с энергоаккумуляторов тормозных камер заднего и промежуточного мостов и выверните до упора (приблизительно 30 оборотов) винты механического растормаживания (см. рис. 1).

После устранения неисправностей в пневмоприводе тормозной системы винты вверните.

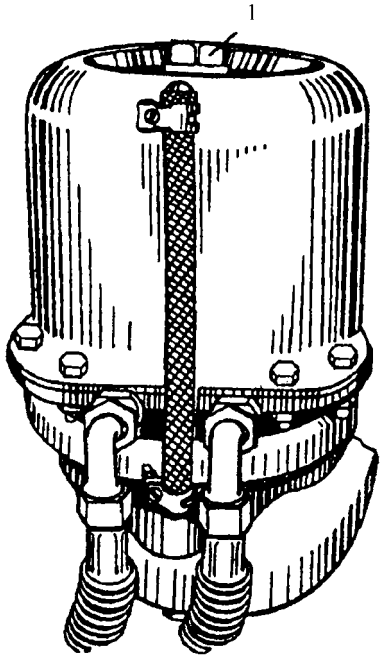


Рис. 1. Механическое растормаживание стояночной тормозной системы:

1 — винт механического растормаживания

Внимание! Если в пневмоприводе тормозной системы нет достаточного давления воздуха, то после механического растормаживания стояночной тормозной системы автомобиль не имеет никаких тормозных систем. Поэтому следите за тем, чтобы автомобиль не мог самопроизвольно двинуться с места после растормаживания.

2. Конструкция пневмопривода тормозных механизмов автомобиля предусматривает возможность экстренного растормаживания при правом положении "Выключено" рукоятки крана управления стояночной тормозной системы независимо от степени заполненности ресиверов воздухом. Для этого гайку-барашек на кране экстренного растормаживания, размещенном на первой поперечине автомобиля, заверните до упора. Установите рукоятку крана в правое положение "Выключено", заведите двигатель. После того как погаснет контрольная лампа стояночной тормозной системы, начинайте движение автомобиля.

При эксплуатации автомобиля без необходимости экстренного растормаживания гайка-барашек на кране экстренного растормаживания должна быть завернута на 2—3 витка, при этом происходит первоочередное заполнение ресиверов тормозной системы.

Следует помнить, что при растормаживании автомобиля с помощью крана экстренного растормаживания воздух в ресиверах рабочей тормозной системы отсутствует (показания манометра), рабочая тормозная система не действует — торможение нужно проводить ручным тормозным краном.

3. Кроме того, при отсутствии сжатого воздуха в пневмосистеме автомобиль можно растормозить с помощью подачи сжатого воздуха от внешнего источника в клапан контрольного вывода, установленного на ресивере III контура, или крана экстренного растормаживания.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ С КОРОБКОЙ ОТБОРА МОЩНОСТИ (КОМ)

Для включения КОМ:

— нажать на педаль сцепления до упора;

— нажать одновременно выключатель КОМ и кнопку нефиксированного выключателя КОМ, при этом включается электромагнитный клапан и загорается лампочка, встроенная в выключатель КОМ, сигнализирующая о включении КОМ, для некоторых моделей КОМ ("ZF" и др.) дополнительно загорается контрольная лампа включения КОМ на щитке приборов, сигнализирующая о включении КОМ.;

— плавно отпустите педаль сцепления.

Для отключения КОМ:

— нажать на педаль сцепления до упора;

— нажать выключатель КОМ, соответственно, лампочка, встроенная в выключатель КОМ, гаснет, для некоторых моделей КОМ ("ZF" и др.) также погаснет контрольная лампа включения КОМ на щитке приборов;

— плавно отпустить педаль сцепления.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ-САМОСВАЛА

Автомобиль-самосвал может эксплуатироваться с самосвальным прицепом, а одиночный самосвал может быть оборудован платформой с гидравлически открывающимся (подъемным) задним бортом.

Автомобиль-самосвал рекомендуется использовать для перевозки строительных грузов (плотностью 1500—2000 кг/м^3): песка, щебня, глины и т. п.

При эксплуатации нужно соблюдать следующие требования:

— нагружать ковшом объемом не более 2,5 м^3;

— не грузить скальную породу кусками массой более 200—250 кг и размером сечения более 0,4 м.

В холодное время года допускается включать коробку отбора мощности за 5—10 мин до разгрузки, что позволит предварительно разогреть масло в гидросистеме.

Порядок действий при подъеме платформы одиночного самосвала:

— убедиться, что давление воздуха в пневмосистеме не ниже 490 кПа (5 кгс/см^2);

— включить коробку отбора мощности КОМ;

— включить клавишный переключатель подъема и опускания платформы, расположенный на панели выключателей, в положение "Подъем платформы";

— отрегулировать скорость подъема платформы плавным изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя;

— по окончании подъема перевести клавишный переключатель в нейтральное положение.

Последовательность опускания платформы одиночного самосвала:

— включить клавишный переключатель подъема и опускания платформы в положение "Опускание платформы";

— убедившись, что платформа опустилась, перевести клавишный переключатель в нейтральное положение;

— выключить КОМ.

При необходимости остановки платформы в промежуточном положении при подъеме (опускании) переведите клавишный переключатель в нейтральное положение.

При эксплуатации самосвала с самосвальным прицепом вначале надо разгрузить платформу прицепа, а затем самосвала.

Перед подъемом платформы прицепа следует включить КОМ, затем включить клавишный выключатель распределителя гидросистем, расположенный на панели выключателей, для переключения гидросистемы "на прицеп". Порядок действий при подъеме и опускании платформы прицепа см. для одиночного самосвала.

После опускания платформы прицепа нужно выключить клавишный выключатель распределителя гидросистем, при этом произойдет переключение гидросистемы "на самосвал". Порядок действий при подъеме и опускании платформы самосвала см. выше.

При эксплуатации самосвала с гидравлически открывающимся (подъемным) задним бортом необходимо поднять задний борт перед поднятием платформы, для этого следует:

— включить КОМ;

— включить клавишный выключатель распределителя гидросистем, расположенный на панели выключателей, для переключения гидросистемы "на борт";

— включить клавишный переключатель подъема и опускания платформы в положение "Подъем борта";

— после полного подъема заднего борта перевести клавишный переключатель подъема и опускания платформы в нейтральное положение и выключить клавишный выключатель распределителя гидросистем, при этом произойдет переключение гидросистемы "на самосвал".

Подъем и опускание платформы самосвала производится, как описано выше. После полного опускания платформы необходимо опустить задний борт, для этого нужно:

— включить клавишный выключатель распределителя гидросистем, расположенный на панели выключателей, для переключения гидросистемы на "борт";

— включить клавишный переключатель подъема и опускания платформы в положение "Опускание борта";

— после полного опускания заднего борта перевести клавишный переключатель подъема и опускания платформы в нейтральное положение и выключить клавишный выключатель распределителя гидросистем;

— выключить КОМ.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БОРТОВОГО АВТОМОБИЛЯ-ТЯГАЧА В СОСТАВЕ АВТОПОЕЗДА

Перед сцепкой тягача и прицепа необходимо очистить и смазать запорную шейку, нижнюю часть дышла и стыковую поверхность сцепки. В случае эксплуатации автомобиля без прицепа сцепка должна быть всегда замкнута.

После каждого сцепления нужно контролировать правильность функции автоматики и правильную фиксацию закрепки.

При сцепке тягача с прицепом:

— затормозить прицеп стояночной тормозной системой;

— открыть замок тягово-сцепного устройства (ТСУ), предварительно выведя предохранитель саморасцепки из положения фиксации;

— установить дышло прицепа так, чтобы сцепная петля находилась на уровне ловителя ТСУ;

— осторожно подать автомобиль назад до упора сцепной петли прицепа в устье ловителя ТСУ, при этом шкворень ТСУ автоматически блокирует положение сцепной петли. Надежность сцепления контролируется передвижением вперед и назад. Сцепление считается правильным только после попадания закрепки предохранителя в более глубокий паз;

— затормозить тягач стояночной тормозной системой;

— вставить штепсельную вилку прицепа в розетку автомобиля;

— соединить головки шлангов пневмосистемы прицепа с соответствующими головками пневмосистемы автомобиля;

— ***при наличии гидровыводов для работы самосвального прицепа снять заглушки с запорных устройств маслопроводов и соединить запорные устройства тягача и прицепа между собой накидной гайкой, затем заглушку тягача соединить с заглушкой прицепа;***

— растормозить стояночную тормозную систему прицепа.

При расцепке тягача с прицепом:

— затормозить прицеп стояночной тормозной системой;

— отсоединить штепсельную вилку от розетки тягача и вставить в отверстие пластины дышла, аккуратно смотав шнур электропроводки в бухту. После отключения вилки убедиться в том, что контактируемая часть розетки закрыта крышкой;

— закрыть разобщительные краны пневмопривода тормозных систем;

— разомкнуть соединительные головки шлангов тормозной системы и укрепить их на кронштейнах дышла;

— открыть замок ТСУ, предварительно выведя предохранитель саморасцепки из положения фиксации;

— при наличии гидровыводов для работы самосвального прицепа разъединить гидравлические запорные устройства тягача и прицепа, отвернув гайку, разъединить заглушки и закрыть ими запорные устройства;

— подать автомобиль вперед до выхода сцепной петли прицепа из устья ловителя.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СЕДЕЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ-ТЯГАЧА В СОСТАВЕ АВТОПОЕЗДА

Конструкцией ССУ предусмотрена регулировка диаметра отверстия под шкворень с целью устранения зазоров между захватами и шкворнем.

При первоначальной сцепке тягача с полуприцепом регулировку зазоров надо осуществлять в такой последовательности:

— отвернуть гайки на штоке рукоятки управления расцепкой;

— произвести сцепку тягача с полуприцепом и проехать 100—200 м, притормозить автопоезд 2—3 раза с

целью устранения зазора между захватами и шкворнем;

— завернуть упомянутые выше гайки до соприкосновения с рукояткой, которая при этом должна касаться седла. После этого гайки завернуть еще на полоборота и законтрить;

— для устранения зазора в процессе эксплуатации необходимо отвернуть гайки, проехать 100—200 м с притормаживанием до исчезновения зазора, после чего провести аналогично изложенному выше операцию по затяжке гаек.

При сцепке тягача с полуприцепом:

— затормозить полуприцеп стояночной тормозной системой;

— установить полуприцеп на опорном устройстве так, чтобы накатная плита была по высоте ниже плиты седельного устройства тягача, но не ниже кромок скосов седла;

— отвести рукоятку управления расцепкой в крайнее положение, обеспечив тем самым вывод запорного кулака из положения фиксации захвата шкворня полуприцепа;

— осторожно подать автомобиль назад так, чтобы шкворень полуприцепа вошел в замок седельного устройства до упора, при этом сцепка происходит автоматически, т. е. рукоятка управления расцепкой должна переместиться в исходное положение;

— при работе гидрофицированного тягача с гидрофицированным полуприцепом снять заглушки с запорных устройств маслопроводов и соединить запорные устройства тягача и прицепа между собой накидной гайкой, затем заглушку тягача соединить с заглушкой прицепа;

— затормозить тягач стояночной тормозной системой;

— убедиться, что рукоятка управления расцепкой находится в исходном положении, а предохранительная планка — в вертикальном положении;

— поднять опорные устройства полуприцепа в крайнее верхнее положение;

— соединить автоматические головки шлангов пневмопривода тормозных систем полуприцепа с соответствующими головками пневмосистемы автомобиля;

— вставить в розетку тягача штепсельную вилку электрооборудования полуприцепа;

— растормозить стояночную тормозную систему полуприцепа.

При расцепке тягача с полуприцепом:

— затормозить полуприцеп стояночной тормозной системой;

— опустить опорное устройство полуприцепа до упора в поверхность дороги;

— разомкнуть соединительные головки шлангов пневмопривода тормозных систем, закрыть головки защитными крышками и закрепить их на кронштейне фары освещения седельно-сцепного устройства;

— отсоединить штепсельную вилку электрооборудования полуприцепа от розетки тягача;

— при работе гидрофицированного тягача с гидрофицированным полуприцепом разъединить гидравлические запорные устройства тягача и прицепа, отвернув гайку, разъединить заглушки и закрыть ими запорные устройства;

— отвести рукоятку управления расцепкой в крайнее положение, обеспечив тем самым вывод запорного кулака из положения фиксации захвата шкворня полуприцепа;

— включить первую передачу в коробке передач и на малой скорости двигаться вперед до полной автоматической расцепки с полуприцепом.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОФИЦИРОВАННОГО СЕДЕЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ-ТЯГАЧА С САМОСВАЛЬНЫМ ПОЛУПРИЦЕПОМ

В холодное время года допускается включение коробки отбора мощности за 5—10 мин до разгрузки, что позволит предварительно разогреть масло в гидросистеме.

Последовательность операций при подъеме и опускании платформы самосвального полуприцепа см. в подразд. *"Эксплуатация автомобиля-самосвала".*

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОФИЦИРОВАННОГО СЕДЕЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ-ТЯГАЧА С ПОЛУПРИЦЕПОМ-ЦИСТЕРНОЙ

Последовательность перекачки нефтепродуктов (полуприцеп-цистерна):

— убедиться, что давление воздуха в пневмосистеме не ниже 490 кПа (5 кгс/см^2);

— произвести включение коробки отбора мощности КОМ (см. подразд. *"Эксплуатация автомобиля с коробкой отбора мощности КОМ"*);

— включить клавишный переключатель, расположенный на панели выключателей, в положение "Включение гидромотора";

— по окончании перекачки нефтепродуктов перевести клавишный переключатель в положение "Выключение гидромотора";

— выключить КОМ (см. подразд. *"Эксплуатация автомобиля с коробкой отбора мощности КОМ"*).

ПУСК ДВИГАТЕЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФУ

При наружной температуре воздуха от минус 5 до минус 20 °С для облегчения пуска холодного двигателя нужно пользоваться электрофакельным устройством в следующем порядке.

1. Удалить воздух из системы питания, для чего прокачать насосом предпусковой прокачки топлива топливную систему двигателя до открывания перепускного клапана ТНВД (при срабатывании появляется характерный звук). Для ускорения выхода воздуха из топливной системы ослабить крепление топливопровода от выходного отверстия фильтра тонкой очистки топлива.

На автомобилях предусмотрено два варианта установки насоса предпусковой прокачки топлива: на топливном фильтре грубой очистки топлива и на кронштейне, размещенном под хомутом крепления топливного бака (см. рис. 2 и 3).

В случае применения фильтра-влагоотделителя грубой очистки топлива Separ фирмы "LOSING" (Германия) насос размещен на кронштейне фильтра.

2. Установить в нейтральное положение рычаг переключения передач, а рукоятку останова двигателя — в нижнее положение.

3. Нажать на педаль подачи топлива до ее среднего положения. Вытянуть рукоятку управления подачей топлива до упора и зафиксировать ее поворотом.

4. Включить аккумуляторные батареи. Включить приборы, повернув ключ выключателя приборов и стартера в первое фиксированное положение.

5. Нажать кнопку включения ЭФУ и так удерживайте ее.

6. Нажать до упора на педаль сцепления.

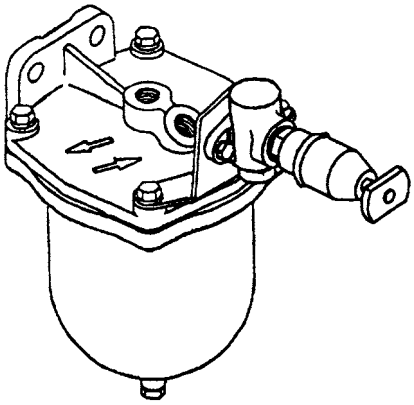


Рис. 2. Насос предпусковой прокачки топлива на топливном фильтре грубой очистки

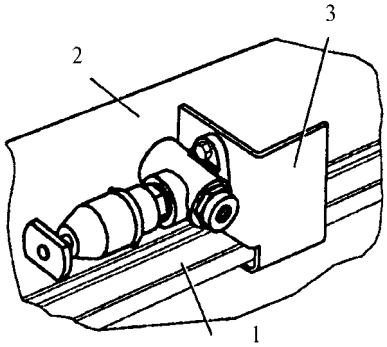


Рис. 3. Насос предпусковой прокачки топлива на топливном баке:

1 — хомут крепления топливного бака с прокладкой; 2 — топливный бак; 3 — кронштейн крепления насоса

7. После загорания сигнальной лампы готовности ЭФУ, расположенной на щитке приборов, нажать до упора на педаль подачи топлива.

8. Не отпуская кнопку ЭФУ, включить стартер, повернув ключ во второе, нефиксированное, положение не более чем на 15 с. Только при наличии регулярных вспышек в цилиндрах двигателя допускается непрерывная работа стартера в течение 25—30 с.

Кнопку ЭФУ удерживать до выхода двигателя на устойчивый режим работы, но не более 60 с. Нельзя нажимать на кнопку ЭФУ при работающем двигателе во избежание выхода из строя регулятора напряжения.

В случае неудачной попытки пуск повторяется с выдержкой между включением 1—2 мин. При неудавшемся пуске после трех попыток определить причину и устранить неисправность.

Внимание!

Прогрев двигателя проводить, начиная с минимально устойчивого холостого хода двигателя (800—1000 мин$^{-1}$), постепенно повышая частоту вращения через каждые 1,5—2 мин не более чем на 100 мин$^{-1}$. Максимальная частота вращения при прогреве не должна превышать 1600 мин$^{-1}$. Нагружать двигатель рекомендуется при достижении температуры охлаждающей жидкости не ниже 40 °С.

Ресурс штифтовых свечей ЭФУ зависит от времени включенного состояния, которое не должно превышать 3 мин непрерывной работы.

Нельзя пользоваться открытым пламенем факела и паяльной лампой для прогрева воздуха при пуске двигателя.

Пуск двигателя с помощью предпускового подогревателя ПЖД-15.8106 см. в разделе *"Система облегчения пуска холодного двигателя"*, в случае применения подогревателей ПЖД-12, 14 ТС-10, DBW-2016 фирмы "WEBASTO" (Германия) — в соответствующих руководствах по эксплуатации, прилагаемых в ЗИП к автомобилю.

(Продолжение следует)

Приведенные характеристики механизма подвески в виде пантографа

В. В. Белов, д-р техн. наук проф.,
Н. Н. Белова, ст. преподаватель СПб ГАУ,
С. В. Белов, инж. ГОСНИТИ

Рассмотрена методика исследования приведенной жесткости механизма в виде пантографа, установлены знакопеременный характер приведенной жесткости механизма с упругими звеньями и маловероятность возникновения резонансных колебаний и ее зависимость от упругих характеристик контактной сети.

От качества токосъема зависят эксплуатационные показатели работы электрических машин на трамвайном вагоне. В связи с этим проведены исследования пантографов, используемых для токосъема, с целью получения стабильных упругих характеристик по усилию прижатия токосъемных элементов к токопроводу. В правильно спроектированном токоприемнике величина усилия статического нажатия в пределах рабочей зоны должна оставаться постоянной [1, 2]. В основном механизм подвески в виде пантографа рассматривается в статике.

Перемещения механических систем можно разделить на линейные и угловые. Если рассматриваются угловые перемещения, то упругая характеристика определяется как соотношение изменения нагрузки на выходное звено к соответствующему изменению звена приведения в градусах.

Рассматривая систему в статике, можно отметить, что на неподвижный токоприемник действуют силы от массы деталей подвижных рам, полоза и усилие прижатия полоза к контактному проводу. Для упрощения расчетов принято, что массы подвижных рам сосредоточены в их центрах тяжести. Такие допущения во многих случаях дают приемлемые результаты [1].

Составление уравнения моментов сил относительно валов подъема проводится известными методами статики механической системы применительно к существующим токоприемникам с реальными параметрами.

После выполнения преобразований и подстановок определяется приведенная сила пружины, которая должна быть приложена к верхней каретке механизма подвески при условии равенства моментов сил на двуплечем рычаге подъемного вала от усидия нажатия контактной сети, сил тяжести узлов, деталей токоприемника и сил пружин:

$$\frac{P_0 + G_4}{2} = \left(M - \left[G_2 \left(1 - \frac{l_{G2}}{l_{AB}} \right) + G_3 + G_1 \frac{l_{G1}}{l_{OB}} \right] l_{OB} \cos\varphi \right) \times \frac{l_{AB} \sin\beta}{(l_{AB} + 2G_2 l) l_{G2} \sin(\varphi + \beta)}, \quad (1)$$

где P_0 — статическое усилие нажатия токосъемных элементов на токопровод, Н; G_4 — вес токосъемных элементов и их крепежных устройств, находящихся на верхнем шарнире, Н; M — момент сил пружины, Н • м; G_2 — вес верхней подъемной рамки, Н; l_{G2} — расстояние от нижнего шарнира верхней рамки до ее центра тяжести, м; l_{AB} — длина верхней подъемной рамки пантографа, м; G_3 — вес узла и деталей в шарнире — верхняя и нижняя подъемные рамки, Н; G_1 — вес нижней подъемной рамки, Н; l_{G1} — расстояние от нижнего шарнира нижней рамки до ее центра тяжести, м; l_{OB} — длина нижней подъемной рамки, м; φ — угол, характеризующий положение нижней подъемной рамки относительно горизонтали, °; β — угол, характеризующий положение верхней подъемной рамки относительно горизонтали, °.

Приведенная к токосъемной вставке сила (усилие нажатия полоза), создаваемая пружиной, выражается зависимостью

$$P_O^{пр} = \frac{2\sin\beta(l_1 - 2l_2\cos(\pi - \gamma - \varphi) - H_c) \times}{l_{OB} \times} \rightarrow \rightarrow \frac{\times C l_2 \sin(\pi - \gamma - \varphi)}{\times \sin(\varphi + \beta)}, \quad (2)$$

где l_1 — расстояние между опорами нижних рамок, м; l_2 — длина кривошипа, м; γ — угол между кривошипом и нижней подъемной рамкой, °; H_c — приведенная свободная длина пружины, м; С — жестокость пружины, Н/м.

После преобразований получим зависимость для определения приведенной жесткости подвески в виде пантографа

$$C_{\text{П}}^{\text{ТП}} = \left\{ \frac{2\sin\beta(l_1 - 2l_2\cos(\pi-\gamma-\varphi_{i+1}) - H_C)Cl_2\sin(\pi-\gamma-\varphi_{i+1})}{l_{OB}\sin(\varphi_{i+1}+\beta)} - \frac{2\sin\beta(l_1 - 2l_2\cos(\pi-\gamma-\varphi) - H_C)Cl_2\sin(\pi-\gamma-\varphi)}{l_{OB}\sin(\varphi+\beta)} \right\} \Big/ (\varphi_{i+1} - \varphi_i). \quad (3)$$

Как видно из выражения (3), приведенная жесткость механизма подвески в виде пантографа является нелинейной и переменной величиной и зависит от положения нижних подъемных рамок, жесткости пружины и других параметров.

Результаты исследований приведенных характеристик механизма подвески, выраженных формулами (1)—(3), представлены на рис. 1 и 2. Исследования проведены при следующих параметрах механизма с упругими звеньями в виде пантографа: $P_0 = 80$ Н; $G_1 = 130$ Н; $G_2 = 110$ Н; $G_3 = 15$ Н; $G_4 = 80$ Н; $l_1 = 0{,}9$ м; $l_2 = 0{,}093$ м; $l_{AB} = 1{,}7$ м; $l_{OB} = 1{,}24$ м.

Анализируя зависимость $P_{\text{О}}^{\text{пр}} = f(\varphi)$ (рис. 1), отметим, что усилие нажатия вставки на контактную сеть является переменным. В том случае, если рабочая зона подъемных рычагов будет в диапазоне 70—5°, усилие нажатия можно считать стабильным, так как изменение усилия незначительное. В реальных механизмах подвески рабочая зона не превышает обычно 65° [2].

Следует отметить также, что уменьшение угла наклона нижних, подъемных рычагов (рамок) менее 5° приводит к значительному увеличению усилия нажатия, что нежелательно. Анализируя упругую характеристику по величине создаваемого нажатия на контактную сеть, можно рекомендовать оптимальную рабочую зону по углу подъема нижних рамок — от 60 до 5°. В этой зоне усилия нажатия на контактную сеть более стабильно.

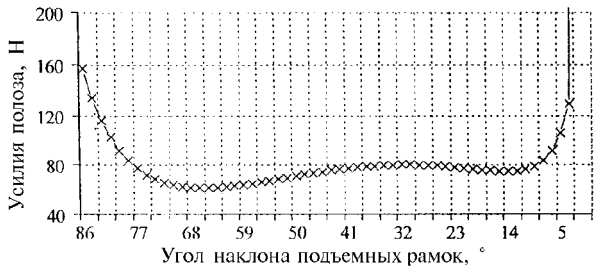


Рис. 1. Изменения усилия нажатия на. контактную сеть от угла наклона подъемных рамок

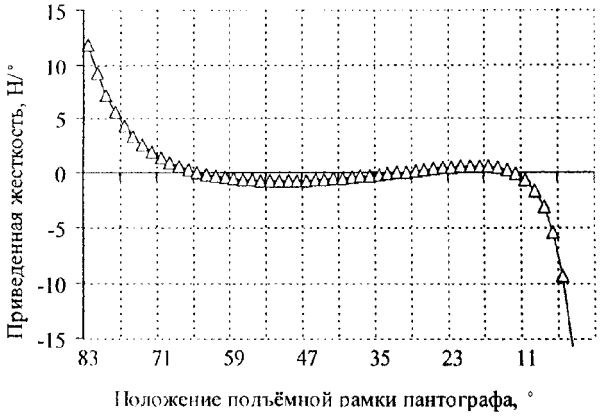


Рис. 2. Изменения приведенной жесткости механизма подвески в виде пантографа от положения подъемной рамки пантографа

Далее анализируется изменение приведенной жесткости подвески пантографа $C_{\text{П}}^{\text{ТП}} = f(\varphi)$, полученное для блока из двух пружин при суммарной жесткости $C = 22\,000$ Н/м (рис. 2).

Характер изменения $C_{\text{П}}^{\text{ТП}} = f(\varphi)$ на рис. 2, полученный при соответствующем подборе параметров, подтверждает нелинейность упругих характеристик механизма подвески в виде пантографа. Приведенная жесткость для пантографа в исследованном диапазоне находится в пределах ±20 Н/м, что несравнимо с жесткостью пружины. В верхней зоне приведенная жесткость имеет положительный знак, при дальнейшем изменении положения нижних подъемных рамок приведенная жесткость уменьшается, а при $\varphi = 65°$ она принимает нулевое значение. При дальнейшем уменьшении угла φ приведенная жесткость имеет отрицательное значение. При угле $\varphi = 51°$ приведенная жесткость минимальна и начинает возрастать, а при $\varphi = 30°$ она становится равной нулю. Дальнейшее уменьшение угла φ приводит к изменению знака приведенной жесткости. Затем приведенная жесткость, достигнув максимума при $\varphi = 19°$, начинает стремительно уменьшаться. Имея нулевое значение при $\varphi = 13°$, в дальнейшем она опять становится отрицательной по знаку и начинает асимптотически приближаться к оси ординат.

Анализ полученных результатов исследований позволяет сделать следующие выводы:

результаты исследований показали, что пантограф может поддерживать стабильное усилие нажатия в ограниченной рабочей зоне, которую следует и принимать за основу при проектировании токоприемника в виде пантографов;

пантограф имеет знакопеременную приведенную жесткость, следовательно, колебательные свойства механической системы с рассмотренными упругими характеристиками зависят в основном от вынужденных колебаний;

вероятность возникновения резонансных колебаний мала и зависит от упругих характеристик контактной сети, так как приведенная жесткость имеет знакопеременный характер и близка к нулю;

данное положение исследовано и доказано впервые на основе новых теоретических положений [2], что в принципе исключает как теоретически, так и практически возможность автоколебаний из-за колебательных свойств самой подвески токоприемника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Беляев, И. А., Михеев, В. П., Шиян, В. А.** Токосъем и токоприемники электроподвижного состава [Текст] / И. А. Беляев, В. П. Михеев, В. А. Шиян. Под ред. И. А. Беляева. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Транспорт, 1976. — 184 с.
2. **Белов, В. В.** Теоретические основы анализа и синтеза пружинных механизмов: Монография [Текст] / СПб: СПб ГАУ, 2005. — 356 с.

Системы повышения пусковых качеств дизелей в условиях низких температур

Ю. И. Николаев, гл. конструктор,
П. К. Сапьяник, нач. КБ "Электрооборудование",
С. П. Балухо, ведущий инж.-конструктор КБ "Электрооборудование", МЗКТ

Рассмотрены схемы, позволяющие обеспечить электрический пуск двигателя в условиях низких температур.

Источником энергии в системах электростартерного пуска, применяемых на автомобилях, является аккумуляторная батарея, которая обеспечивает пуск двигателя при температуре до –20 °С. При более низких температурах пуск двигателя становиться практически невозможен. Это связано со значительным увеличением внутреннего сопротивления аккумуляторной батареи, снижением развиваемой мощности, отдачи по емкости и энергии.

Существует много способов улучшения характеристик системы электростартерного пуска дизелей в условиях низких температур, которые используются на изделиях, выпускаемых Минским заводом колесных тягачей (МЗКТ).

На ряде изделий применяется система автоматического регулирования температуры электролита аккумуляторных батарей (САРТА), которая автоматически поддерживает и контролирует температуру электролита аккумуляторных батарей (АКБ) в заданных пределах (см. рисунок). В состав данной системы входят блок управления А, датчики температуры электролита ВК1, ВК2, указатель температуры Р.

В режиме допустимый подогрев ("ДП") контроль за температурой электролита осуществляется по указателю температуры Р при включенной "массе". Масса включается только на время контроля температуры. При температуре электролита выше 12 °С дежурный подогрев необходимо отключить.

Режим форсированный разогрев ("ФР") используется при необходимости быстрого обогрева АКБ после длительной (более 12 ч) стоянки шасси при температурах окружающего воздуха ниже 0 °С. Система обеспечивает возможность разогрева АКБ в течении 0,5—1,5 ч. Форсированный разогрев производится от внешнего источника постоянного или переменного тока напряжением 27—29 В.

В режиме "ФР" процесс включения и выключения нагревательных элементов аналогичен режиму питание от генератора ("ПГ"). Недостатком данной системы являются необходимость дополнительного отбора мощности от генератора во время работы ходового двигателя или наличие автономного источника питания.

Этого недостатка лишена система пуска двигателя с применением импульсных энергоемких конденсаторов (ИКЭ), также используемая на ряде изделий предприятия. ИКЭ является мощным импульсным источником вторичного тока. По зарядно-разрядным характеристикам ИКЭ представляет собой конденсатор сверхбольшой емкости.

ИКЭ, подключенные параллельно АКБ и обладающие малым внутренним сопротивлением, большей мощностью разряда и лучшими вольтамперными характеристиками по сравнению с существующими АКБ, в начальный момент пуска двигателя основную нагрузку берут на себя и обеспечивают мощный импульс тока, достаточный для проворачивания ко-

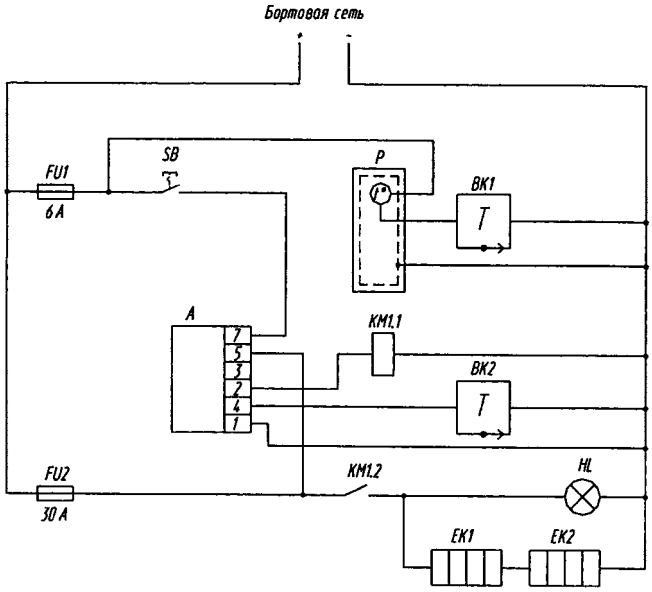


Схема САРТА:

FU1, FU2 — предохранители; SB — выключатель; P — указатель температуры; BK1, BK2 — датчики температуры электролита; A — блок управления; KM — контактор; HL — сигнальная лампа работы системы; EK1, EK2 — нагревательные элементы

ленчатого холодного двигателя, и затем в качестве источников теплоты используются либо нагревательные элементы, встроенные внутрь корпуса аккумуляторной батареи 6СТ190АН, либо специальные нагревательные элементы, расположенные внутри теплоизолированного аккумуляторного контейнера.

Система обеспечивает обогрев АКБ в следующих режимах:

— в режиме "ПГ" (питание от генератора шасси);

— в режиме "ДП" (дежурный подогрев от внешнего источника);

— в режиме "ФР" (форсированный разогрев от внешнего источника).

Режим "ПГ" рекомендуется включить при температуре окружающего воздуха ниже минус 7 °С при работающем двигателе шасси во время движения или на стоянке. Это обеспечивает возможность пуска двигателя от "теплой" батареи во время кратковременной (менее 12 ч) стоянки шасси в зимних условиях.

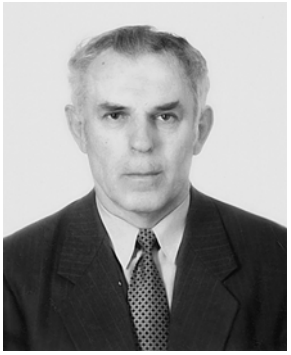
В режиме "ПГ" система включается выключателем SB обогрева контейнера АКБ, подающим питание на блок управления А. Блок управления автоматически контролирует температуру электролита и напряжение в бортовой сети тягача.

При повышении температуры до 12 °С или снижении напряжения бортовой сети до 25—26 В питание нагревательных элементов системы обогрева отключается.

Режим "ДП" рекомендуется включать при длительной стоянке шасси (более 12 ч) и температуре окружающего воздуха ниже минус 18 °С. Дежурный подогрев производится от внешнего источника постоянного или переменного тока напряжением 12—16 В после его подзаряда (в течение 5—30 с) от генератора или АКБ, готовых к повторному неоднократному использованию.

Опыт эксплуатации изделий предприятия, на которых применяется система электрического пуска с ИКЭ, а также результаты экспериментов и исследований, проводимых на базе МЗКТ и других организаций, показывают, что использование ИКЭ позволяет не только обеспечить пуск двигателя, но и в определенных условиях получить по сравнению с другими системами электрического пуска ряд преимуществ, в частности снизить емкость АКБ.

Система электрического пуска с ИКЭ обеспечивает пуск двигателя при значительной степени (до 50 %) разряженности АКБ, что повышает эксплуатационную надежность автомобиля, особенно в условиях низких температур.



Поздравляем с юбилеем!

Издательство "Машиностроение", редакция журнала "Грузовик &" поздравляют с 70-летием заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора кафедры "Двигатели внутреннего сгорания" МГТУ им. Н. Э. Баумана Николая Дмитриевича Чайнова.

Желаем Вам, Николай Дмитриевич, доброго здоровья, счастья, благополучия, творческих успехов и плодотворной педагогической деятельности.

В этот знаменательный день разрешите выразить Вам свою глубокую признательность как человеку, посвятившему свою жизнь науке и подготовке инженерных кадров.

Выражаем Вам свою признательность как истинному интеллигенту, большому эрудиту и преданному поклоннику одного из прекраснейших видов искусства — музыки.

Еще раз примите наши искренние поздравления и пожелания.

С глубоким уважением
Редакция журнала "Грузовик &"

Современная конструкция инструментов для высокопроизводительной механической обработки отверстий в машиностроении

Б. Е. Пини, канд. техн. наук;
К. П. Пеньковский, инж.,
Б. М. Солоницин, засл. технолог РФ

Рассмотрены современные конструкции сверл для высокопроизводительной механической обработки отверстий, применяемых в нашей стране и за рубежом.

Обработка отверстий — широко распространенная операция. Одним из высоко эффективных методов обработки отверстий на протяжении многих лет являлось сверление глубоких отверстий сверлами одностороннего резания с внутренним подводом СОЖ с цельнотвердосплавной рабочей частью, изготовляемых по ТУ 2-035-655-79. Эти сверла также называют ружейными или пушечными. У них твердосплавная рабочая часть приваривается к трубчатой державке. Инструменты изготовлялись с диаметром $d = 4—20$ мм и длиной $L = 250—1000$ мм (рис. 1).

Приведенные на рис. 1 конструкции инструментов применяются и сейчас как в России, так и за рубежом. На рис. 2 показаны такие сверла, производимые фирмой "Искар" (Израиль).

Опыт зарубежного производителя осевого инструмента показывает, что диапазон обрабатываемых диаметров стал более широким — 1,4—40 мм. При этом такие сверла стали использовать на станках с ЧПУ (рис. 3).

На рис. 4 показаны сверла и оснастка с обеспечением подвода СОЖ через

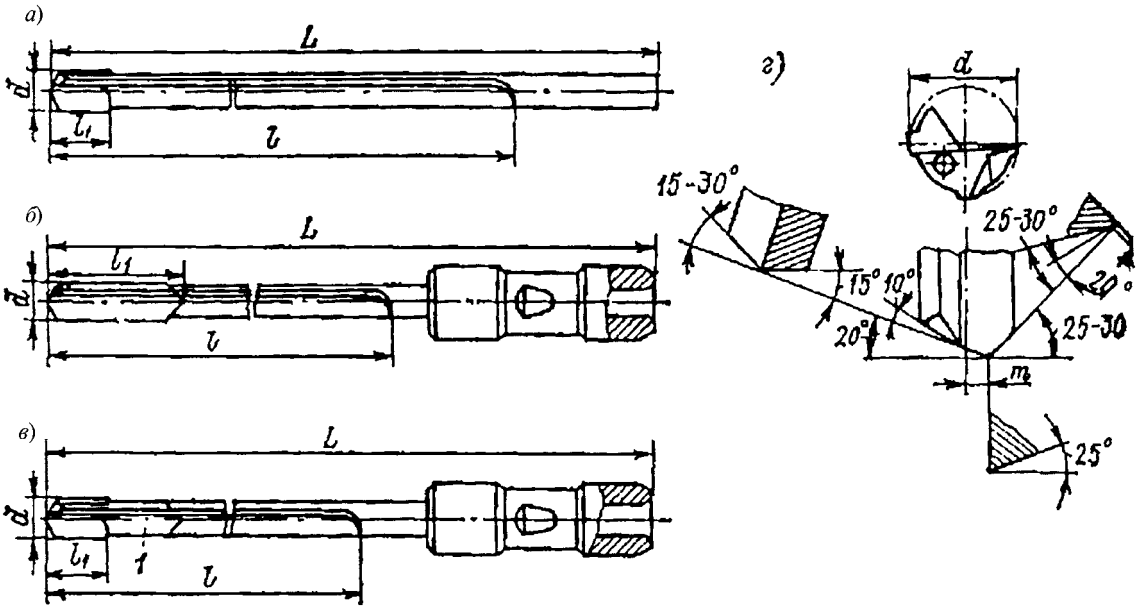


Рис. 1. Сверла одностороннего резания:

а — трубчатые с пластинкой из твердого сплава; б — то же с цельной твердосплавной рабочей частью; в — то же с креплением пластинки к промежуточной головке; г — форма заточной вершины; 1 — головка; L — длина всего инструмента; l — длина рабочей части; l_1 — длина заборной части; d — диаметр инструмента

внутреннюю полость сверл при их использовании на станках с ЧПУ. В зависимости от обрабатываемого материала они имеют разную геометрию режущей поверхности (рис. 5). При обработке отверстий с $d/L = 50$ мм и более используется специальная оснастка для стабилизации положения сверла (рис. 6.)

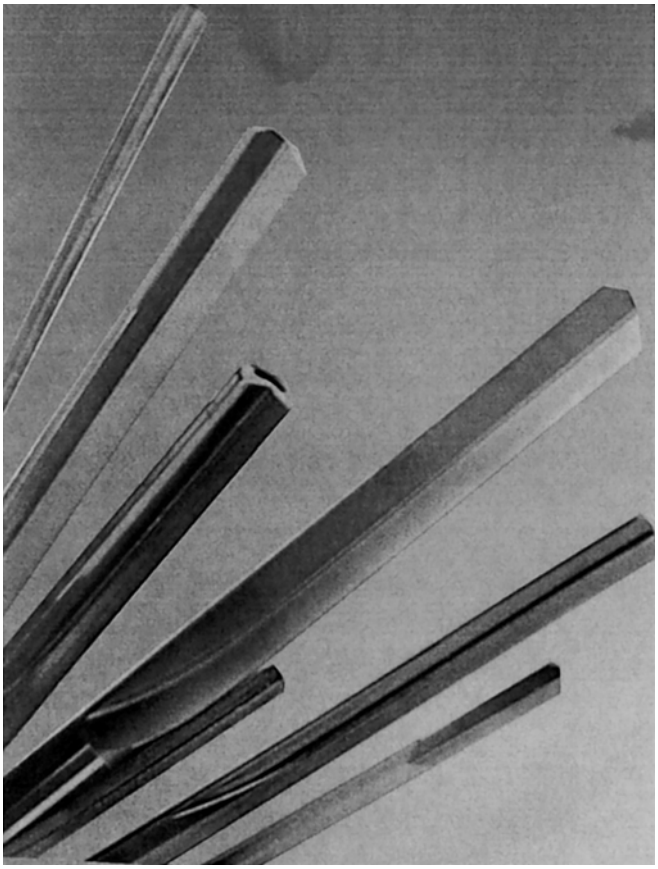


Рис. 2. Номенклатура ружейных сверл фирмы "Искар" (Израиль)

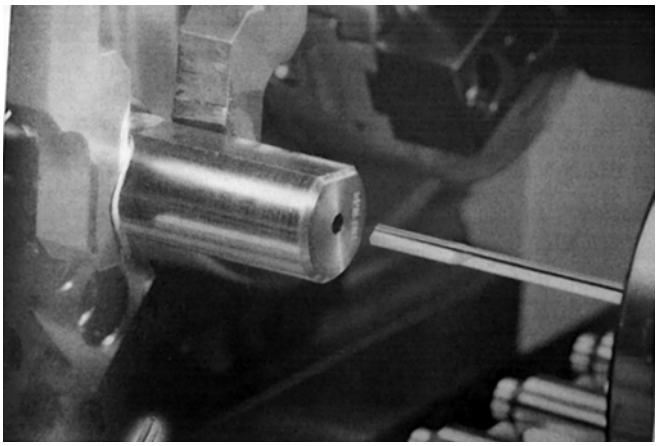


Рис. 3. Сверло одностороннего резания на станке с ЧПУ

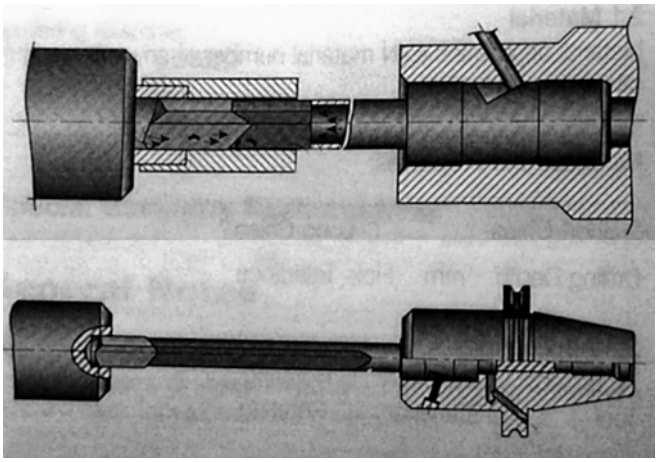
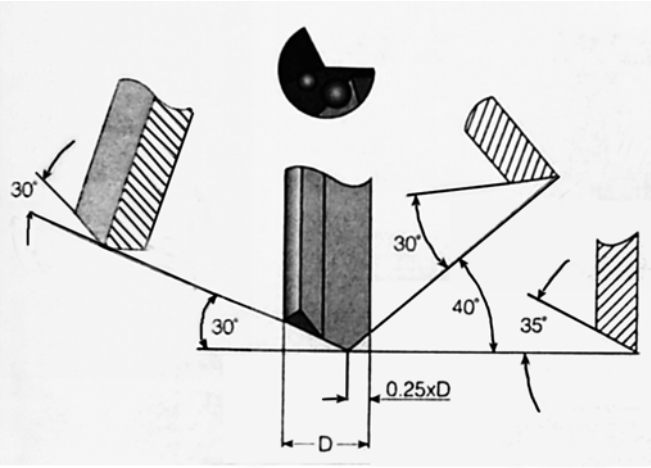


Рис. 4. Направляющая втулка и сверло с предварительно просверленным направляющим отверстием

При этом применяются специализированные станки для глубокого сверления. Примером могут служить станки фирмы "Тифбортехника" (Германия).

Современные конструкции сверл одностороннего резания имеют различную геометрию в цилиндрической



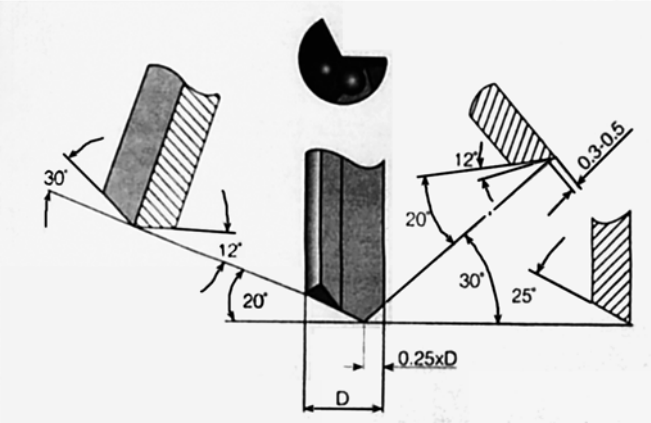


Рис. 5. Геометрия режущей части сверл одностороннего резания

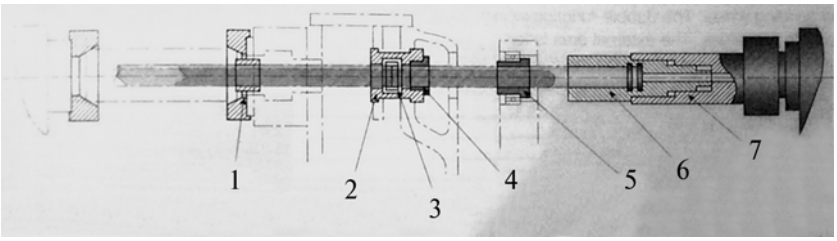


Рис. 6. Специальная оснастка для стабилизации положения сверла:

1 — кондукторная втулка для сверления; 2 — герметизированный корпус; 3 — уплотнительная прокладка; 4 — направляющая втулка; 5 — опорная втулка; 6 — приводная часть; 7 — удлинитель с регулированием

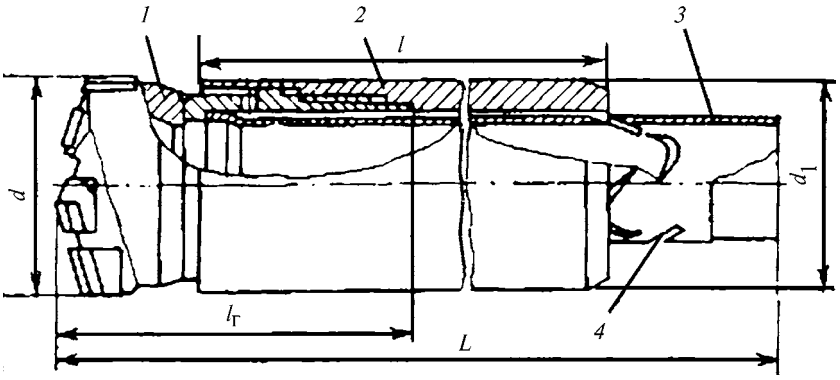


Рис. 7. Сверла с эжекторным отводом стружки:

1 — головка; 2 — наружная труба; 3 — внутренняя труба; 4 — наклонные прорези (шириной 0,3—1 мм; d — диаметр режущей головки; d_1 — диаметр тела сверла; l — длина тела сверла; $l_г$ — длина режущей головки; L — длина сверла

Профили для сверл одностороннего резания

Эскиз	Профили для сверл при обработке отверстий
	В чугуне и сплавах алюминия
	Прецизионный
	В коррозионностойких сталях
	В алюминии, меди и латуни
	Универсальный

опорной части, контактируемой с поверхностью обрабатываемого отверстия (см. таблицу). Эти различия связанны с материалом обрабатываемых деталей, что позволяет уменьшить их трение по обрабатываемому отверстию.

Еще одним из вариантов сверл для высокопроизводительной обработки глубоких отверстий явились сверла одностороннего резания с эжекторным отводом стружки, которые изготовлялись по ТУ 2-035-857—81 (рис. 7). Рабочий диапазон диаметров обработки: 20—60 мм при глубине сверления 300—1100 мм.

С помощью прорезей достигается эффект эжекции. СОЖ подается через зазор между внутренней и наружной трубами и радиальные отверстия головки. Отвод СОЖ и стружки осуществляется через отверстие во внутренней трубе. Корпус головки эжекторного сверла изготовлялся литым, а твердосплавные пластинки крепились к нему пайкой.

Однако сверла с эжекторным отводом стружки отличались высокой стоимостью и трудоемкостью в изготовлении, что связано с конструкцией сверла и необходимостью использования специализированных станков.

Рис. 8. Сверло с прямой канавкой фирмы Экстра-Тэк (США)

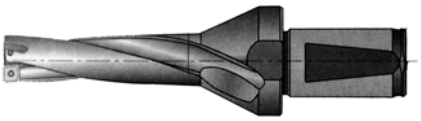


Рис. 9. Сверло с винтовой канавкой фирмы "Искар" (Израиль)

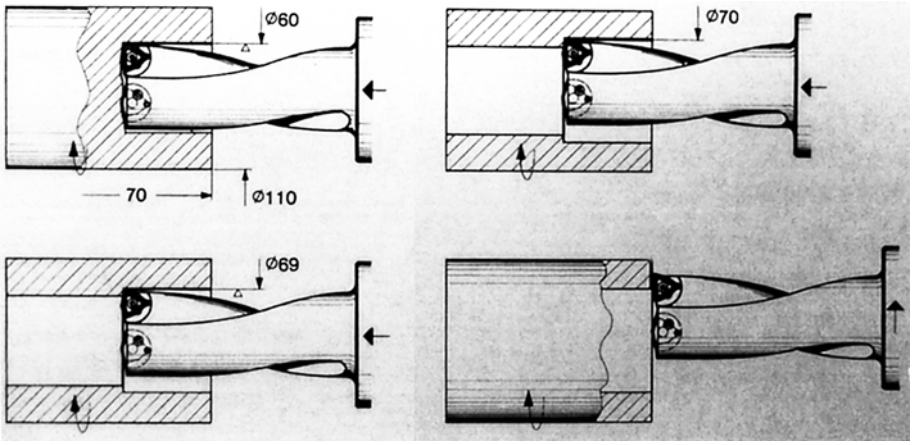


Рис. 10. Сверла с винтовой канавкой фирма Хертель (Германия)

В последнее время все более широко применяются сверла с механическим креплением твердосплавных пластинок. Этим сверлами обрабатываются отверстия размером 18—60 мм и глубиной сверления до 5*d*. Они изготавливаются с прямыми (рис. 8) и с винтовыми (рис. 9) канавками.

Указанные сверла позволяют не только осуществлять сверление по целому, но и производить растачивание отверстий (рис. 10).

Неперетачиваемые пластины сверл могут иметь различное исполнение. Например, у сверла фирмы "Сандвик" (Швеция) одна пластина, которая начинает процесс внедрения в металл, имеет непрямолинейный контур и устанавливается на державке с некоторым разворотом по отношению к плоскости обрабатываемой поверхности. Вторая пластина прямолинейная и может быть расположена параллельно по отношению к обрабатываемой поверхности (рис. 11).

Фирма "Искар" использует пластины сложной формы, что способствует дроблению стружки (рис. 12).

Развитием конструкции указанных сверл являются трепанирующие сверла, например фирмы "Сандвик", позволяющие формировать отверстие с диаметрами от 60 до 120 мм при сверлении "на проход" (рис. 13).

Для создания условий по обработке глубоких отверстий в широком диапазоне диаметров (от 12 до 144 мм) применяют сверла с твердосплавными коронками и твердосплавными пластинами, позволяющие сверлить по целому, отверстия с глубиной $L = 4d$. Примером могут служить сверла фирмы "Геринг" (рис. 14).

Крепление коронок может быть различным. Например, у сверл фирмы "Геринг" коронки вставляются в паз, стенки которого стягиваются винтом. Это видно на рис. 14. У сверл фирмы " Искар" коронки имеют две плоскости, позволяющие ввести их в паз державки, имеющий конусное оформление боковых сторон. Установка коронок в державку производится с помощью специального ключа (рис. 15). Нижняя часть державки упругая (рис. 16). При небольшом повороте коронки после ее ввода в паз державки коронка специальным уступом упирается в выступ державки.

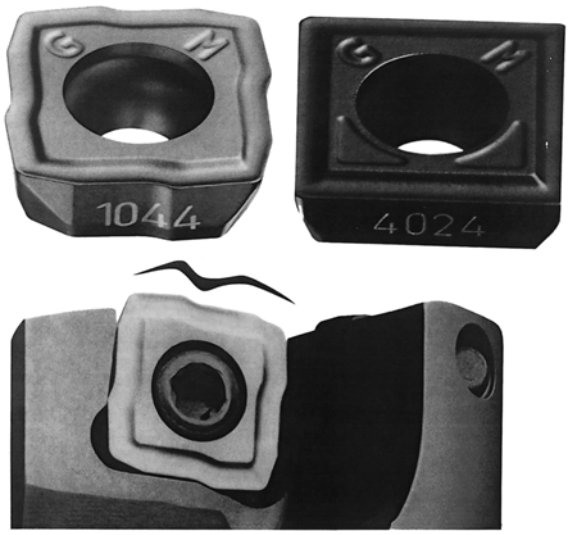


Рис. 11. Сверла фирмы "Сандвик" (Швеция)

Дальнейшим развитием конструкции сверл с механическим креплением сменной неперетачиваемой

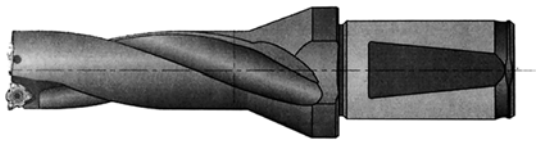
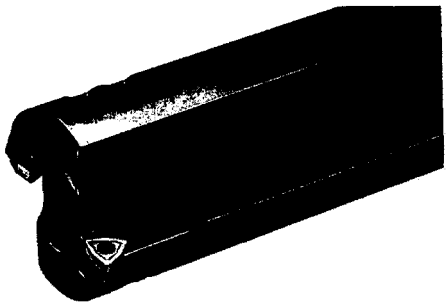


Рис. 12. Сверла с пластинами сложной формы фирмы "Искар"



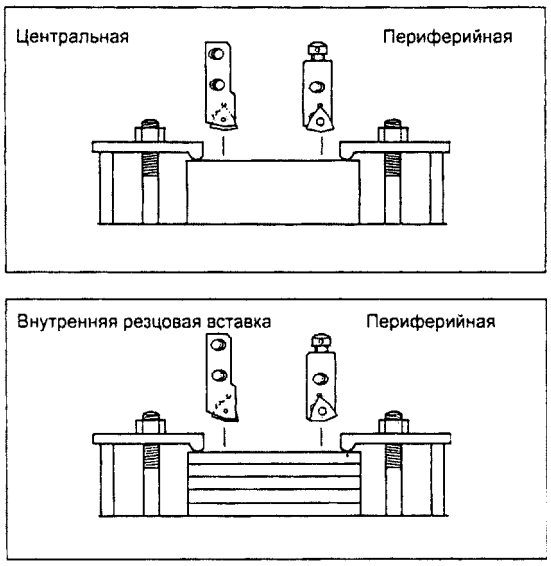


Рис. 13. Трепанирующее сверло фирмы "Сандвик"

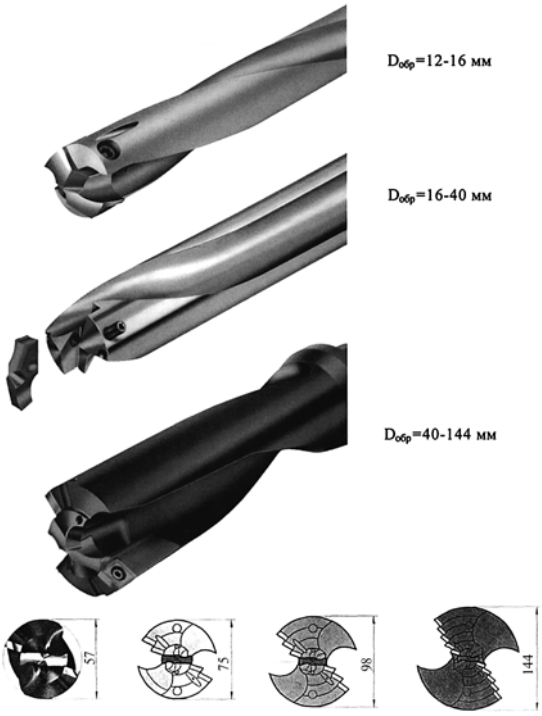
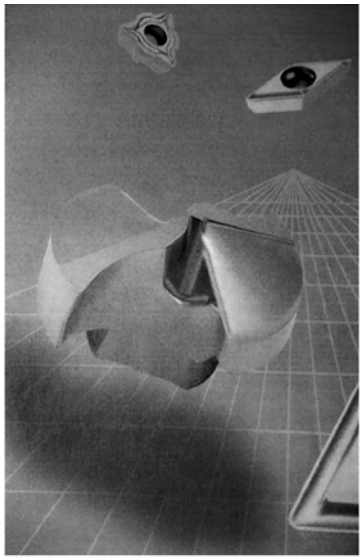


Рис. 14. Сверла фирмы "Геринг"



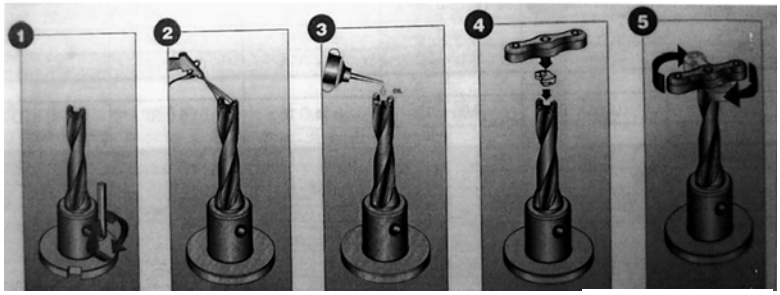
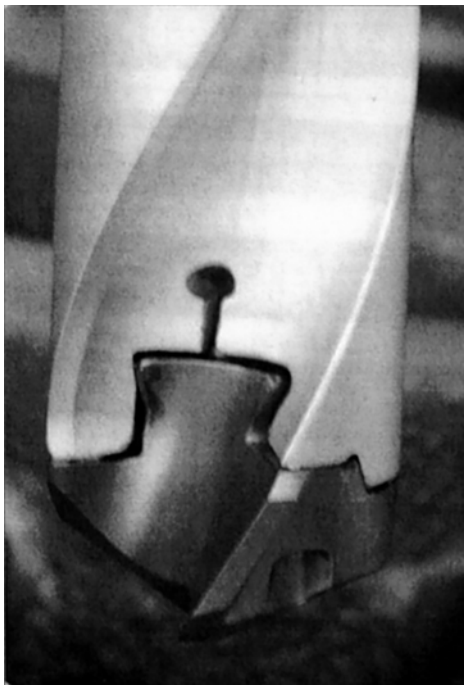


Рис. 15. Твердосплавная коронка фирмы "Искар" и операции по ее установке:

1 — фиксация инструмента в зажимном приспособлении; 2 — продувка сжатым воздухом посадочного места под твердосплавную коронку; 3 — смазывание машинным маслом посадочного места для коронки; 4 — установка коронки на посадочное место и прижатие ее специальным ключом; 5 — поворот ключа на 90° до упора



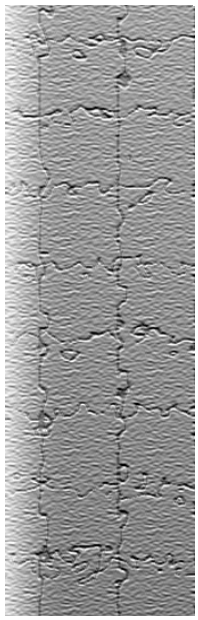
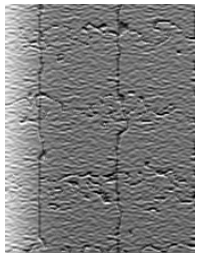


Рис. 16. Упругая нижняя часть державки сверла фирмы "Искар"



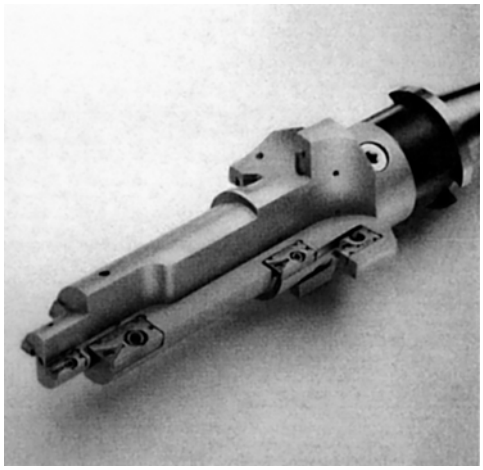


Рис. 17. Комбинированное сверло со ступенчатым расположением пластинок фирмы "Геринг"

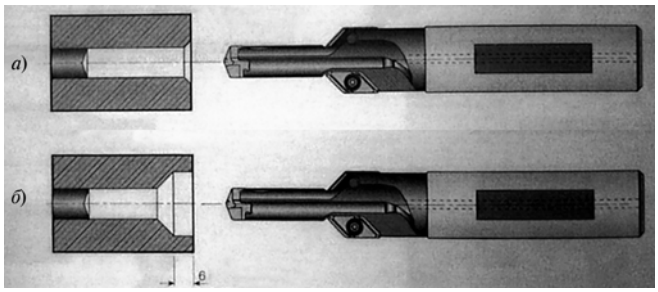


Рис. 18. Сверление глухих отверстий под резьбу и сквозных:

а — с фаской 45°; б — сверление и цекование

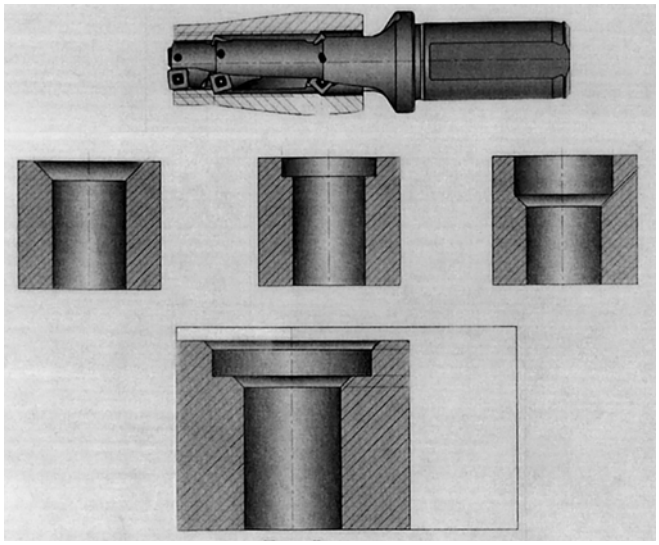


Рис. 19. Многоступенчатое сверло фирмы "Искар"

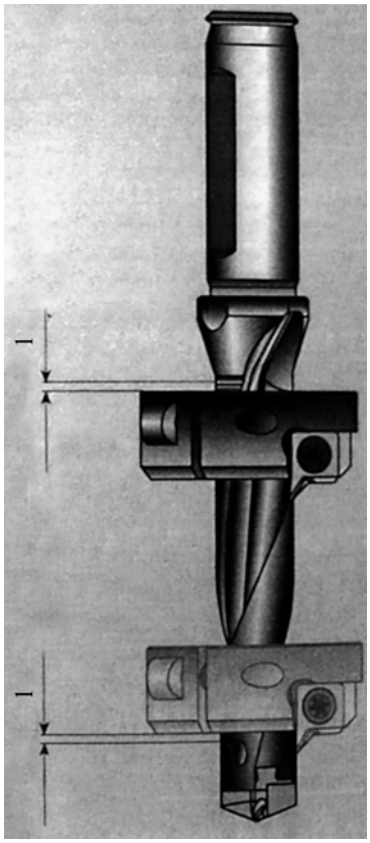


Рис. 20. Конструкция сверла с изменяемым положением дополнительной резцовой державки фирмы "Искар"

пластинки являются комбинированные сверла со ступенчатым расположением пластинок по длине оправок. Примером могут служить сверла фирмы "Геринг" (рис. 17).

С помощью таких инструментов можно за один проход сформировать отверстия различной конфигурации (рис. 18 и 19).

На рис. 20 показана конструкция сверла с изменяемым положением дополнительной резцовой державки, позволяющей осуществлять подторцовку и снятие фаски.

Рассмотренные выше конструкции инструментов обеспечивают существенное повышение производительности и качества обработки отверстий, особенно ступенчатые инструменты, и могут быть использованы как на станках автомобильных линий, так и на станках с ЧПУ. Однако они не нашли широкого распространения в России из-за того, что многие из них не освоены отечественной промышленностью.

А. Д. Назаров,
д-р техн. наук

Допустимое увеличение массы деталей КШМ при ремонте V-образных 8-цилиндровых двигателей

Приведены метод и расчетные формулы для определения допустимого увеличения массы предназначенных для установки в капитально отремонтированные двигатели поршня, шатуна и его головок при конструктивном и технологическом усовершенствовании в условиях производства обеих деталей и каждой из них в отдельности.

В условиях длительного производства двигателей детали их КШМ подвергают конструктивным и технологическим усовершенствованиям (в дальнейшем усовершенствованиям). При этом массы поршня, шатуна и его головок увеличиваются, а других деталей КШМ остаются практически неизменными [1]. Во время ремонта в двигатели устанавливают детали ремонтных размеров, масса которых больше номинальной. В условиях производства масса деталей КШМ имеет отклонения от номинального значения, одинаковые по действующим ТУ для их номинального и ремонтных размеров. Это приводит к появлению на оси каждой шатунной шейки коленчатого вала V-образных восьмицилиндровых двигателей суммарной неуравновешенной массы (СНМ) деталей КШМ $\Delta m_{у}$. Она при ремонте двигателей для i-го сочетания усовершенствованных и ремонтных деталей КШМ равняется

$$\Delta m_{уд i} = \Delta m_{ут} + \Delta m_{пр} + (k_{ш} + 2) \times \times \Delta m_{шкр} + \Delta m_{кр i} + \Delta m_{шр i}, \quad (1)$$

где $\Delta m_{ут}$ — приведенная к оси шатунной шейки коленчатого вала СНМ деталей КШМ, соответствующая допустимым по ТУ отклонениям массы последних от номинального значения в условиях ремонта двигателей; $\Delta m_{пр}$ и $\Delta m_{шкр}$ — разность массы поршня и нижней головки шатуна после их усовершенствования и первоначальной (поршни и шатуны предназначены для установки на капитально отремонтированные двигатели); $k_{ш}$ — постоянный конструктивный коэффициент [2]; $\Delta m_{кр i}$ — разность суммарной массы поршня и комплекта поршневых колец i-го ремонтного и номинального размеров; $\Delta m_{шр i}$ — неуравновешенная масса, появляющаяся на оси каждой шатунной шейки коленчатого вала при замене шатунных вкладышей номинального размера на вкладыш i-го размера [1].

Конструктивный коэффициент вычисляют по выражению [2]

$$k_{ш} = m_{шп}/m_{шк}, \quad (2)$$

где $m_{шп}$ и $m_{шк}$ — массы верхней и нижней головок шатуна.

В процессе усовершенствования шатуна нужно обеспечить соблюдение равенства

$$k_{ш} = \Delta m_{шпр}/\Delta m_{шкр}, \quad (3)$$

где $\Delta m_{шпр}$ — разность масс верхней головки шатуна после его усовершенствования и первоначальной.

При наличии СНМ увеличиваются показатели изнашивания и неравномерности износа коренных подшипников коленчатого вала, снижается ресурс, возрастает уровень вибраций и шума двигателей. Поэтому при ремонте двигателей нужно добиваться, чтобы значения $\Delta m_{уд i}$ находились в допустимых пределах. Для этого необходимо, чтобы значения величин, входящих в выражение (1), находились в строго определенных пределах. С этой целью нужно знать допустимое значение СНМ деталей КШМ $\Delta m_{уп}$, определяемое экспериментальным методом или расчетным путем.

В общем случае для новых и капитально отремонтированных двигателей значение $\Delta m_{уп}$ должно быть одинаковым. Тогда для обеспечения указанных условий при известном значении $\Delta m_{уп}$ при ремонте требуется соблюдать соотношения

$$\Delta m_{уп} \geqslant \Delta m_{уд i}. \quad (4)$$

Из выражений (1) и (4) для предельного случая имеем

$$\Delta m_{уп} = \Delta m_{ут} + \Delta m_{пр} + (k_{ш} + 2)\Delta m_{шкр} + + \Delta m_{кр i} + \Delta m_{шр i}. \quad (5)$$

Для конкретных моделей и конструкций двигателей значения величин $\Delta m_{уп}$, $\Delta m_{ут}$, $k_{ш}$, $\Delta m_{кр i}$ и $\Delta m_{шр i}$ постоянные и не зависят от усовершенствований деталей КШМ. С учетом этого, зависимостей (3) и (5), результатов исследований [2] можно рассчитать допустимое увеличение массы поршня, шатуна и его головок, связанное с их усовершенствованием.

Введем обозначение

$$\Delta m_{дi} = \Delta m_{прi} + (k_ш + 2)\Delta m_{шкрi}, \quad (6)$$

где $\Delta m_{дi}$ — неуравновешенная масса, имеющая постоянное значение для конкретных моделей и конструкций двигателей и определенных сочетаний номинального и ремонтных размеров деталей КШМ; $\Delta m_{прi}$ — допустимое увеличение массы поршня при его i-м конструктивном и технологическом усовершенствовании; $\Delta m_{шкрi}$ — то же для нижней головки шатуна.

Тогда

$$\Delta m_{дi} = \Delta m_{уп} - \Delta m_{ут} - \Delta m_{крi} - \Delta m_{шрi}. \quad (7)$$

При усовершенствовании поршней и шатунов на предприятиях-изготовителях встречаются три варианта. Для первого из них усовершенствуют поршни, а конструкция и масса шатунов остаются неизменными. В этом случае

$$\Delta m_{шрi} = 0;\ \Delta m_{шкрi} = 0;\ \Delta m_{шпрi} = 0, \quad (8)$$

где $\Delta m_{шрi}$ — допустимое увеличение массы шатуна при его i-м усовершенствовании; $\Delta m_{шкрi}$ и $\Delta m_{шпрi}$ — то же для его нижней и верхней головок.

Принимая во внимание равенства (8), из выражения (6) получим формулу для расчета наибольшего возможного допустимого увеличения массы поршня из-за его усовершенствования

$$\Delta m_{прмi} = \Delta m_{дi}. \quad (9)$$

При втором варианте усовершенствуют шатуны, а поршни имеют прежние конструкцию и массу. При этом

$$\Delta m_{прi} = 0, \quad (10)$$

где $\Delta m_{прi}$ — допустимое увеличение массы поршня при его i-м усовершенствовании.

С учетом соотношений (6) и (10) наибольшее возможное увеличение массы нижней головки шатуна при его усовершенствовании

$$\Delta m_{шкрмi} = k_{шо}\Delta m_{дi}, \quad (11)$$

где $k_{шо}$ — постоянный конструктивный коэффициент.

Значение указанного коэффициента вычисляют по выражению

$$k_{шо} = (2 + k_ш)^{-1}. \quad (12)$$

Зная $\Delta m_{шкрмi}$ и основываясь на зависимостях (3) и (11), получим выражение для расчета максимально возможного увеличения массы верхней головки шатуна

$$\Delta m_{шпрмi} = k_ш k_{шо}\Delta m_{дi}. \quad (13)$$

В общем случае увеличение массы шатуна из-за его усовершенствования

$$\Delta m_{шрi} = \Delta m_{шпрi} + \Delta m_{шкрi}. \quad (14)$$

Так как (14) справедливо для всех возможных вариантов усовершенствования шатунов, то с учетом выражений (11), (13) и (14) при рассматриваемом варианте наибольший возможный рост массы шатуна в случае усовершенствования

$$\Delta m_{шрмi} = (1 + k_ш)k_{шо}\Delta m_{дi}. \quad (15)$$

При третьем варианте одновременно усовершенствуют поршни и шатуны. Допустимое увеличение их массы при этом устанавливают, основываясь на зависимости (6). Для этого, исходя из конструктивных и технологических соображений, нужно задаваться требуемым увеличением массы одной из деталей. Затем, используя выражение (6), надо рассчитать возможный рост массы другой детали. Если известно требуемое увеличение массы шатуна и его головок, то из выражения (6) получим

$$\Delta m_{проi} = \Delta m_{дi} - (2 + k_ш)\Delta m_{шкрзi}, \quad (16)$$

где $\Delta m_{проi}$ — возможный рост массы поршня в процессе его i-го усовершенствования; $\Delta m_{шкрзi}$ — задаваемое увеличение массы нижней головки шатуна во время его i-го усовершенствования.

При рассматриваемом случае задаваемое увеличение массы шатуна и его верхней головки, принимая во внимание выражения (3) и (14), составляет

$$\Delta m_{шпрзi} = k_ш[\Delta m_{дi} - (2 + k_ш)\Delta m_{шкрзi}]; \quad (17)$$

$$\Delta m_{шрзi} = (1 + k_ш)[\Delta m_{дi} - (2 + k_ш)\Delta m_{шкрзi}]. \quad (18)$$

Если задавать требуемый рост массы поршня, то из выражения (6) имеем

$$\Delta m_{шкроi} = k_{шо}[\Delta m_{дi} - \Delta m_{прзi}], \quad (19)$$

где $\Delta m_{шкроi}$ — возможное увеличение массы нижней головки шатуна при его i-м усовершенствовании; $\Delta m_{прзi}$ — задаваемый рост массы поршня при его i-м усовершенствовании.

Для анализируемого случая возможное увеличение массы шатуна и его верхней головки с учетом соотношений (3) и (14)

$$\Delta m_{шпроi} = k_ш k_{шо}[\Delta m_{дi} - \Delta m_{прзi}]; \quad (20)$$

$$\Delta m_{шроi} = (1 + k_ш)k_{шо}[\Delta m_{дi} - \Delta m_{прзi}]. \quad (21)$$

На ремонтных предприятиях возможны четыре варианта сочетаний усовершенствованных поршней и обычных шатунных вкладышей номинального и ремонтных размеров, устанавливаемых на капитально отремонтированные двигатели. При этом значения неуравновешенной массы $\Delta m_{дi}$ зависят от указанных вариантов и вычисляются по формулам:

$$\Delta m_{д1i} = \Delta m_{уп} - \Delta m_{удт}; \quad (22)$$

$$\Delta m_{д2i} = \Delta m_{уп} - \Delta m_{ут} - \Delta m_{крi}; \quad (23)$$

$$\Delta m_{д3i} = \Delta m_{уп} - \Delta m_{ут} - \Delta m_{шрi}; \quad (24)$$

$$\Delta m_{д4i} = \Delta m_{уп} - \Delta m_{ут} - \Delta m_{крi} - \Delta m_{шрi}, \quad (25)$$

где $\Delta m_{д1i}$, $\Delta m_{д2i}$, $\Delta m_{д3i}$, $\Delta m_{д4i}$ — значения рассматриваемой неуравновешенной массы, когда на отремонтированные двигатели устанавливают соответственно поршни с кольцами и шатунные вкладыши номинального размеров; поршни с кольцами i-го ремонтного и шатунные вкладыши номинального размеров; поршни с кольцами номинального и шатунные вкладыши i-го ремонтного размеров; поршни с кольцами и шатунные вкладыши i-го ремонтного размера.

Очевидно, что при определении значений анализируемых масс необходимо исходить из наибольшей массы поршней, поршневых колец и шатунных вкла-

дышей ремонтных размеров. Тогда из выражений (23)—(25) имеем

$$\Delta m_{д2} = \Delta m_{уп} - \Delta m_{ут} - \Delta m_{крб}; \quad (26)$$

$$\Delta m_{д3} = \Delta m_{уп} - \Delta m_{ут} - \Delta m_{шрб}; \quad (27)$$

$$\Delta m_{д4} = \Delta m_{уп} - \Delta m_{ут} - \Delta m_{крб} - \Delta m_{шрб}, \quad (28)$$

где $\Delta m_{крб}$ — разность суммарной массы поршня и комплекта поршневых колец наибольшего ремонтного и номинального размеров; $\Delta m_{шрб}$ — неуравновешенная масса, появляющаяся на оси каждой шатунной шейки коленчатого вала при замене шатунных вкладышей номинального размера на наибольший ремонтный [1].

Приведенные выше положения и формулы позволяют установить допустимое увеличение массы поршня, шатуна и его головок при их конструктивном и технологическом усовершенствовании на предприятиях-изготовителях двигателей. При этом они справедливы для условий ремонта. Ниже это показано на примере некоторых двигателей.

Основываясь на данных предприятий-изготовителей рассматриваемых двигателей и положениях работ [1, 2], для исследуемых двигателей определены (табл. 1) значения величин и коэффициентов, входящих в выражения (1)—(7), (9) и (11)—(28). Принимая во внимание данные табл. 1, по формулам (9), (11) и (13)—(28) рассчитаны возможные значения допустимого увеличения массы поршня, шатуна и его головок для различных вариантов их усовершенствования и предназначенных для установки на капитально отремонтированные двигатели (табл. 2). При этом для упомянутых вариантов расчеты производили применительно к двум характерным случаям. В первом случае, когда задаются требуемым увеличением массы шатуна и его головок, принимали

$$\Delta m_{шкрзi} = \Delta m_{проi}. \quad (29)$$

С учетом равенств (16) и (29)

$$\Delta m_{проi} = k_{ши}\Delta m_{дi}, \quad (30)$$

где $k_{ши}$ — постоянный конструктивный коэффициент.

Конструктивный коэффициент

$$k_{ши} = (3 + k_{ш})^{-1}. \quad (31)$$

Во втором случае, когда задаются требуемым увеличением массы поршня,

$$\Delta m_{прзi} = \Delta m_{шроi}. \quad (32)$$

Основываясь на соотношениях (19)—(21) и (32), можно записать

$$\Delta m_{шроi} = k_{шр1}\Delta m_{дi}, \quad (33)$$

$$\Delta m_{шкроi} = k_{шр2}\Delta m_{дi}, \quad (34)$$

$$\Delta m_{шпроi} = k_{шр3}\Delta m_{дi}, \quad (35)$$

где $k_{шр1}$, $k_{шр2}$, $k_{шр3}$ — постоянные конструктивные коэффициенты, относятся к возможному увеличению массы шатуна (индекс "1"), его нижней ("2") и верхней ("3") головок при одновременном усовершенствовании поршня и шатуна.

1. Исходные данные для определения допустимого увеличения массы предназначенных для установки в отремонтированные двигатели поршня, шатуна и его головок при их конструктивном и технологическом усовершенствовании на предприятиях-изготовителях

Параметр	Двигатели рабочим объемом, л							
	4,25	5,53	6	6,96	7	8,74	10,85	14,86
$\Delta m_{ут}$, г	0,607	0,608	0,896	0,896	0,896	1,336	2,558	2,607
$\Delta m_{шп}$, г	27,0	25,0	36,4	36,4	36,4	64,2	102,0	163,1
$\Delta m_{шк}$, г	60,7	61,7	88,0	88,0	88,0	147,9	215,2	250,9
$k_{ш}$	0,445	0,405	0,414	0,414	0,414	0,434	0,474	0,650
$\Delta m_{уп}$, г	3,171	1,886	3,531	1,930	3,683	6,494	9,320	10,385
$\Delta m_{крб}$, г	1,561	1,561	1,835	1,835	1,835	1,834	2,215	2,695
$\Delta m_{шрб}$, г	1,355	1,355	1,857	1,857	1,857	2,619	3,145	4,286
$k_{шо}$	0,409	0,416	0,414	0,414	0,414	0,411	0,404	0,377
$\Delta m_{д1}$, г	2,564	1,278	2,635	1,034	2,787	5,158	6,762	7,778
$\Delta m_{д2}$, г	1,003	–0,283	0,800	–0,801	0,952	3,324	4,547	5,83
$\Delta m_{д3}$, г	1,209	–0,077	0,778	–0,823	0,930	2,539	3,617	3,492
$\Delta m_{д4}$, г	–0,352	–1,638	–1,057	–2,658	–0,905	0,705	1,402	0,797
$k_{ши}$	0,290	0,294	0,293	0,293	0,293	0,291	0,288	0,274
$k_{шр1}$	0,371	0,369	0,369	0,369	0,369	0,371	0,373	0,383
$k_{шр2}$	0,257	0,262	0,261	0,261	0,261	0,259	0,253	0,232
$k_{шр3}$	0,114	0,106	0,108	0,108	0,108	0,112	0,120	0,151

Примечание. Двигатели рабочим объемом 8,74; 10,85 и 14,86 л — дизели, другие карбюраторные двигатели.

2. Допустимые значения увеличения массы (г) поршня, шатуна и его головок, предназначенных для установки на капитально отремонтированные двигатели

Параметр	Двигатели рабочим объемом, л							
	4,25	5,53	6	6,96	7	8,74	10,85	14,86
$\Delta m_{прм1}$	2,564	1,278	2,635	1,034	2,787	5,158	6,762	7,778
$\Delta m_{шкрм1}$	1,049	0,532	1,091	0,428	1,154	2,120	2,732	2,932
$\Delta m_{шпрм1}$	0,467	0,215	0,452	0,177	0,478	0,920	1,295	1,906
$\Delta m_{шрм1}$	1,516	0,747	1,543	0,605	1,632	3,040	4,027	4,838
$\Delta m_{прм2}$	1,003	—	0,800	—	0,952	3,324	4,547	5,083
$\Delta m_{шкрм2}$	0,410	—	0,331	—	0,394	1,366	1,837	1,916
$\Delta m_{шпрм2}$	0,183	—	0,137	—	0,163	0,593	0,871	1,246
$\Delta m_{шрм2}$	0,593	—	0,468	—	0,557	1,959	2,708	3,162
$\Delta m_{прм3}$	1,209	—	0,778	—	0,930	2,539	3,617	3,492
$\Delta m_{шкрм3}$	0,494	—	0,322	—	0,385	1,044	1,461	1,316
$\Delta m_{шпрм3}$	0,220	—	0,133	—	0,159	0,453	0,693	0,856
$\Delta m_{шрм3}$	0,714	—	0,455	—	0,544	1,497	2,154	2,172
$\Delta m_{прм4}$	—	—	—	—	—	0,705	1,402	0,797
$\Delta m_{шкрм4}$	—	—	—	—	—	0,290	0,566	0,300
$\Delta m_{шпрм4}$	—	—	—	—	—	0,126	0,268	0,195
$\Delta m_{шрм4}$	—	—	—	—	—	0,416	0,834	0,495
$\Delta m_{пкз1}$	0,744	0,376	0,772	0,303	0,816	1,501	1,947	2,131
$\Delta m_{шпрз1}$	0,331	0,152	0,320	0,125	0,338	0,651	0,923	1,385
$\Delta m_{шрз1}$	1,075	0,528	1,092	0,428	1,154	2,152	2,870	3,516
$\Delta m_{про1}$	0,744	0,376	0,772	0,303	0,816	1,501	1,947	2,131
$\Delta m_{прз1}$	0,951	0,471	0,973	0,382	1,028	1,912	2,524	2,979
$\Delta m_{шкро1}$	0,659	0,335	0,688	0,270	0,727	1,334	1,712	1,805
$\Delta m_{шпро1}$	0,292	0,136	0,285	0,112	0,301	0,578	0,812	1,174
$\Delta m_{шро1}$	0,951	0,471	0,973	0,382	1,028	1,912	2,524	2,973
$\Delta m_{шкрз2}$	0,291	—	0,234	—	0,279	0,967	1,309	1,393
$\Delta m_{шпрз2}$	0,129	—	0,097	—	0,116	0,420	0,620	0,905
$\Delta m_{шрз2}$	0,420	—	0,331	—	0,395	1,387	1,929	2,298
$\Delta m_{про2}$	0,291	—	0,234	—	0,279	0,967	1,309	1,393
$\Delta m_{прз2}$	0,372	—	0,295	—	0,351	1,233	1,696	1,947
$\Delta m_{шкро2}$	0,258	—	0,209	—	0,248	0,861	1,150	1,179
$\Delta m_{шпро2}$	0,114	—	0,086	—	0,103	0,372	0,546	0,768
$\Delta m_{шро2}$	0,372	—	0,295	—	0,351	1,233	1,696	1,947
$\Delta m_{шкрз3}$	0,351	—	0,228	—	0,272	0,739	1,042	0,957
$\Delta m_{шпрз3}$	0,156	—	0,094	—	0,113	0,321	0,494	0,622
$\Delta m_{шрз3}$	0,507	—	0,322	—	0,385	1,060	1,536	1,579
$\Delta m_{про3}$	0,351	—	0,228	—	0,272	0,739	1,042	0,957
$\Delta m_{прз3}$	0,449	—	0,287	—	0,343	0,942	1,349	1,337
$\Delta m_{шкро3}$	0,311	—	0,203	—	0,243	0,658	0,915	0,810
$\Delta m_{шпро3}$	0,138	—	0,084	—	0,100	0,284	0,434	0,527
$\Delta m_{шро3}$	0,449	—	0,287	—	0,343	0,942	1,349	1,337
$\Delta m_{шкрз4}$	—	—	—	—	—	0,205	0,404	0,218
$\Delta m_{шпрз4}$	—	—	—	—	—	0,089	0,191	0,142
$\Delta m_{шрз4}$	—	—	—	—	—	0,294	0,595	0,360
$\Delta m_{про4}$	—	—	—	—	—	0,205	0,404	0,218
$\Delta m_{прз4}$	—	—	—	—	—	0,261	0,523	0,305
$\Delta m_{шкро4}$	—	—	—	—	—	0,182	0,355	0,185
$\Delta m_{шпро4}$	—	—	—	—	—	0,079	0,168	0,120
$\Delta m_{шро4}$	—	—	—	—	—	0,261	0,523	0,305

Примечание. $\Delta m_{прм1}$, $\Delta m_{прм2}$, $\Delta m_{прм3}$ и $\Delta m_{прм4}$ — наибольшее возможное домустимое увеличение массы поршня при его конструктивном технологическом усовершенствовании для 1, 2, 3 и 4-го вариантов (варианты 1, 2, 3 и 4 — в отремонтированные двигатели устанавливают соответственно поршни с кольцами и шатунные вкладыши номинального размера; поршни с кольцами наибольшего ремонтного и шатунные вкладыши номинального размеров; поршни с кольцами номинального и шатунные вкладыши наибольшего ремонтного размеров; поршни с кольцами и шатунные вкладыши наибольшего ремонтного размера); $\Delta m_{шрм1}$, $\Delta m_{шрм2}$, $\Delta m_{шрм3}$ и $\Delta m_{шрм4}$ — наибольшее возможное допустимое увеличение массы шатуна при его усовершенствовании для указанных вариантов; $\Delta m_{шкрм1}$, $\Delta m_{шкрм2}$, $\Delta m_{шкрм3}$ и $\Delta m_{шкрм4}$ — то же для нижней головки шатуна; $\Delta m_{шпрм1}$, $\Delta m_{шпрм2}$, $\Delta m_{шпрм3}$ и $\Delta m_{шпрм4}$ — то же для верхней головки шатуна; $\Delta m_{прз1}$, $\Delta m_{прз2}$, $\Delta m_{прз3}$ и $\Delta m_{прз4}$ — задаваемое увеличение массы поршня при одновременном усовершенствовании поршня и шатуна для 1, 2, 3 и 4-го вариантов; $\Delta m_{шрз1}$, $\Delta m_{шрз2}$, $\Delta m_{шрз3}$ и $\Delta m_{шрз4}$ — задаваемое увеличение массы шатуна при указанном условии для упомянутых вариантов; $\Delta m_{шкрз1}$, $\Delta m_{шкрз2}$, $\Delta m_{шкрз3}$ и $\Delta m_{шкрз4}$ — то же для нижней головки шатуна; $\Delta m_{шпрз1}$, $\Delta m_{шпрз2}$, $\Delta m_{шпрз3}$ и $\Delta m_{шпрз4}$ — то же для верхней головки шатуна; $\Delta m_{про1}$, $\Delta m_{про2}$, $\Delta m_{про3}$ и $\Delta m_{про4}$ — возможный рост массы поршня при одновременном усовершенствовании поршня и шатуна для 1, 2, 3 и 4-го вариантов; $\Delta m_{шро1}$, $\Delta m_{шро2}$, $\Delta m_{шро3}$ и $\Delta m_{шро4}$ — возможный рост массы шатуна при указанном условии для упомянутых вариантов; $\Delta m_{шкро1}$, $\Delta m_{шкро2}$, $\Delta m_{шкро3}$ и $\Delta m_{шкро4}$ — то же для нижней части шатуна; $\Delta m_{шпро1}$, $\Delta m_{шпро2}$, $\Delta m_{шпро3}$ и $\Delta m_{шпро4}$ — то же для верхней головки шатуна.

Значения указанных коэффициентов определяют по выражениям:

$$k_{шр1} = [1 + k_{шо}^{-1}(1 + k_ш)^{-1}]^{-1}; \quad (36)$$

$$k_{шр2} = k_{шо}\{1 - [1 + k_{шо}^{-1}(1 + k_ш)^{-1}]^{-1}\}; \quad (37)$$

$$k_{шр3} = k_ш k_{шо}\{1 - [1 + k_{шо}^{-1}(1 + k_ш)^{-1}]^{-1}\}. \quad (38)$$

Следует отметить, что увеличение массы поршня, шатуна и его головок возможно только при $\Delta m_{дi} > 0$.

Если $\Delta m_{дi} < 0$, то это означает, что фактические значения СНМ деталей КШМ больше допустимых. В этом случае действительные значения массогеометрических параметров противовесов коленчатого вала меньше теоретических, необходимых для обеспечения уравновешенности двигателей, и не соответствуют фактическим величинам массы деталей КШМ [1, 3]. Это является причиной нарушения уравновешенности, снижения надежности и вероятности безотказной работы, ухудшения виброакустических показателей двигателей. Поэтому в рассматриваемом случае требуется компенсация СНМ деталей КШМ, равной $\Delta m_{дi}$ [3, 4].

При $\Delta m_{дi} = 0$ действительные значения СНМ деталей КШМ соответствуют допустимым. В этой связи поршни и шатуны, соответствующие анализируемому случаю, могут быть установлены в капитально отремонтированные двигатели без компенсации СНМ деталей КШМ. Они обеспечивают уравновешенность прошедших капитальный ремонт двигателей.

При варианте 1, если в отремонтированных двигателях используют шатунные вкладыши, усовершенствованные поршни и шатуны номинального размера, для всех исследуемых двигателей $\Delta m_{дi} > 0$ (см. табл. 1). Аналогичное наблюдается для вариантов 2 и 3, за исключением двигателей рабочими объемами 5,53 и 6,96 л. Для варианта 2 на двигатели устанавливают шатунные вкладыши номинального размера, усовершенствованные поршни наибольшего ремонтного размера и шатуны номинального размера. При варианте 3 в двигателях используют шатунные вкладыши наибольшего ремонтного, усовершенствованные поршни и шатуны номинального размеров. Для варианта 4 имеем $\Delta m_{д4} > 0$ только для дизелей рабочим объемом 8,74; 10,85 и 14,86 л (см. табл. 1). В этом случае на капитально отремонтированные двигатели устанавливают усовершенствованные шатуны номинального размера, шатунные вкладыши и усовершенствованные поршни наибольшего ремонтного размеров.

Из приведенного следует, что при варианте 1 для рассматриваемых двигателей можно использовать усовершенствованные поршни и шатуны. Этого нельзя делать при вариантах 2 и 3 в случае ремонта двигателей рабочим объемом 5,53 и 6,96 л. Для варианта 4 усовершенствованные детали можно устанавливать только в дизели рабочим объемом 8,74; 10,85 и 14,86 л.

Результаты проведенных исследований показывают, что значения допустимого увеличения массы поршня и шатуна, предназначенных для использования в капитально отремонтированных двигателях (когда $\Delta m_{дi} > 0$), в процессе их усовершенствования на предприятиях-изготовителях взаимосвязаны и изменяются в широких пределах (см. табл. 2). Рост допустимого увеличения массы поршня рассматриваемых двигателей сопровождается снижением возможного повышения массы шатуна и его головок и наоборот. Это справедливо для всех вариантов сочетаний масс обычных комплектов поршневых колец и шатунных вкладышей, усовершенствованных поршней номинального и ремонтных размеров, шатунов номинального размера (см. табл. 1 и 2). Переход от обычных комплектов поршневых колец и шатунных вкладышей номинального размера к ремонтным размерам снижает возможное увеличение массы поршня, шатуна и его головок (см. табл. 1 и 2).

Соблюдение установленных допустимых значений увеличения массы предназначенных для использования в отремонтированных двигателях поршней и шатунов в процессе их усовершенствования на предприятиях-изготовителях обеспечивает нахождение СНМ деталей КШМ капитально отремонтированных двигателей в допустимых пределах. Это повышает послеремонтный ресурс и надежность, улучшает виброакустические прказатели прошедших капитальный ремонт V-образных двигателей. Изложенное следует учитывать при капитальном ремонте двигателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Назаров, А. Д.** Дисбалансы автотракторных двигателей: определение и нормирование [Текст] / А. Д. Назаров. — М.: Машиностроение, 1992. — 272 с.
2. **Назаров, А. Д., Назаров, М. А.** Методики определения влияния увеличения массы деталей КШМ на долговечность и виброакустические показатели двигателей. [Текст] / А. Д. Назаров, М. А. Назаров // Сборник научных трудов МГАУ "Диагностика, надежность и ремонт машин". — М.: МГАУ. — 1995. — С. 3—8.
3. **Назаров, А. Д.** Повышение долговечности и улучшение виброакустических показателей двигателей [Текст] / А. Д. Назаров // Вестник машиностроения, 2002. — № 7. — С. 7—11.
4. **Назаров, А. Д.** Повышение надежности и улучшение виброакустических показателей двигателей путем компенсации суммарной неуравновешенной массы деталей кривошипно-шатунного механизма [Текст] / А. Д. Назаров // Вестник машиностроения, 2004. — № 2. — С. 3—10.

Х. А. Фасхиев,
д-р техн. наук
проф.,
А. В. Крахмалева,
канд. экон. наук,
И. Д. Валеев,
инж.-констр.,
ОАО "КАМАЗ",
ИНЭКА

Разностный метод оценки качества грузовых автомобилей

Рассматривается разностный метод оценки качества проектируемых грузовых автомобилей и их агрегатов, позволяющий обеспечивать конкурентоспособность автомобиля.

Сложившийся подход к разработке грузовых автомобилей вне связи с экономической эффективностью и конкурентоспособностью не дает гарантию соответствия изделия требованиям потребителей. Неудачный выбор технико-экономических показателей (ТЭП), несовершенство инструментов технико-экономического анализа при разработке новой модели приводят к экономическим потерям в процессе эксплуатации. На сегодняшний день нет общепринятой номенклатуры показателей, единых методов оценки конкурентоспособности грузовых автомобилей, а их моделирование на этапе проектирования является недостаточным. Конкурентоспособность изделия закладывается в техническом задании, его разработке должен предшествовать этап стратегического маркетинга. Для обеспечения конкурентоспособности принятые в техническом задании параметры автомобиля должны подвергаться многопараметрической оптимизации с применением достоверных технико-экономических критериев, обоснованных экономико-математических моделей и современных программных средств. Улучшать заложенные в техническом задании ТЭП на других этапах жизненного цикла трудно, а иногда невозможно.

Применяемые ранее такие критерии оценки экономической эффективности новой техники, как приведенные затраты, эффективность и окупаемость дополнительных капитальных вложений, и основной показатель — годовой экономический эффект, в рыночных условиях утратили свое значение как формально, так и по существу. Учитывая обязательность технико-экономического анализа новой модели при проектировании, требуется разработать такие инструменты создания конкурентоспособных изделий, которые бы адекватно учитывали интересы производителей и потребителей автомобильной техники.

На сегодня перед российской экономической наукой стоит острейшая проблема создания эффективных методов управления конкурентоспособностью выпускаемой продукции и услуг. В проектировании новых изделий в России в настоящее время сложилась парадоксальная ситуация: с одной стороны, и разработчики, и потребители ведут жаркие споры о конкурентоспособности изделий, делаются попытки управлять конкурентоспособностью, а с другой стороны, — отсутствуют общепринятые методы оценки качества и конкурентоспособности изделий, как товаров широкого потребления, так и инвестиционного назначения.

Возникает вопрос: как управлять свойством изделия, которое не можем измерить? Ответ известен. Если хотим достичь необходимого уровня конкурентоспособности отечественных товаров, нам необходимо научиться, во-первых, измерять его, во-вторых, управлять им. Решение этих проблем начинается с поиска ответа на вопрос: из чего же складывается конкурентоспособность товара?

Конкурентоспособность изделия — интегральный показатель нулевого уровня и определяется двумя комплексными показателями 1-го уровня: качеством и ценой товара. Потребитель выбирает товар именно по этим двум критериям. Причем с ростом платежеспособности при выборе товара потребители предпочтение отдают качеству. По результатам опроса еженедельника "Экономика и жизнь" 74 % россиян при выборе покупки главным считают качество товара.

Проблему интегральной оценки конкурентоспособности товара можно считать принципиально решенной, если знать количественные оценки его цены и качества. Цена — довольно хорошо изученная категория экономики, поэтому с установлением ее уровня не возникает особых проблем. А вот с категорией качества дела обстоят сложнее. Несмотря на множество определений качества, в настоящее время общепринятого определения нет. В данной статье под качеством продукции подразумевается оцененное потребителем в конкретный момент времени в каком-

либо сегменте рынка превосходство изделия по ТЭП над аналогами за жизненный цикл, достигаемое за счет максимального удовлетворения потребностей общества при минимальном для него и природы ущербе. Данное определение подчеркивает, во-первых, кто оценивает качество изделия, во-вторых, время и место оценки качества, в-третьих, что качество — это превосходство изделия над аналогами, в-четвертых, качество интегрирует технические и экономические показатели, в-пятых, оценка ведется в течение жизненного цикла изделия, в-шестых, качественное изделие максимально соответствует требованиям потребителей, в-седьмых, изделие наносит минимальный ущерб обществу и природе.

Указанные аспекты должны быть учтены при оценке уровня качества. Анализ методов оценки качества изделий показал, что в настоящее время нет единого числового критерия оценки качества, всесторонне охватывающего все параметры изделия. Известные методы измерения качества не учитывают динамику параметров изделия по мере его старения; нет единого набора показателей изделий, используемых для оценки их качества; часто в роли элементов интегрального показателя принимают отношения показателя оцениваемого изделия и нормативного показателя, а как выбрать этот норматив — остается проблемой; при анализе качества недостаточно осуществляется привязка технических, коммерческих, нормативно-правовых аспектов товара; широко используются субъективные подходы; некоторые методы применимы лишь для реализуемых уже на рынке товаров. Отсюда можно сделать вывод, что универсальных методов, позволяющих объективно оценить качество товаров на этапах их жизненного цикла, нет.

Схема оценки качества изделий содержит следующие этапы: 1) постановка цели; 2) выбор аналогов оцениваемого изделия; 3) выбор и иерархическая классификация номенклатуры показателей качества, наиболее полно характеризующих изделие с точки зрения потребителя; 4) объединение значений показателей качества в один интегральный показатель; 5) сравнение интегральных показателей аналогов и принятие решений по управлению уровнем качества продукции.

При оценке качества наиболее проблемным является 4-й этап, что обусловлено отсутствием единых подходов к формированию номенклатуры показателей качества различных товаров и объединению их в один числовой показатель. Эта проблема обусловлена тем, что, во-первых, корректное сравнение альтернативных вариантов по одному единственному показателю практически невозможно, во-вторых, на практике очень редко встречаются ситуации, когда все показатели альтернативных вариантов упорядоченно "выстраиваются" в ряд и по ним легко ранжировать сравниваемые изделия. Проблема преобразования многокритериальной задачи оценки качества в однокритериальную, как правило, решается одним из следующих способов:

1) умножением показателей качества или отношений показателей оцениваемого изделия и базового изделия на весовые коэффициенты и суммированием произведений (метод использования коэффициентов весомости);

2) присвоением каждому индивидуальному показателю качества баллов и суммированием их (метод балльной оценки);

3) переводом индивидуальных количественных показателей в качественные, приданием каждому уровню качества оценки в интервале от нуля до единицы и нахождением среднего геометрического значения по совокупности показателей (метод Харрингтона);

4) делением одного комплексного показателя изделия на другой, например, результатов на затраты, производительность машины на суммарные эксплуатационные затраты и др.;

5) интегрированием измеренных показателей качества одним из известных способов, например, "радара" или "профилей", в один числовой показатель без "взвешивания" [1].

Каждый из названных способов имеет свои преимущества и недостатки [2]. Основной недостаток 1—3-го способов — в субъективности оценки, обусловленный наличием мнения экспертов. 4-й способ трудно реализовать на практике по двум причинам: во-первых, у изделий нет таких комплексных показателей, которые учли бы все аспекты его качества, во-вторых, комплексные показатели, например результаты и затраты, не имеют однозначных значений, зависят от условий эксплуатации. Например, производительность седельного тягача на асфальте может быть высокой, а в условиях бездорожья может равняться нулю. Если для оценки качества тягачей по 4-му методу принять отношение производительности к эксплуатационным затратам, увидим, что этот интегральный критерий не учитывает такие важные показатели качества автомобиля, как безопасность, экологичность, комфортабельность, дизайн, эстетичность и др.

Наиболее перспективным направлением в оценке качества изделий является 5-й способ, хотя он тоже "не безгрешен". Суть его заключается в объединении способом радара или

Таблица

Расчет коэффициента качества городских развозных автомобилей

Признак группы показателей	Коэффициент весомости группы	Показатели качества	КАМАЗ-4308	МАЗ-437040	ГАЗ-3307	ГАЗ-3310	"Лучший" товар	Максимальное значение	Минимальное значение
1. Размерные		**Прямые**							
		1.1. Дорожный просвет, мм	190	200	186	177	200	200	177
		1.2. Передний угол свеса, °	29	28	26	27	29	29	26
		1.3. Задний угол свеса, °	32	35	34	14	35	35	14
		1.4. Угол открытия дверей, °	90	90	90	90	90	90	90
		1.5. Ширина дверного проема, мм	956	987	965		987	987	956
		1.6. Ширина кабины внутри, мм	2142	2210	2120	1740	2210	2210	1740
		1.7. Высота до потолка в кабине, мм	1325	1425	1368	1220	1425	1425	1220
		1.8. Объем кабины, $м^3$	5	6	5,5	4	6	6	4
		1.9. Площадь лобового сопротивления, $м^2$	1,60	1,70	1,56	1,4	1,7	1,7	1,4
		1.10. Площадь бокового остекления, $мм^2$	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,3	1,1
		1.11. Объем фургона, $м^3$	35	30	32	30	35	35	30
		1.12. Высота дверного проема, мм	1280	1270	1184	1100	1280	1280	1100
		1.13. Объем топливного бака, л	170	130	150	150	170	170	130
		Обратные							
		1.14. Высота пола, мм	810	935	876	768	768	935	768
		1.15. Радиус поворота по буферу, м	8,5	8	9	7	7	9	7
		1.16. Высота автомобиля, мм	2890	2900	2900	2600	2600	2900	2600
		1.17. Высота первой ступени от земли, мм	325	340	338	320	320	340	320
		1.18. Расстояние между ступенями, мм	250	260	270	210	210	270	210
		1.19. Колесная база, мм	4200	3660	3770	3310	3310	4200	3310
		1.20. Количество ступеней	2	2	1	1	1	2	1
		1.21. Погрузочная высота, мм	1100	1150	1200	1070	1070	1200	1070
ИТОГО по группе	**0,044**		**0,0880**	**0,0830**	**0,0885**	**0,1564**	**0,0000**		
2. Силовые		**Прямые**							
		2.1. Грузоподъемность, т	5,5	5,15	4,4	3,5	5,5	5,5	3,5
		2.2. Номинальная мощность двигателя, кВт	131	100	87,5	86	131	131	86
		2.3. Максимальный крутящий момент двигателя, Н · м	627	460	274,7	422	627	627	274,7
		2.4. Рабочий объем двигателя, л	5,9	5	5	4,75	5,9	5,9	4,75
		2.5. Мощность генератора, кВт	2	2	1,8	2	2	2	1,8
		2.6. Передаточное число главной передачи	4,01	3,45	3,417	3,417	4,01	4,01	3,417
		2.7. КПД двигателя	0,33	0,32	0,31	0,32	0,33	0,33	0,31
		2.8. КПД трансмиссии	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
		2.9. Тип топлива (газ — 3, дизтопливо — 2, бензин — 1)	2	2	1	2	2	2	1
		Обратные							
		2.10. Масса снаряженного автомобиля, т	5,85	4,8	3,5	4	3	5,85	3,45
		2.11. Полная масса, т	11,50	10,0	7,9	7	7	11,5	7,4
ИТОГО по группе	**0,132**		**0,0716**	**0,1314**	**0,1924**	**0,1317**	**0,0000**		

Признак группы показателей	Коэффициент весомости группы	Показатели качества	КАМАЗ-4308	МАЗ-437040	ГАЗ-3307	ГАЗ-3310	"Лучший" товар	Максимальное значение	Минимальное значение
3. Динамические		**Прямые**							
		3.1. Максимальная скорость, км/ч	105	100	90	98	105	105	90
		3.2. Средняя техническая скорость, км/ч	54,79	51,50	57,72	57,74	57,74	57,74	51,50
		3.3 Средняя эксплуатационная скорость, км/ч	34,66	33,63	36,98	37,99	37,99	37,99	33,63
		3.4. Максимальное замедление, м/с^2	6	6	5,8	6,1	6,1	6,1	5,8
		3.5. Выбег со скорости 100 км/ч, м	2431	2240	2168	2340	2431	2431	2168
		3.6. Число колес с дисковыми тормозными механизмами	4	0	0	4	4	4	0
		3.7. Тип подвески (пневмо — 2, рессорная — 1)	1	1	1	1	1	1	1
		3.8. Тип подвески (независимая — 2, зависимая — 1)	1	1	1	1	1	1	1
		3.9. Управляемость, баллы	4	4	4	4	4	4	4
		Обратные							
		3.10. Разгон до 60 км/ч, с	37	39	42	40	37	42	37
		3.11. Эластичность 30—50 км/ч, с	24	27	29	26	24	29	24
		3.12. Тормозной путь с 80 км/ч, м	59	61	62	54	54	62	54
		3.13. Коэффициент сопротивления воздуху, C_x	0,52	0,55	0,58	0,51	1	0,58	0,51
ИТОГО по группе	**0,121**		**0,0199**	**0,1319**	**0,1437**	**0,0197**	**0,0000**		
4. Экономические		**Прямые**							
		4.1. Чистая текущая стоимость, руб	456 656	614 299	1 448 857	1 589 036	1 589 036	1 589 036	456 656
		4.2. Рентабельность инвестиций	1,516	1,778	4,813	4,643	4,813	4,813	1,516
		4.3. Годовая производительность, т · км	212 658	191 912	186 983	155 126	212 658	212 658	155 126
		4.4. Бюджетный эффект, руб.	1 253 409	1 288 554	1 733 881	1 836 159	1 836 159	1 836 159	1 253 409
		4.5. Периодичность смены смазки двигателя, км	16 500	10 000	16 000	16 000	16 500	16 500	10 000
		4.6. Внутренний коэффициент окупаемости, %	42,85	50,95	62,5	62,8	62,8	62,8	42,85
		Обратные							
		4.7. Удельная трудоемкость ТОР, чел · ч/1000 км	3,07	3,31	1,79	1,40	1	3,31	1,40
		4.8. Контрольный расход топлива, л/100 км	140,00	180,00	196,00	174,00	140	196	140
		4.9. Срок текущей окупаемости, число лет	3,91	2,86	0,93	0,97	1	3,91	0,93
		1.10. УДЧР, руб/(т • км)	3,07	3,18	2,95	3,68	3	3,678	2,953
		4.11. Затраты на 1 км пробега, руб.	11,35	11,05	9,60	9,38	9	11,35	9,384
		4.12. Расход масла на угар, %	0,20	0,20	0,40	0,20	0	0,4	0,2
		4.13. Удельные затраты на ТОР, руб/км	1,55	1,56	0,95	0,92	1	1,55	0,92
		4.14. Стоимость топлива на 100 км пути, руб.	258,55	212,62	197,86	183,19	183	258,55	183,19
		4.15. Стоимость 1 норма-часа, руб/ч	250	240	200	240	200	250	200
		4.16. Годовая себестоимость, тыс. руб.	660 638	614 121	556 416	552 394	552 394	660 638	552 393
		4.17. Затраты на смазку, руб.	77 110	97 273	51 534	43 898	43 898	97 273	43 898
ИТОГО по группе	**0,284**		**0,2966**	**0,3108**	**0,0935**	**0,0552**	**0,0000**		

Продолжение таблицы

Признак группы показателей	Коэффициент весомости группы	Показатели качества	КАМАЗ-4308	МАЗ-437040	ГАЗ-3307	ГАЗ-3310	"Лучший" товар	Максимальное значение	Минимальное значение
5. Надежности		**Прямые**							
		5.1. Ресурс до списания, тыс. км	800	700	600	700	800	800	600
		5.2. Пробег до I капитального ремонта, тыс. км	800	500	300	350	800	800	300
		5.3. Наработка на отказ, тыс. км	12 000	10 500	8500	10 000	12 000	12 000	8500
		5.4. Периодичность ТО-2, тыс. км	12 000	10 000	8500	10 000	12 000	12 000	8500
		5.5. Приспособленность к условиям эксплуатации в РФ	4	5	5	5	5	5	4
		5.6. Наличие оцинковки листов кабины	0	0	0	0	0	0	0
		Обратные							
		5.7. Минимальное время ожидания запасный частей, ч	72	24	24	48	24	72	24
ИТОГО по группе	**0,232**		**0,1238**	**0,1667**	**0,2976**	**0,2976**	**0,0000**		
6. Нормативные		**Прямые**							
		6.1. Экологичность (Евро-3 — 3, Евро-2 — 2, Евро-1 — 1)	2	2	1	2	2	2	1
		6.2. АБС (есть — 1, нет — 0)	1	1	0	1	1	1	0
		Обратные							
		6.3. Уровень внешнего шума, дБА	80	82	79	82	79	82	79
		6.4. Уровень внутреннего шума, дБА	76	78	75	77	75	78	75
ИТОГО по группе	**0,086**		**0,0064**	**0,0188**	**0,3750**	**0,0156**	**0,0000**		
7. Эргономики и дизайна		**Прямые**							
		7.1. Удобство рабочего места водителя, баллы	4	4	3	4	4	4	3
		7.2. Обзорность, баллы	4	3	3	4	4	4	3
		7.3. Информативность приборов, баллы	4	4	4	4	4	4	4
		7.4. Число регулировок сиденья	2	2	1	2	2	2	1
		7.5. Число регулировок рулевого колеса	1	0	0	1	1	1	0
		7.6. Число передач стеклоочистителя	2	2	1	1	2	2	1
		7.7. Внешность, баллы	4	4	4	4	4	4	4
		7.8. Интерьер, баллы	4	4	3	4	4	4	3
		7.9. Удобство входа-выхода, баллы	3	4	4	3	4	4	3
		7.10. Тип управления коробкой (пневмо — 2, тросовый — 1, рычажный — 0)	0	0	0	1	1	1	0
		Обратные							
		7.11. Усилие на рычаге коробки передач, кгс	12	13	14	14	12	14	12
		7.12. Усилие на рулевом колесе, кгс	12	12	13	11	11	13	11
		7.13. Усилие на педали сцепления, кгс	14	14	15	13	13	15	13
ИТОГО по группе	**0,063**		**0,1081**	**0,1909**	**0,3215**	**0,0687**	**0,0000**		

Окончание таблицы

Признак группы показателей	Коэффициент весомости группы	Показатели качества	КАМАЗ-4308	МАЗ-437040	ГАЗ-3307	ГАЗ-3310	"Лучший" товар	Максимальное значение	Минимальное значение
8. Комплектация		**Прямые**[1]							
		8.1. Число подушек безопасности, шт.	0	0	0	0	0	0	0
		8.2. Наличие предпускового подогревателя (есть — 1)	1	0	0	1	1	1	0
		8.3. Наличие системы курсовой устойчивости	0	0	0	0	0	0	0
		8.4. Усилитель рулевого управления	1	1	0	1	1	1	0
		8.5. Центральный замок	0	0	0	0	0	0	0
		8.6. Противопожарная защита	0	0	0	0	0	0	0
		8.7. Противоугонная сигнализация	0	0	0	0	0	0	0
		8.8. Электрообогрев лобового стекла	0	0	0	0	0	0	0
		8.9. Электрообогрев зеркал	1	0	0	0	1	1	0
		8.10. Электропривод зеркал	0	0	0	0	0	0	0
		8.11. Электрообогрев сидений	0	0	0	0	0	0	0
		8.12. Электростеклоподъемники	0	0	0	0	0	0	0
		8.13. Омыватель лобового стекла	1	1	0	1	1	1	0
		8.14. Датчик освещения	0	0	0	0	0	0	0
		8.15. Наличие камер в шинах (бескамерная — 1, камерная — 0)	0	0	0	0	0	0	0
		8.16. Зеркало заднего обзора с автозатемнением	1	1	1	1	1	1	1
		8.17. Климат-контроль	0	0	0	0	0	0	0
		8.18. Люк в крыше	1	1	0	0	1	1	0
		8.19. Наличие огнетушителя, аптечки	1	1	1	0	1	1	0
		8.20. Искусственное внутреннее освещение	1	1	0	0	1	1	0
		8.21. Противотуманные фары	1	1	0	0	1	1	0
		8.22. Омыватель фар	0	0	0	0	0	0	0
		8.23. Наличие запасного колеса	1	1	1	1	1	1	1
		8.24. Защита моторного отсека	0	0	0	0	0	0	0
		8.25. Окраска «металлик»	0	0	0	0	0	0	0
		8.26. Ксеноновые фары ближнего света	0	0	0	0	0	0	0
		8.27. Магнитола	1	1	0	1	1	1	0
		8.28. Автоматическая коробка передач	0	0	0	0	0	0	0
		8.29. Мультифункциональное рулевое колесо	0	0	0	0	0	0	0
		8.30. Наличие автономного отопителя	1	1	0	0	1	1	0
		8.31. Наличие ретардера	0	0	0	0	0	0	0
		8.32. Наличие моторного тормоза	1	1	0	0	1	1	0
		8.33. Наличие кондиционера	0	0	0	0	0	0	0
		8.34. Тахограф	0	1	0	0	1	1	0
ИТОГО по группе	**0,038**		**0,0294**	**0,0588**	**0,3235**	**0,2353**	**0,0000**		
КОЭФФИЦИЕНТ КАЧЕСТВА			**0,1371**	**0,1796**	**0,2071**	**0,1259**	**0,0000**		
МЕСТО по качеству			**3**	**4**	**5**	**2**	**1**		

[1] Здесь "0" означает отсутствие элемента конструкции.

"профилей" множества показателей без взвешивания в интегральный коэффициент качества [1]. Преимущество способа в том, что он нагляден, прост в применении, позволяет непосредственно интегрировать большое количество разноразмерных показателей изделия в одно число. Основной недостаток способа состоит в том, что в нем не учитывается весомость показателей качества — все показатели принимаются равноценными. Кроме того, при оценке качества по способу "профилей" проектируемого автомобиля невозможно установить, насколько он уступает лучшему в своем классе товару, т. е. "идеалу".

Для устранения этих недостатков способов "профилей" в работе предлагается разностный способ оценки качества изделии. Суть способа заключается в определении разностей между значениями выбранных для оценки ТЭП проектируемого изделия и "идеала" и их интегрировании сначала без учета коэффициентов весомости внутри групп показателей качества, а затем с учетом весовых показателей в интегральный коэффициент качества. ТЭП "идеала" формируются из максимальных и минимальных значений ТЭП конкурентных изделий. При формировании ТЭП "лучшего товара" для прямых показателей берется максимальное значение показателя среди сравниваемых объектов, для обратных — минимальное. Разность между ТЭП проектируемого изделия и ТЭП "лучшего товара" находится по следующим формулам:

для прямых показателей

$$\Delta_i = \frac{\Pi_{\max} - \Pi_i}{\Pi_{\max}}, \qquad (1)$$

где $\Pi_{\max}$ — максимальное значение i-го показателя среди сравниваемых изделий; Π_i — значение данного показателя у проектируемого изделия;

для обратных показателей

$$\Delta_i = \frac{\Pi_i - \Pi_{\min}}{\Pi_i}, \qquad (2)$$

где $\Pi_{\min}$ — минимальное значение показателя.

Среднее значение разности для группы показателей качества определяется из соотношения

$$\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + ... + \Delta_n}{n}, \qquad (3)$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, ..., \Delta_n$ — разность между показателями в группе; n — число показателей качества в группе.

Интегральный коэффициент качества определяется по формуле

$$K_K = \Delta_I \alpha_1 + \Delta_{II} \alpha_2 + \Delta_{III} \alpha_3 + ... + \Delta_m \alpha_n, \qquad (4)$$

где $\Delta_I, \Delta_{II}, \Delta_{III}, ..., \Delta_m$ — средние значения разностей для групп показателей; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_n$ — коэффициенты весомости групп показателей.

Коэффициенты весомости для групп показателей определяются методом анализа иерархий [3].

Необходимо отметить, что у качественного изделия значения разностей между ТЭП, комплексные показатели качества групп и интегральный коэффициент качества должны стремиться к нулю. Разности ТЭП оцениваемого изделия и "лучшего" товара показывают, насколько показатель качества изделия близок к "идеалу".

Для примера в таблице приведена оценка качества четырех городских развозных грузовых автомобилей. Принятые для оценки 120 показателей качества разделены на 8 групп: 1) размерные; 2) силовые; 3) динамические; 4) экономические; 5) надежности; 6) нормативные; 7) эргономики и дизайна; 8) комплектации. В каждой группе комплексные значения показателей качества рассчитаны без учета коэффициентов весомости по разностному методу. Коэффициенты весомости групп показателей определены по методу анализа иерархий (см. таблицу). ТЭП "лучшего товара" сформированы из максимальных (для прямых показателей) и минимальных (для обратных) показателей качества сравниваемых объектов.

Разностный способ оценки качества автомобилей реализован в прикладной программе "Автоинвест", написанной в среде Excel. Прикладная программа позволяет существенно снизить трудозатраты на оценку качества автомобилей.

Результаты расчета показали, что наилучшее значение коэффициента качества среди сравниваемых моделей имеет автомобиль ГАЗ-3310 "Валдай" — 0,126. Этот автомобиль по своим ТЭП наиболее близок к виртуальному "лучшему товару".

Таким образом, предлагаемый метода — оценки качества изделий — позволяет объективно оценить уровень качества сравниваемых объектов. Метод прост и универсален — может быть применен для оценки как автомобилей, так и их узлов и агрегатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Фасхиев, Х. А.** и др. Конкурентоспособность автомобилей и их агрегатов [Текст] / Х. А. Фасхиев, А. Н. Крахмалева, М. А. Сафарова. — Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2005. — 187 с.
2. **Фасхиев, Х. А.** Анализ методов оценки качества и конкурентоспособности грузовых автомобилей [Текст] / Х. А. Фасхиев // Методы менеджмента качества. — М: Изд-во стандартов. — 2001, № 3. — С. 24—28, № 4. — С. 21—26.
3. **Саати, Т.** Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. — М.: Радио и связь, 1989. — 316 с.

Международная конференция

"ДВИГАТЕЛЬ-2007"

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Кафедра "Двигатель внутреннего сгорания"

19—20 сентября 2007 г. в Москве в МГТУ им. Н. Э. Баумана проходила Международная конференция "Двигатель-2007", посвященная 100-летию специальности и кафедры "Двигатели внутреннего сгорания" в МГТУ им. Н. Э. Баумана (1907—2007 гг.).

Выступления участников были посвящены исследованиям в области теории двигателей, рабочих процессов, их конструированию, диагностики и эксплуатации, газовой динамики, наддуву, топливной аппаратуре и управлению, проблемам применения альтернативных топлив.

Пленарные доклады

Г. А. Базанчук, Н. А. Иващенко, В. С. Рогов. Развитие специальности и научной школы Двигатели внутреннего сгорания в МГТУ им. Н. Э. Баумана

А. А. Ипатов, В. Ф. Кутенев, В. А. Лукшо. Современные направления развития конструкций поршневых ДВС в условиях топливно-энергетического кризиса

S. M. Frolov, V. Ya. Basevich, P. A. Vlasov, A. A. Skripnik. Modeling of Soot Formation in Internal Combustion Engines

А. В. Семенов. BOSCH CNG Strategy and Technology Natural-gas Motronic for sustainable mobility (Технологии и стратегии фирмы BOSCH в области применения сжатого природного газа)

А. В. Поручиков. Чистый дизель: новые стандарты и современные решения

П. П. Петров, А. М. Савенков, Н. А. Лапушкин. Разработка перспективных силовых установок транспортного назначения, работающих на альтернативных топливах

Редакция журнала предполагает опубликовать ряд докладов, сделанных на конференции. Ниже публикуются три доклада.

М. В. Малиованов,
Р. Н. Хмелев,
Тульский государственный университет

Иерархическая система моделей ДВС

Описывается разработка иерархической системы моделей ДВС с учетом взаимодействия их элементов и ДВС в целом

Современный этап теоретических исследований ДВС характеризуется большим разнообразием используемых математических моделей, сложность которых постоянно возрастает. При этом математическое описание ДВС непосредственно связано с тем аспектом, в котором рассматривается двигатель и который интересует исследователя.

Блочно-иерархический подход к двигателю и процессу его проектирования является перспективным и широко распространенным [1]. В данном случае на каждом уровне проектирования имеется совокупность математических моделей определенной сложности. Сложность математических моделей увеличивается с переходом на низшие уровни и подуровни проектирования. При этом в используемых в настоящее время моделях значительное внимание уделяется отдельным элементам второго и более низших уровней без детального учета их взаимодействия с другими элементами и ДВС в целом.

Ключевым моментом в разработке иерархической системы моделей, которая должна определить место уже существующих моделей, установить перечень вновь создаваемых и сформулировать их взаимодействия с существующими, является аспект рассмотрения ДВС как динамической системы, функционирующей во времени.

Известны два типа динамических моделей [2] — фазовые и функциональные. ДВС в соответствии с известной из кибернетики классификацией [3] относится к диффузным системам, для которых характерна тесная взаимосвязь протекающих в них процессов различной физической природы. При построении математических моделей диффузных систем используют два различных подхода: детерминированный и вероятностный. Причем модель, построенная в рамках первого подхода, является фазовой, а второго — функциональной. Для ДВС значительный интерес представляет комбинация детерминированного и вероятностного подходов, обеспечивающая построение не только фазовых и функциональных, но и комбинированных моделей.

Для построения системы моделей требуемого качества необходима классификация ДВС по их динамическим особенностям, которая позволит выделить основное ядро, определяющее важнейшие свойства двигателя как энергодинамической установки, и вспомогательные звенья, уточняющие и детализирующие эти свойства. В основу такой классификации может быть положена структурная схема ДВС, представленная на рис. 1.

Структура каждого из векторов и операторов схемы приведена в табл. 1 и 2 на примере дизеля ТМЗ-450Д.

Первым уровнем иерархической системы моделей является фазово-функциональная модель основного ядра, т. е. собственный оператор *T*. Эта модель отражает основные особенности двигателя как системы, преобразующей энергию во времени, и может быть использована для анализа как переходных и установившихся режимов при исследовании работы двигателя, так и для определения основных конструктивных параметров при его проектировании.

Фазовая составляющая модели отражает термодинамические преобразования, происходящие в двигателе, и для этого используется аппарат тепломеханики [4]. Функциональная составляющая отражает трудноформализуемые явления, такие как газодинамические процессы наполнения и опорожнения цилиндра, процесс подачи и горения топлива и ряд других, с помощью показателей, полученных на

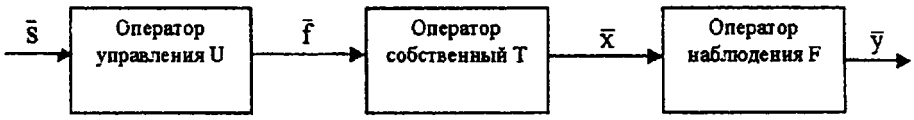


Рис. 1. Структурная схема ДВС

Таблица 1

Характеристика векторов схемы

Вектор	Описание вектора	Компоненты вектора
$\bar{s}$	Вектор управляющих воздействий (регулируемых и нерегулируемых); включает внешние воздействия со стороны окружающей среды или управляющие воздействия со стороны оператора	Давление и температура окружающей среды; положение рейки топливного насоса; угол опережения впрыска топлива; нагрузка (момент сопротивления) на валу
$\bar{f}$	Вектор входных параметров и характеристик; включает конструктивные и эксплуатационные параметры, зависящие от управляющих воздействий	Масса топлива; масса воздуха; закрутка потока; закон выгорания топлива в цилиндре двигателя; тепловой поток, отводимый при теплообмене; сила сопротивления движению твердых звеньев; колебания носителя
$\bar{x}$	Вектор собственный; включает фазовые координаты, описывающие изменение состояния ДВС как динамической системы	давление в цилиндре; температура в цилиндре; угловая скорость; угол поворота коленчатого вала; координата корпуса двигателя; скорость движения корпуса двигателя
$\bar{y}$	Вектор выходных параметров; включает параметры, характеризующие результат процесса функционирования двигателя	Эффективная мощность; эффективный крутящий момент; удельный эффективный расход топлива; состав продуктов сгорания; интенсивность колебаний корпуса

Таблица 2

Характеристика операторов схемы

Оператор	Функции оператора	Структура оператора (компоненты математического описания ДВС)
Управления U	Устанавливает связь управляющих и возмущающих воздействий $\bar{s}$ с входными параметрами двигателя $\bar{f}$. Отражает процесс функционирования систем ДВС	Система топливоподачи (регулирования); система впуска; система выпуска; смазочная система; система охлаждения
Собственный T	Устанавливает связь входных параметров $\bar{f}$ с фазовыми координатами двигателя $\bar{x}$. Отражает процесс функционирования ДВС (изменение его состояния во времени)	Собственно поршневой двигатель
Наблюдения F	Используется для определения выходных характеристик двигателя	Определение состава продуктов сгорания

основе статистической обработки расчетных или экспериментальных данных.

Примером модели первого уровня может являться математическое описание [5] одноцилиндрового дизеля ТМЗ-450Д. Дифференциальные уравнения модели отражают процессы преобразования энергии в газовом звене (производные $\frac{d\rho}{dt}$ и $\frac{dT}{dt}$) и законы движения твердых звеньев (производные $\frac{d\omega}{dt}$ и $\frac{d\varphi}{dt}$). При этом газодинамические процессы отражены коэффициентами расхода $\mu_{вп}$, $\mu_{вып}$, процессы горения показателями Вибе m, φ_z, функционирование топливоподающей системы определено массой подаваемого топлива m_x.

Решения уравнений модели определяют изменение фазовых координат — температуры (T) и плотности (ρ) рабочего тела в цилиндре, угловой скорости (ω) и угла поворота коленчатого вала (φ) во времени (t). С их помощью можно определить условия существования устойчивого автоколебательного режима работы ДВС, его параметры, а также найти количественные показатели переходных процессов, возникающих в двигателе при воздействии различных возмущений.

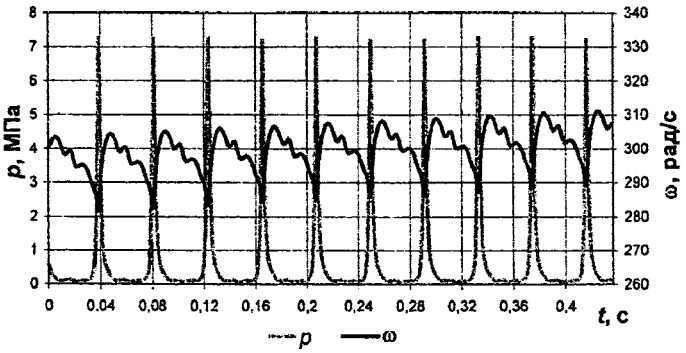


Рис. 2. Изменение давления и угловой скорости во времени

Изменение во времени основных фазовых координат показано на рис. 2. Модель первого уровня, являясь интегральной и решающей важнейшую задачу о поведении двигателя в целом, не дает ответов на ряд актуальных вопросов, связанных с частными, но кардинально влияющими на работу двигателя процессами и системами.

Математические модели этих процессов и систем должны быть введены в модель двигателя в результате пристыковки к собственному оператору T операторов управления U и наблюдения F, т. е. создания более детализированных моделей второго уровня.

Для их получения необходим метод, позволяющий безошибочно и оперативно формулировать условия на границах взаимодействующих систем.

Такой метод известен. Это теория графов связей [6], важнейшим положением которой является тезис о ведущей роли в любом процессе (за исключением информационного) энергетического воздействия, величина которого определяется свойствами обеих взаимодействующих систем. При этом передаваемый поток энергии определяется произведением двух модельных величин, называемых фундаментальными (сила тока и напряжение для электрических, сила и скорость для механических, давление и объемный расход для гидравлических, удельная энергия и массовый расход для газовых систем), одна из которых определена первой системой, а другая — второй.

Примером моделей второго уровня может являться модель двигателя ТМЗ-450Д, детализированная фазовыми моделями: системы впуска и выпуска; системы топливоподачи с центробежным регулятором частоты вращения.

Модель двигателя, детализированная по системам впуска и выпуска, дополняется уравнениями, описывающими нестационарное движение газа (в общем случае трехмерное) [7]: результат решения — переходные процессы во впускной системе (расчет выпускной системы производится аналогично) приведен на рис. 3.

При построении модели двигателя второго уровня модели впускной и выпускной системы определяли поступление (расход) рабочего тела для основного ядра, а модель основного ядра — давление на входах в модели систем впуска (выпуска).

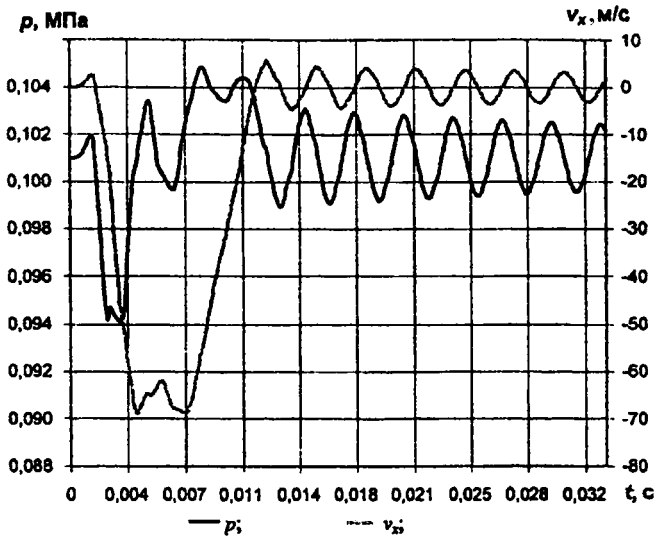


Рис. 3. Переходные процессы во впускной системе

Модель двигателя, детализированная по системе топливоподачи с механическим регулятором, дополняется уравнениями модели регулятора [5].

В данной модели фазовое представление разработано лишь для центробежного регулятора частоты вращения. Топливный насос, магистрали и форсунка отражены функциональными моделями.

Результат решения — переходные процессы в двигателе при пуске и набросе нагрузки (с 5 до 20 Н • м) приведен на рис. 4.

При построении модели второго уровня модель системы топливоподачи определяла расход топлива для модели основного ядра, а модель основного ядра задавала угловая скорость вала регулятора.

Практическое использование предложенной иерархической системы моделей позволяет выполнить следующее.

1. По модели первого уровня с малыми затратами времени и средств в результате многократно повторяе-

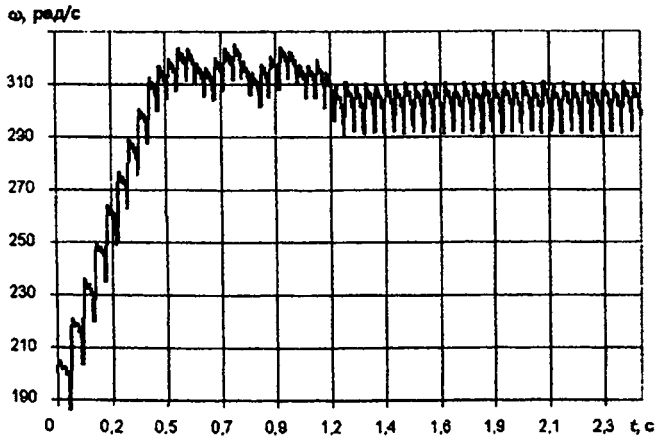


Рис. 4. Переходные процессы в двигателе при пуске и набросе нагрузки (с 5 до 20 Н • м)

мого машинного анализа определить основные параметры двигателя и значения показателей, определяющих работу систем, сопряженных с основным ядром (газообмена, топливоподачи и других).

2. По частным моделям подсистем определить их параметры, обеспечивающие требуемые значения с показателей, входящих в модель первого уровня.

3. По модели второго уровня, учитывающей взаимодействие моделей основного ядра и систем ДВС, осуществить поверочный расчет правильности выбранных значений всех параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Двигатели** внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей [Текст] / Д. Н. Вырубов, С. И. Ефимов, Н. А. Иващенко и др.; Под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. — М.: Машиностроение, 1984. — 384 с.
2. **Неймарк, Ю. И.** Метод точечных отображений в теории нелинейных колебаний [Текст] / Ю. И. Неймарк. — М.: Наука, 1972. — 471 с.
3. **Вычислительные** машины и мышление [Текст]. — М.: Мир, 1967. — 246 с.
4. **Малиованов, М. В.** Тепломеханика как теоретическая база исследования ДВС [Текст] / М. В. Малиованов. // Вопросы проектирования и создания автотранспортных средств и систем: Изв. ТулГУ — Тула: ТулГУ, 1995. — С. 154—162.
5. **Малиованов, М. В., Плешанов А. А., Темнов Э. С., Хмелев Р. Н.** Разработка математической модели двигатель-генераторной установки на базе дизеля ТМЗ-450Д [Текст] / М. В. Малиованов, А. А. Плеханов, Э. С. Темнов, Р. Н. Хмелев // Двигатели внутреннего сгорания: Научно-технический журнал. — Харьков: НТУ "ХПИ", 2006. № 1. — С. 51—56.
6. **Малиованов, М. В.** Применение графов связей для математического описания открытых термодинамических систем [Текст] / М. В. Малиованов // Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления. — М.: Машиностроение, 1989. — Вып. 14. — С. 309—317.
7. **Малиованов, М. В., Хмелев Р. Н.** Разработка комплекса математических моделей для описания газодинамических процессов в ДВС [Текст] / М. В. Малиованов, Р. Н. Хмелев // Двигатели внутреннего сгорания: Научно-технический журнал. — Харьков: НТУ "ХПИ", 2004. № 1 (4). — С. 43—45.

Вниманию подписчиков!

Подписку на журнал **"Грузовик &"** с **Приложением** можно оформить

НА ПОЧТЕ (во всех отделениях связи):
по каталогу "Роспечать" — индекс **72145**
по каталогу "Пресса России" — индекс **41302**
по каталогу "Почта России" — индекс **60262**

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ (в отделе реализации):
по факсу: (495) 269-48-97;
по e-mail: realiz@mashin.ru;
на сайте: www.mashin.ru^

- ✓ без почтовых наценок;
- ✓ с любого месяца;
- ✓ со своего рабочего места.

☎ для справок: (495) 269-66-00, 269-52-98.

Грузовик &

Е. В. Белоусов, В. П. Савчук, А. Д. Штанько, Херсонский факультет ХНАДУ

Опыт создания оптоволоконных датчиков для индицирования рабочего процесса двигателей

Рассматриваются устройство и схема работы оптоволоконного амплитудного датчика для индицирования рабочего процесса двигателей.

В настоящее время в измерительных комплексах для индицирования рабочих процессов ДВС доминирующее положение продолжают занимать электронные измерительные технологии, которые предполагают преобразование измеряемого параметра в электрический сигнал с последующим его усилением и обработкой. В то же время за последнее десятилетие развитие оптоволоконных технологий привело к созданию целого семейства оптоволоконных датчиков с преобразованием измеряемого сигнала в оптический. Эти датчики по целому ряду параметров превосходят традиционные и во многих отраслях техники успешно с ними конкурируют. В этой связи целесообразно рассмотреть возможность использования оптоволоконных технологий для исследования рабочих процессов в ДВС, в частности при разработке датчиков для индицирования рабочего процесса.

Для исследования различных процессов в ДВС наибольшее распространение получили диафрагменные датчики, применяемые при измерениях как статических, так и динамических давлений. Теоретическая база этих датчиков достаточно хорошо разработана [1, 2]. Для преобразования измерительного сигнала в электрический традиционно используются тензометрические, индуктивные, емкостные и пьезоэлектрические преобразователи [2]. Альтернативой подобному подходу является использование оптоволоконных преобразователей, в которых измеряемый параметр преобразуется сначала в оптический, а затем в электрический сигнал [3, 4].

Последние годы оптоволоконные методы обработки сигналов получили широкое распространение. Существует большое количество оптоволоконных датчиков, в которых используются различные принципы преобразования сигнала, отличающихся высокой помехоустойчивостью, безопасностью измерений, высокой точностью и т. д. [4]. Некоторые иностранные фирмы приступили к выпуску оптоволоконных датчиков для индицирования ДВС, однако стоимость этих приборов остается высокой, а их использование требует сложной аппаратуры для обработки сигнала [5]. Наиболее простую конструкцию имеют амплитудные датчики, в которых перемещение диафрагмы модулирует интенсивность отраженной световой волны [3]. Такие датчики многими лабораториями могут быть изготовлены самостоятельно.

На основе принципа амплитудной модуляции оптического сигнала в лаборатории ДВС Херсонского факультета Харьковского национального автомобильного университета (ХНАДУ) был разработан оптоволоконный датчик для индицирования рабочего процесса. Поскольку от других типов диафрагменных датчиков оптоволоконные датчики отличаются только способом преобразования сигнала, отдельные вопросы, такие как определение собственной частоты датчика, способы передачи и обработки сигнала и др., в данной статье рассматриваться не будут. Эти вопросы достаточно подробно освещены в специальной литературе [1—5].

Схема датчика показана на рис. 1, а.

Чувствительным элементом является плоская диафрагма 6, защемленная между двух половин корпуса 1. Для снятия и преобразования измерительного сигнала используется оптоволоконная головка, состоящая из корпуса 2 и раздвоенного оптоволоконного жгута 5. На торцах раздвоенной части жгута располагаются светоизлучатель 3 и фотоприемник 4. Противоположный конец жгута устанавливается на некотором удалении от диафрагмы.

Волокна, по которым подводится свет и отводится отраженный сигнал, по торцевой поверхности жгута распределяются равномерно. Рис. 1, б и в, поясняют принцип работы датчика.

При прогибе диафрагмы угол отражения света от ее поверхности изменяется, в результате чего часть света рассеивается, не попадая в фотоприемные волокна. В результате мощность светового потока, воздействующего на светочувствительный элемент, уменьшается пропорционально величине прогиба диафрагмы.

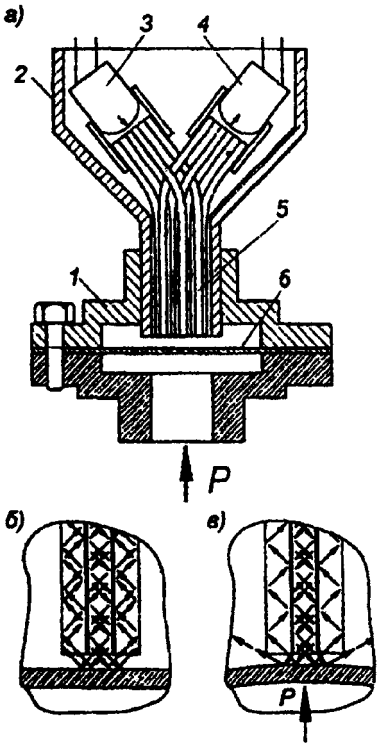


Рис. 1. Схема оптоволоконного датчика давления (а) и распределение светового потока при отсутствии давления (б) и наличии давления на диафрагму (в)

Для стабилизации температурного режима диафрагмы между нижней частью корпуса и стаканом выполнена полость для принудительной циркуляции охлаждающей воды (рис. 2). Между диафрагмой и нижней охлаждающей поверхностью имеется зазор 0,2 мм. Таким образом, нижняя часть корпуса выполняет роль теплового экрана, отводящего теплоту от незащемленной части диафрагмы и соединительного канала.

Диафрагма изготовлена из коррозионностойкой стали 18 ХГСА толщиной 0,39 мм. Для оптической головки использовалось полимерное волокно диаметром 0,5 мм. В жгуте размещено по 30 подводящих и отводящих волокон, залитых эпоксидной смолой для стабилизации модового сопротивления, которое при изгибе оптоволокна может изменяться.

В качестве фотоприемника использовался фототранзистор ФТ-3. В качестве источника света пробовались различные излучатели, однако наилучший результат был получен при применении светодиода TLCR5100 с красным спектром свечения.

В корпусе датчика оптическая головка крепится с помощью резьбы М10 × 0,75 и контргайки, что позволяет изменять оптический зазор между торцом головки и диафрагмой.

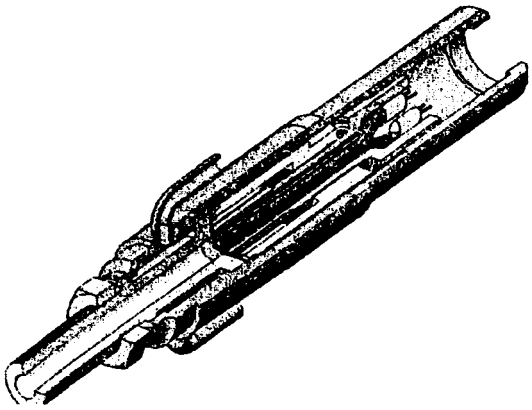


Рис. 2. Общий вид оптоволоконного датчика для индицирования ДВС

На рис. 3 показан характер изменения сопротивления фототранзистора при статической тарировке датчика в диапазоне давлений 0—120 кгс/см^2 для различных значений начального оптического зазора. С уменьшением зазора чувствительность датчика возрастает. На рис. 4 показано изменение соотношения между конечным и начальным значениями сопротивления фототранзистора для различных значений оптического зазора. С ростом чувствительности датчика возрастает и гистерезис сигнала (рис. 3, 4).

Так как характеристика диафрагмы не зависит от зазора, можно предположить, что гистерезисом характеризуется сам процесс оптического снятия сигнала. Причиной этого может быть интерференция света в оптическом зазоре, на поверхности диафрагмы и на срезе опто-

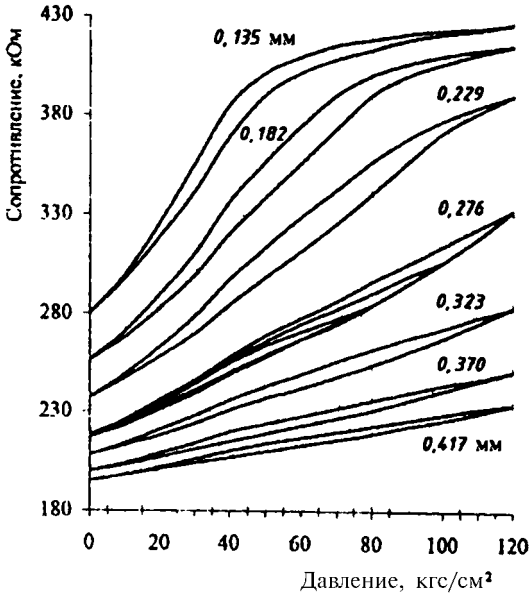


Рис. 3. Изменение сопротивления фототранзистора при различных значениях зазора между обрезом оптической головки и диафрагмой

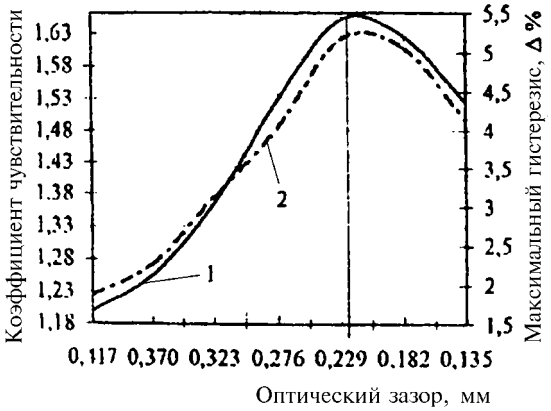


Рис. 4. Влияние величины зазора на чувствительность датчика (1) и гистерезис выходного сигнала (2)

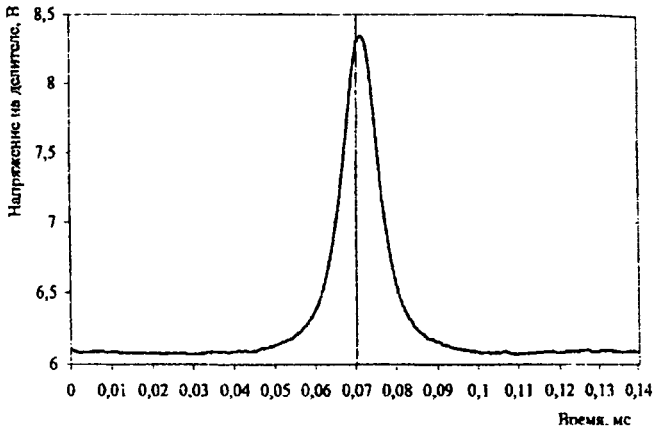


Рис. 5. Изменение напряжения на делителе при индицировании рабочего процесса (двигатель работает без нагрузки)

волокна. При увеличении зазора оптический гистерезис накладывается на гистерезис диафрагмы.

Изменение максимальной разности между прямым и обратным сигналами (Δ) показано на рис. 4. Следует отметить еще одну тенденцию: в диапазоне зазоров 0,417—0,276 мм среднее значение параметра изменяются практически линейно, а также линейно возрастает чувствительность датчика и величина гистерезиса.

При зазоре менее 0,229 мм наблюдается касание диафрагмой торца оптоволоконной головки, в результате чего кривая сопротивления загибается и идет более полого (см. рис. 3), а величина гистерезиса и чувствительность датчика начинают уменьшаться (см. рис. 4). Очевидно, что оптимальное значение зазора для рассматриваемого случая лежит в диапазоне 0,4—0,25 мм. При этом верхнее значение параметра соответствует минимальной погрешности, а нижнее — максимальной чувствительности.

При сокращении диапазона тарировки давления гистерезис уменьшается, что хорошо видно на рис. 3, где для зазора 0,276 мм показано три случая: диапазоны тарировки 80, 100 и 120 кгс/см^2. Таким образом, при уменьшении диапазона точность измерения возрастает.

Большая амплитуда изменения выходного параметра датчика позволяет значительно снизить коэффициент последующего усиления сигнала. Даже при использовании обычного делителя напряжения амплитуда выходного сигнала может достигать нескольких вольт.

На рис. 5 показано изменение напряжения на делителе, после которого сигнал непосредственно, без усиления, поступал на аналогово-цифровой преобразователь и далее заносился в память компьютера.

Величина напряжения, приложенного к делителю, составляла 12 В. При отсутствии давления с помощью переменного резистора на средней точке делителя было установлено напряжение 6,1 В. В течение полного цикла фиксировалось 1440 временных точек (2 точки на градус поворота коленчатого вала). По дополнительному каналу записывался сигнал с индукционного отметчика ВМТ, показанный на графике в виде прямых линий. Представленный на рис. 5 график получен по результатам обработки 25 последовательных циклов. Максимальная величина сигнала на средней точке делителя составила 2,28 В, что соответствовало давлению 24,6 кгс/см^2.

Большая амплитуда выходного сигнала, отсутствие необходимости значительного усиления, возможность статической тарировки, простота конструкции, отсутствие прямого контакта между диафрагмой и чувствительным элементом и ряд других преимуществ дают основания предполагать, что оптические датчики амплитудного типа могут успешно использоваться в системах для исследования различных процессов, связанных с изменением давления.

Выводы:

— оптоволоконные датчики амплитудного типа обладают достаточной чувствительностью, быстродействием и стабильностью, что позволяет использовать их для исследования различных процессов, связанных с изменением давления, в том числе и для индицирования ДВС;

— чувствительность амплитудного датчика зависит от величины оптического зазора и возрастает с его уменьшением, однако при этом возрастает и гистерезис процесса измерения;

— амплитуда сигнала, снимаемого с оптического датчика, может достигать нескольких вольт, в результате этого отпадает необходимость в значительном усилении сигнала и повышается точность его обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Розенблит, Г. Б., Виленский, П. И., Горелик, Я. И.** Датчики с проволочными преобразователями для исследования двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Г. Б. Розенблит, П. И. Виленский, Я. И. Горелик. М.: "Машиностроение" — 1966. — С. 30—38.
2. **Испытание** двигателей внутреннего сгорания. [Текст] / Стефановский Б. С., Доколин Ю. М., Сорокин В. П. и др. — М.: Машиностроение, 1972. — 357 с.
3. **www.bluerr.com/papers/Overview of FOS2.pdf**
4. **Соколов, А. Н., Яцеев, В. А.** Волоконно-оптические датчики и системы: принципы построения, возможности и перспективы [Текст] / А. Н. Соколов, В. Я. Яцеев. — LIGHTWAVE Russian Edition № 4. 2006. — С. 42—44.
5. **www.optfarid.com**

Экономические и экологические показатели дизеля при работе на биодизельных топливах разных сортов

В. Г. Семенов, НТУ "ХПИ";
И. П. Васильев, Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля (г. Луганск)

Усиление парникового эффекта на Земном шаре остро ставит проблему рационального получения и использования топлив. Использование топлив растительного происхождения частично решает эту проблему, поскольку CO_2, образовавшийся во время сгорания в цилиндре двигателя, поглощается растениями на полях. К топливам растительного происхождения относят биодизельное топливо, растительные масла, спирты, получаемые из растительного сырья и биомассы, а также любые вещества растительного происхождения, которые могут сгорать в цилиндрах двигателей. В настоящее время наиболее широко применяется биодизельное топливо, которое может использоваться в существующих дизелях. В странах СНГ появилось большое количество производителей биодизельного топлива, но из-за отсутствия стандарта на биодизельное топливо возникает проблема его качества. Низкокачественное топливо может приводить к нарушению работы двигателя и к сокращению срока его службы.

В Европе в качестве топлив растительного происхождения для дизелей широко используется биодизельное топливо [1]. Из-за повышения стоимости нефтяного дизельного топлива интенсивно налаживается производство этого топлива и в Украине [2]. Возрастает интерес к этим топливам в России [3]. Переход на топлива растительного происхождения с более высокой вязкостью позволит продлить срок работы этих двигателей даже в условиях запредельного износа плунжерных пар топливного насоса высокого давления [4].

Обычно испытания топлив растительного происхождения проводят на двигателях различных типов на отличающихся режимах с использованием разной измерительной аппаратуры, что затрудняет сравнение характеристик этих топлив. Поэтому целью данных исследований являлось сравнение характеристик и показателей двигателя при работе на дизельном топливе, биодизельных топливах и на смеси соевого масла (СМ) с дизельным топливом (ДТ) в соотношении 30:70. При этом для последних испытаний использовалось соевое масло, которое служило сырьем для получения биодизельного топлива.

Объектом исследования являлся двухцилиндровый четырехтактный вихрекамерный дизель типа 2Ч8,5/11 со штифтовым распылителем РШ 6 × 2 × 25 с давлением предварительной затяжки иглы форсунки 14,5 МПа, степенью сжатия 17, объемом вихревой камеры с соединительным каналом 27 см^3 (схема вихревой камеры приведена на рис. 1), углом опережения впрыскивания топлива $\theta = 18°$ по углу ворота коленчатого вала до ВМТ.

Испытания всех исследуемых топлив проводились в одном испытательном цикле при работе на одном цилиндре. Описание испытательного стенда

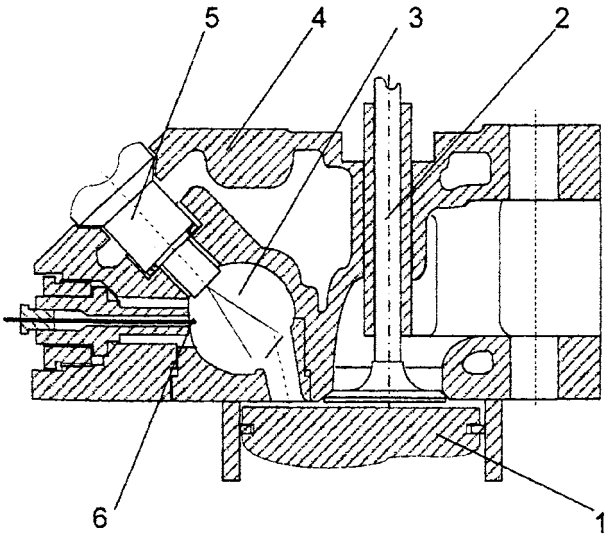


Рис. 1. Схема камеры сгорания дизеля 2Ч 8,5/11:

1 — поршень; 2 — клапан; 3 — вихревая камера сгорания; 4 — головка; 5 — форсунка; 6 — термопара

Таблица 1

Характеристики исследуемых топлив

№ по пор.	Топливо	Плотность ρ_{20}, кг/м^3	Вязкость ν_{20}, мм^2/с	Температура вспышки в закрытом тигле, °С
1	ДТ "Л"	844	5,3	78
2	МЕСМ-1	886	7,9	173
3	МЕСМ-2	882	6,9	33
4	МЕРМ	881	6,4	36
5	МЕПМ-1	885	8	29
6	МЕПМ-2	888	9,6	60
7	МЕПМ-3	891	11,2	40
8	СМ:ДТ-30:70	862	9,5	84

приведено в работе [5]. Учитывая, что в большинстве случаев двигатели автотракторного назначения работают не на номинальном режиме, для испытаний был выбран частичный режим с частотой вращения коленчатого вала $n = 1000$ мин$^{-1}$ при мощности двигателя $N_e = 1{,}94$ кВт. Результаты испытаний подвергались статистической обработке с оценкой отличий с вероятностью 0,95.

Испытывались биодизельные топлива следующих производителей: ННЦ "Институт механизации и электрификации сельского хозяйства" (Киевская обл., пос. Глеваха), Завод по приготовлению биодизеля (г. Херсон) ЧП "ЛК Експорт Импорт", (Солоницевка, г. Харьков), агрофирма "Заря" (Луганская обл., Белокуракинский р-н.), ЧП "Химпоставщик" (Луганская обл., г. Северодонецк), ООО "Биодизель-Луганск". Это были метиловые эфиры подсолнечного (МЕПМ), рапсового (МЕРМ) и соевого (МЕСМ) масел и смесь СМ:ДТ-30:70.

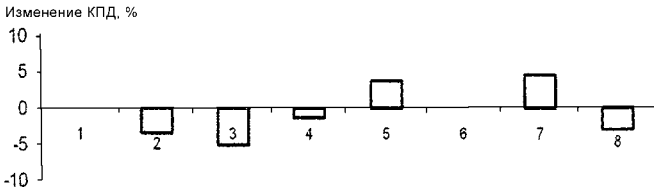


Рис. 2. Диапазоны изменений КПД двигателя при его работе на различных топливах растительного происхождения (нумерацию топлив см. в табл. 1)

Характеристики исследуемых топлив приведены в табл. 1.

Анализ характеристик биодизельных топлив по температуре вспышки в закрытом тигле указывает на то, что только одно топливо удовлетворяет требованиям европейского стандарта EN 14214:2003 на метиловые эфиры жирных кислот для дизелей (по стандарту эта величина должна превышать 120 °С).

По стандартам стран СНГ плотность топлив определяются при температуре 20 °С, а по европейскому стандарту EN 14214:2003 — при температуре 15 °С, что требует корректировки используемых значений плотности топлива [6].

Основной целью проводимых исследований является получение биодизельного топлива высокого каче-

Таблица 2

Результаты сравнительных испытаний топлив по отношению к ДТ "Л" с оценкой отличий с вероятностью 0,95

Топливо "Л"	МЕСМ-1	Отличие, %	Отличие с вероятностью 0,95	МЕСМ-2	Отличие, %	Отличие с вероятностью 0,95	МЕРМ	Отличие, %	Отличие с вероятностью 0,95	СМ:ДТ-30:70	Отличие, %	Отличие с вероятностью 0,95
КПД												
0,238	0,246	−3,36	Есть	0,250	−5,0	Есть	0,241	−1,3	Нет	0,245	−2,9	Нет
$T_{от}$, °С												
289	300	−3,8	Есть	294	−1,7	Нет	309	−6,9	Есть	304	−5,2	Есть
$T_{кс}$, °С												
637	672	−5,5	Есть	611	4,1	Есть	622	2,4	Нет	635	0,3	Нет
Коэффициент избытка воздуха												
1,97	2,021	−2,6	Есть	2,056	−4,4	Есть	1,991	−1,1	Нет	2,02	−2,5	Нет
NO_x, чнм												
892	1059	−18,7	Есть	917	−2,8	Нет	917	−2,8	Нет	854	4,3	Нет
Дымность, %												
7,1	6,3	10,6	Нет	5,5	22,7	Есть	7,24	−2,4	Нет	3,2	54,8	Есть
СО, чнм												
176	184	−4,5	—	129	26,7	—	144	18,2	—	79	55,1	

Примечание. Знак "–" означает, что сравнение не проводилось.

Таблица 3

Характеристики смесей метанола с МЕСМ-1 и результаты испытаний их на дизеле

Показатели	Состав смесей "Метанол:МЕСМ-1"					
	100:1	5:95	1:99	0,5:99,5	0,4:99,6	0:100
Состав топлива:						
C	0,375	0,750	0,766	0,768	0,768	0,77
H	0,125	0,120	0,120	0,120	0,120	0,12
O	0,5	0,130	0,114	0,112	0,112	0,11
C/H	3,00	6,24	6,38	6,40	6,40	6,42
Плотность ρ_{20}, кг/м^3	790	879	882	883	881	884
Вязкость ν_{20}, мм^2/с	0,76	5,92	6,94	7,09	7,16	7,45
Температура вспышки, °С	8	—	40	55	61	173
Низшая теплота сгорания, кДж/кг	19 700	36 414	37 043	37 122	37 137	37 200
Результаты испытаний дизеля при мощности 1,94 кВт и θ = 19° по углу поворота коленчатого вала до ВМТ						
КПД	—	—	0,232	—	0,234	0,25
$T_{ог}$, °С	—	—	298	—	297	298
$T_{кс}$, °С	—	—	528	—	533	568
NO_x, чнм		—	765		804	845

Таблица 4

Изменение стоимости 1 кВт • ч для разных топлив по отношению к стоимости 1 кВт • ч при работе двигателя на ДТ

Топливо	Расход топлива, кг/ч	КПД двигателя, %	Стоимость топлива, евро/кг	Стоимость 1 кВт • ч, евро	Изменение стоимости 1 кВт • ч, %
ДТ "Л"	0,686	0,238	0,655	0,225	
МЕСМ-1	0,763	0,246	0,564	0,215	+4,2
МЕСМ-2	0,751	0,25	0,589	0,221	+1,4
МЕРМ	0,779	0,241	0,567	0,221	+1,6
МЕПМ-1	0,822	0,229	0,564	0,232	–3,2
МЕПМ-2	0,788	0,238	0,565	0,223	+0,8
МЕПМ-3	0,828	0,227	0,602	0,249	–10,9
СМ:ДТ-30:70	0,698	0,245	0,604	0,211	+6,2

ства. Таким критерием можно считать КПД двигателя при работе на соответствующем биодизельном топливе. Чем лучше качество биодизельного топлива, тем выше КПД. Учитывая, что за рубежом используется биодизельное топливо, соответствующее европейскому стандарту EN 14214:2003, результаты испытаний этого топлива близки к величине, к которой необходимо стремиться. Так, в работе [1] использование биодизельного топлива из соевого масла привело к улучшению КПД дизеля на 6,5 % по сравнению с его работой на ДТ. В работе [7] эта величина при испытаниях двигателя F2L511 (2Ч10/10,5) на биодизельном топливе из рапсового масла составила 4,1 %. Приближение КПД дизеля, работающего на биодизельных топливах, к этому значению свидетельствует о совершенстве используемого топлива.

Результаты проведенных испытаний приведены на рис. 2 и представлены в табл. 2. Они свидетельствуют о том, что лучшими по показателям эффективности процесса сгорания являются топлива № 3 (МЕСМ-2), № 2 (МЕСМ-1) и № 8 (СМ:ДТ-30:70).

Были проведены исследования по определению влияния содержания метанола в биодизельном топливе (МЕСМ-1) на КПД двигателя (табл. 3). С увеличением содержания метанола в смеси уменьшаются плотность, вязкость и температура вспышки в закрытом тигле. При этом КПД двигателя ухудшается, но снижается уровень вредных выбросов с отработавшими газами [8].

В данный момент времени использование того или иного топлива определяется экономической целесообразностью, например стоимостью 1 кВт • ч (табл. 4).

Из данных табл. 4 следует, что по экономическому критерию наиболее выгодно использовать биодизельные топлива МЕСМ-1, МЕРМ и МЕСМ-2. Важным является не

только КПД двигателя, но и стоимость биодизельного топлива. Высокий КПД двигателя может быть нивелирован большой стоимостью биодизельного топлива. При этом определяющее значение имеет стоимость нефтяного дизельного топлива. Использование СМ:ДТ-30:70 является выгодным, но требуется учет расходов на переоборудование двигателя для работы на этой смеси.

Выводы. Производителям биодизельного топлива желательно ориентироваться на зарубежный стандарт EN 14214:2003, что позволит не только получать качественное топливо, но и в перспективе обеспечить экспорт этого топлива за рубеж.

В настоящее время биодизельные топлива, изготавливаемые в Украине, не отвечают этому стандарту. По косвенной оценке по КПД двигателя из шести исследованных биодизельных топлив только два приближаются к показателям зарубежного биодизельного топлива. При использовании биодизельного топлива необходимо ориентироваться на экономический критерий, например на стоимость 1 кВт•ч. В противном случае использование биодизельного топлива будет экономически невыгодно по сравнению с традиционным дизельным топливом.

Можно предположить, что полученные отличия вызваны разными составами масел и технологиями получения топлив. Поэтому желательно сравнить показатели двигателя при работе на биодизельных топливах, изготовленных из одного масла по разным технологиям и из разных масел по одной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Korbitz, W.** Status and Development of Biodiesel Production and Projects in Europe [Текст] W. Korbitz // SAE Technical Paper Series. — 1995. — N 952768. — P. 249—254.
2. **Марченко, А. П., Минак, А. Ф., Семенов, В. Г., Линьков, О. Ю., Шпаковский, В. В., Обозный, С. В.** Расчетно-экспериментальные исследования по оценке влияния подогрева альтернативных топлив на показатели работы дизеля [Текст] / А. П. Марченко, А. Ф. Минак, В. Г. Семенов, О. Ю. Шпаковский, В. В. Линьков, С. В. Обозный. // Вестник Национального технического университета "ХПИ", Двигатели внутреннего сгорания, Харьков: 2005. — № 1. — С. 8—17.
3. **Матиевский, Д. Д., Кулманаков, С. П., Лебедев, С. В., Шашев, А. В.** Применение топлива на основе рапсового масла в дизелях [Текст] / Д. Д. Матиевский, С. П. Кулманаков, С. В. Лебедев, А. В. Шашев // Ползуновский вестник. Барнаул (Россия) — 2006. — № 4. — С. 118—127.
4. **Bannikov, M. G., Tyrlovoy, S. I., Vasilev, I. P. Chattha, A. J.** Investigation of characteristics of a fuel injection pump of a diesel engine fuelled with viscous vegetable oil-diesel oil blends [Текст] // Proc. Instn. Mech. Engrs. Part D. Journal of Automobile Engineering, 2006. — Vol. 270. — N 6. — P. 787—792.
5. **Zlobin, V. N., Bannikov, M. G., Vasilev, I. P., Cherkasov, J. A., Gawrilenko, P. N.** Potential of use of ion implantation as a means of catalyst manufacturing [Text] // Automobile Engineering. — 2002. — Vol. 216. — N D5. — P. 385—390.
6. **EN 14214:2003.** Топливо для автомобилей. Метиловые эфиры жирных кислот (FAME) для дизельных двигателей. Требования и методы анализа. — Европейский Комитет по стандартизации. — 13 с.
7. **Смайлис, В., Сенчила, В., Берейшене, К.** Моторные испытания РМЭ на высокооборотном дизеле воздушного охлаждения [Text]/ В. Смайлис, В. Сенчила, К. Берейшене // Двигателестроение. — 2005. — № 4 (222). — С. 45—49.
8. **Патент** на корисну модель 20873 Україна, С 10 L 1/08. Бюдизель / Остраухова О. К., Остраухов А. С., Остраухов О. С. (UA). — № u200609347; Заявлено 28.08.06; Опубл. 15.02.07. Бюл. № 2.

НОВЫЕ КАБИНЫ ВОДИТЕЛЕЙ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ MAN

Рисунок см. на 3-й полосе обложки

Интерьер кабин грузовых автомобилей MAN серий TGX и TGS имеет благородную успокаивающую окраску. Плавные контуры создают гармоничную связь между приборной панелью и дверьми и ощущение большого пространства.

При разработке кабин дизайнеры фирмы MAN уделили основное внимание качеству покрытия интерьера и обивочного материала. Приборная панель изготовлена из цельной детали по новой технологии "Slush", имитирующей натуральную кожу. При применении технологии "Slush" поверхность интерьера приобретает высокое качество. Материал поверхности формируется с помощью слоя синтетической пены под действием теплоты. Технология гарантирует однородную толщину материала покрытия и придает поверхности дорогой вид.

Ручки дверей хромированы, а новое запорное устройство изготовлено по высокой технологии. Контрастная лента светлого цвета вдоль всей приборной панели визуально придает ей более легкий вид. Декоративные багеты с тонкой инкрустацией усиливают впечатление легкости.

(Продолжение см. на с. 45)

Технологии промышленной политики и перспективы отечественного автопрома

А. А. Ипатов, д-р экон. наук, проф., генеральный директор,
Т. Д. Дзоценидзе, канд. техн. наук, заместитель генерального директора; ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ"

В июне текущего года Росстат опубликовал данные о небывалых темпах роста российской промышленности, а именно на 10 % по отношению к июню 2006 г., и в особенности быстрыми темпами росла обрабатывающая промышленность — больше чем на 15 %. Тогда же сообщалось, что приток капиталов в первом полугодии в страну составил 67,1 млрд долл. США (при прогнозируемых на весь год 70 млрд долл.). В меньшей степени говорили о стремительном росте импорта и внешнего долга, который достиг почти 340 млрд долл., причем доля государства — всего 44,3 млрд долл. В приложении "Эксперт-Авто" журнала "Эксперт", № 27 от 16.07.2007 отмечалось, что всего через четыре года Россия может стать крупнейшим автомобильным рынком Европы. Стремительный рост рынка происходит на фоне драматичного падения продаж российских автомобилей. Газета "Московские Новости", № 29 от 27.07.2007, отмечая, что российские потребители устанавливают новые рекорды по количеству купленных иномарок, указывает: за первую половину 2007 года россияне купили такое количество легковых иномарок, что оно фактически уравнялось с годовым выпуском машин АвтоВАЗом. Продажи автомобилей зарубежной разработки выросли на 70 %, а численность собранных в России иностранных моделей удвоилась. Зато спрос на традиционную продукцию отечественного автопрома упал очень заметно. Ее неконкурентоспособность становится все более очевидной для наших граждан. Что делать? В контексте цитаты и на фоне всеобщего роста экономики ответ на этот вопрос очевиден.

Однако следует заметить, что непредвзятый анализ индекса промышленного производства указывает не на беспрецедентный рост, а на возникшую стагнацию (рис. 1), которую еще предстоит преодолеть (журнал "Эксперт", № 28 от 23.07.2007). Из графика следует, что за год (июнь 2006 — июнь 2007 гг.) индекс промышленного производства (ИПП) вырос на 6,3 %, а с учетом неочищенных от случайных колебаний данных и на все 10 %. С другой стороны, диапазон 90—91 пунктов был достигнут в начале 2007 г. На графике видим очевидное торможение показателя промышленного производства в последнем месяце. Создавшуюся ситуацию хорошо иллюстрируют дела в автомобильной промышленности. Наращивание процесса "промышленной сборки" приводит к фактическому замещению отечественной продукции, финансовые показатели рынка впечатляют, вывоз капитала из страны растет, а темпы обновления и увеличения автопарка страны никого не интересуют. Результат: инфляционный навес уменьшается путем вывоза денежных средств населения из страны на фоне укрепления национальной валюты.

Изучение и анализ места автомобильной промышленности в экономике ведущих развитых стран

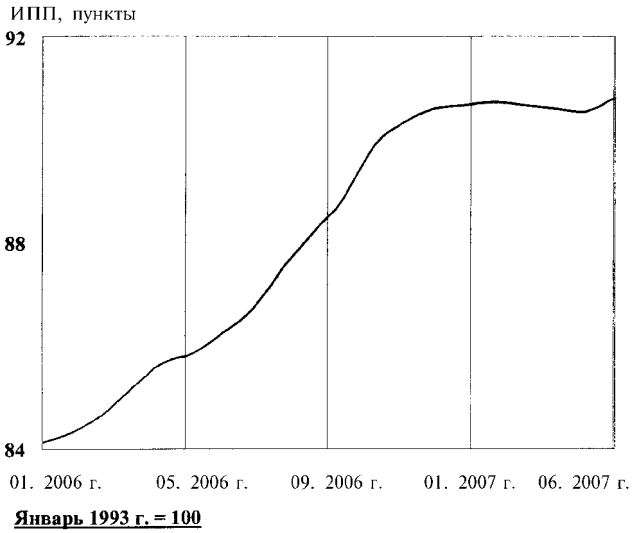


Рис. 1. Индекс промышленного производства, тренд после сезонной корректировки (журн. "Эксперт", № 28. от 23.07.2007)

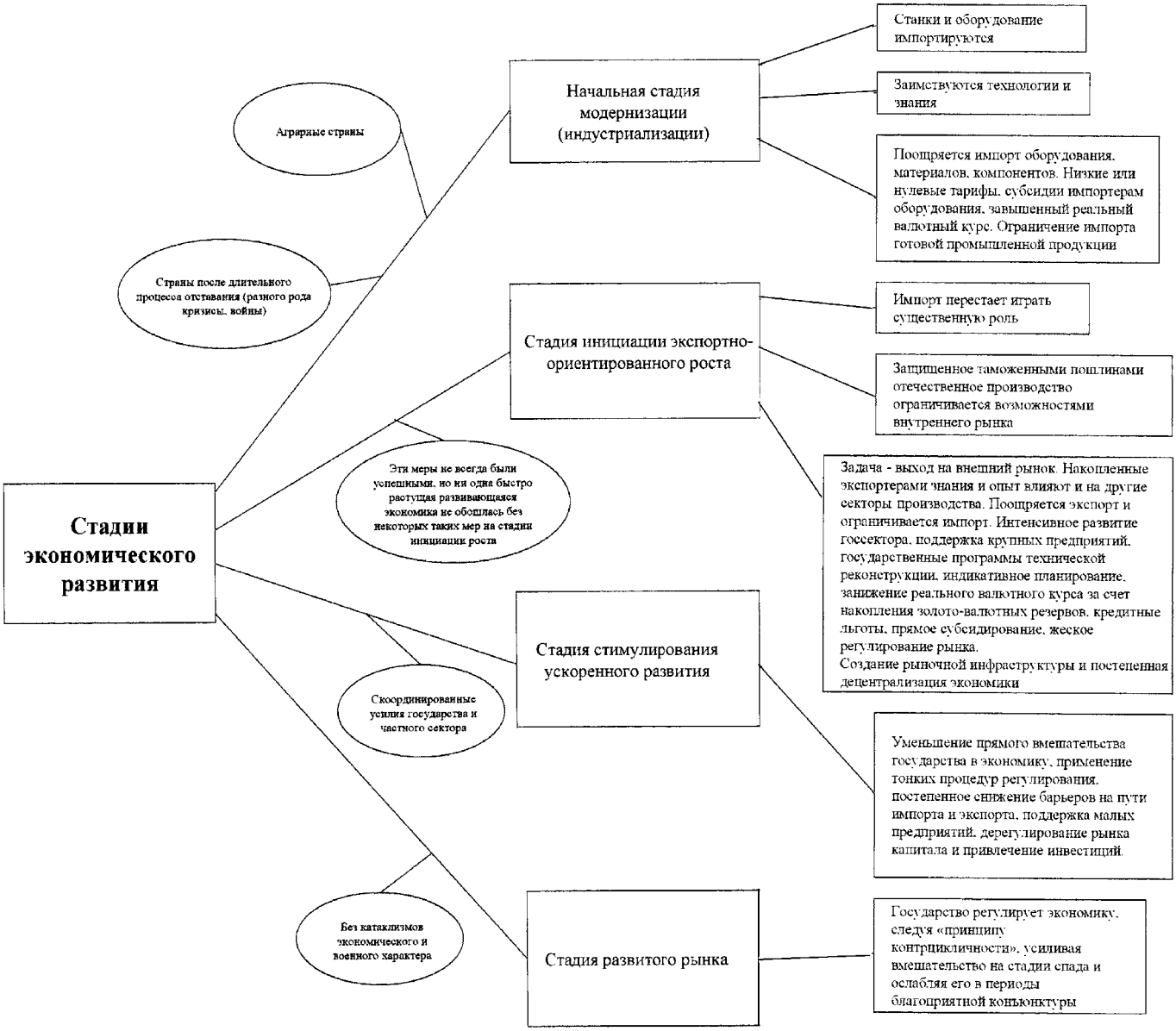


Рис. 2. Стадии развития экономики (по материалам статьи В. М. Полтеровича и В. В. Попова "Стимулирование роста и стадии развития". Сб.: Модернизация экономики и выращивание институтов. Под ред. Е. Г. Ясина. Кн. 1. М.: Изд. Дом ГУ ВШЭ. 2006 г.)

мира, а также развивающихся стран с учетом особенности функционирования существующих производств, отношения к финансированию НИОКР и т. п. приводит к необходимости рассмотрения технологий промышленной политики.

Известно, что промышленная политика государств тесно связана с вопросом о роли государства в стимулировании экономического роста. Понятно, что, стимулируя экономический рост, государство проводит политику поддержки тех или иных сфер хозяйственной деятельности такими общепризнанными средствами, как кредитно-финансовые, налоговые и таможенные инструменты. При этом одним из важнейших факторов является управление валютным курсом. Опыт различных стран показывает, что эффективность промышленной политики во многом зависит от стадии экономического развития экономики. На рис. 2 схематически изображены четыре стадии развития экономики, включающие такие показатели: восстановление внутреннего производства с помощью государственной поддержки и защиты национальных производителей; государственное стимулирование увеличения экспорта; развитие высокотехнологичных производств путем активного заимствования технологий и способов управления при активной поддержке со стороны государства малого и среднего бизнеса с одновременным смягчением антимонопольного законодательства и кредитной политики; и, наконец, государственное стимулирование ускоренного развития (по материалам статьи В. М. Полтеровича и В. В. По-

пова "Стимулирование роста и стадии развития" — Сб.: Модернизация экономики и выращивание институтов. Под ред. Е. Г. Ясина, Кн. 1. М.: Изд. Дом ГУ ВШЭ. 2006. — С. 137—149).

В. М. Полтерович и В. В. Попов утверждают, что "для обеспечения быстрого роста государство должно следовать весьма сложной стратегии, каждый раз выбирая политику, адекватную стадии развития, и своевременно изменяя ее при переходе от одной стадии к другой. Именно такие технологии промышленной политики способны реально стимулировать экономический рост, снизить темпы обнищания одних на фоне обогащения других и остроту борьбы за перераспределение общественных благ.

Ясно, что универсальных рецептов нет и "догоняющая" модель развития, принесшая ранее значительные успехи, исчерпала себя. Следует признать, что времени на раскачку нет и жизненно важен темп.

О каких технологиях промышленной политики можно говорить в нашем случае?

На сегодняшний день единственным субъектом организации производства автомобилей и автокомпонентов является Правительство России, которое формулирует и реализует промышленную политику исходя из парадигмы развития страны, ее места в мировой экономике, понимания необходимости обеспечения стратегических интересов государства и комплексного подхода к проблемам национальной безопасности. Развитие автомобильной промышленности России на ближайшие годы должно определяться фундаментальными интересами государства и общества в деле подъема уровня жизни населения и обеспечения национальной, экономической и военной безопасности.

Состояние дел в автомобильной промышленности свидетельствует, что необходима логически выстроенная, прозрачная, понятная и продуманная экономическая стратегия, ориентированная на поэтапное достижение главной цели — максимально возможная моторизация всех групп населения страны путем эффективного использования имеющихся в наличии ресурсов.

Для достижения этой цели в качестве стратегии долговременного развития представляется необходимым выбрать стратегию максимального повышения продуктивности предприятий и проведения структурных изменений в автомобильной промышленности и в смежных отраслях.

Такой выбор предопределен наличием ограниченного объема свободных финансовых ресурсов для коренной перестройки отрасли, невозможностью осуществления одновременной и массовой замены модельного ряда и быстрого освоения новых рынков сбыта.

Президент России в своих посланиях Федеральному Собранию, а также на недавней встрече с бизнес-сообществом неоднократно заявлял, что в сегодняшней России с преимущественно сырьевой ориентацией экономики проблема стимулирования промышленного роста является особенно актуальной. Поэтому государство и бизнес должны обеспечить переориентацию экономики на продукцию высокого промышленного передела.

Правительству следовало бы стимулировать производство именно доступных автомобилей (в различных секторах рынка) для развития внутреннего рынка. Массовая моторизация населения положительно скажется на экономическом развитии страны. Дорогостоящие автомобили могут быть ввезены при соответствующем тарифном регулировании. Опыт развитых стран показывает, что доступные жилье и автомобиль могут составить основу для качественного роста экономики.

В автомобильной промышленности ставку следует сделать на стратегию заимствования технологий и расширения, прежде всего, внутреннего рынка. Считается общеместным утверждение о том, что внутренний рынок готовых автомобилей имеет огромный потенциал. Так почему же наличие такого рынка не может послужить стимулом для развития отечественной автомобильной и смежных отраслей промышленности?

Потребуется также осуществление масштабных программ перевооружения старых и создания новых отраслей, особенно по производству компонентов и их составных частей. Такого рода программы должны стимулировать рост в металлургии, нефтеперерабатывающей, легкой, химической, электротехнической, электронной, станкостроительной, резинотехнической отраслях экономики, а также в сфере информационных технологий и связи. Из-за комплексного характера автомобильной промышленности будут созданы специализированные производства (например, внутри существующих многопрофильных компаний), выпускающие продукцию высокого передела и осуществляющие прямые поставки на конвейеры сборочных заводов.

Жизненная необходимость в масштабном обновлении модельного ряда потребует приобретения передовых знаний, в том числе привлечения специалистов из-за рубежа. Следует признать, что для сохранения темпов осуществления преобразований это необходимый шаг. Но в стратегической перспективе такой шаг окажется малоэффективным, а может и бессмысленным без резкого роста инвестиций в НИОКР.

Изучение мирового опыта показывает, что в США на инвестиции в НИОКР тратится до 2,5—2,8 % ВВП. Белый Дом в конце 70-х годов обратил внимание на нежелание частных компаний вкладывать средства в долгосрочные научные и технологические исследования и ориентироваться на значительные выгоды в будущем. Поэтому были выработаны принципы федеральной научно-технологической политики и принят ряд правовых актов, направленных на активизацию государственного стимулирования создания базовых технологий. В дальнейшем к финансированию исследований и разработок в рамках федеральных программ все активнее привлекаются правительства штатов, а для привлечения частного бизнеса университетам предоставили возможность получать эксклюзивные патентные права на федеральные технологии.

Для сокращения доли государства и привлечения частных инвестиций в сферу науки и технологий используются налоговые стимулы, а иногда ограничивается доступ американских компаний к иностранным технологиям. Принят закон о стратегических межотраслевых партнерствах, в которые могут быть включены федеральные ведомства и организации, а также частные компании, имеющие различную организационно-правовую форму.

По решению Конгресса в стране действуют несколько программ по развитию инвестиций в НИОКР, финансируемых государством. За последние годы был сформулирован тезис обеспечения интересов национальной экономической безопасности, прямо подразумевающей усиление конкурентоспособных позиций США в мире. Признается, что для достижения этих целей необходимо усиление государственного регулирования научно-технологического прогресса в стране. Обеспечением эффективной передачи созданных на федеральные средства технологий в промышленность занимаются бюджетные государственные структуры: Американский научный фонд, НАСА, Национальное бюро стандартов и Министерство обороны. Участвуют также Национальный центр промышленных исследований, Национальная академия наук, Национальная техническая академия и Американская ассоциация содействия развитию науки, привлекающие кроме бюджетных около 50 % средств от частных фирм и организаций.

Стимулируется создание новых исследовательских и венчурных центров, наиболее эффективные из которых по представлению Национального научного фонда могут первые пять лет полностью или частично финансироваться из федерального бюджета.

Япония долго развивалась с имиджем страны, которая ничего не изобретает, но качественно реализует чужие идеи и живет за счет заимствований. Со временем ситуация изменилась и сегодня государственные расходы на НИОКР составляют до 3,5 % ВВП, в основном на фундаментальные исследования и генерирование принципиально новых идей.

Государство осуществляет индикативное планирование НИОКР, регулирует импортные таможенные тарифы (часто в сторону увеличения), предоставляет налоговые и кредитные льготы в финансировании НИОКР, а также проводит протекционистскую политику в продвижении новой наукоемкой продукции.

Примеры других стран подтверждают общую тенденцию. В Южной Корее в 2002 г. расходы на НИОКР составили 2,53 % ВВП, при этом доля государственных расходов составила 4,3 % бюджета страны. Эти средства идут в основном в государственные научно-исследовательские институты (до 70 %), остальные средства выделяются университетам, промышленным компаниям, в том числе с частным капиталом.

В Западной Европе большое распространение получили низкопроцентные займы для финансирования НИОКР. Привлечены также средства пенсионных фондов и частных лиц. Развиваются кластерные стратегии, где государства играют значительную роль.

Автомобильная промышленность является не только производителем, но и потребителем высокотехнологичной продукции от высокотехнологичных марок сталей (базовые технологии) и полимерных материалов до компьютеров, электронных систем управления, информационных ресурсов, связи и программного обеспечения (базовые технологии и технологии двойного назначения). Станочный парк автомобильной промышленности также является высокотехнологичной продукцией от металлообрабатывающих центров с электронным управлением и прессов большой мощности до роботизированных комплексов и цехов (базовые технологии). Автомобильная промышленность потребляет продукцию, разработанную с помощью нанотехнологий, и стимулирует развитие водородной энергетики (технологии двойного назначения). А в измерительных приборах и комплексах осуществлены самые передовые достижения науки и техники (базовые технологии). Поэтому развитие автомобильной промышленности может иметь синергетический эффект и обеспечить экономический рост страны высокими темпами.

Наличие промышленной политики и ее целенаправленная реализация нигде не приводили к отказу от принципа свободного предпринимательства. Государственное индикативное планирование может означать наличие продуманной стратегии, сформулированных

целей с согласованием всех аспектов экономической политики вместо разрозненного их выдвижения по частям лоббистами разного калибра.

Необходимо обеспечить развитие существующих и стимулирование создания новых исследовательских центров для интенсификации работ по проведению НИОКР. Представляется насущной задачей создание на базе ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ" национального научно-исследовательского, испытательного и сертификационного центра автомобилестроения, интегрированного в международную систему сертификации колесных транспортных средств и ГСМ. Национальный центр осуществлял бы координацию работ по НИОКР в автомобильной промышленности и смежных отраслях с учетом разработки и коммерциализации базовых технологий, в том числе двойного назначения.

Необходимо создание как минимум трех национальных компаний по производству легковых, грузовых автомобилей и автобусов. Мощность производств — до 200 тыс. грузовых автомобилей, базовых шасси и автобусов, а легковых автомобилей различных классов — до 1,5 млн шт. в год.

По меньшей мере, одну крупную национальную компанию с сопутствующими производствами надо разместить на Востоке страны, вплоть до Дальневосточного региона.

Появление "новых" потребителей в виде вновь созданных производств и модернизация модельного ряда "традиционных" заводов стимулирует модернизацию имеющихся и создание новых производств автокомпонентов, в том числе двигателей, узлов и агрегатов трансмиссии и ходовой части, продукции смежных отраслей промышленности, составляющих в стоимости автомобиля до 70 %.

Необходимо осуществление шагов по применению финансовых инструментов вплоть до девальвации рубля, обеспечения государственных гарантий кредитов, низкой учетной ставки, прямого бюджетного финансирования воспроизводства кадров квалифицированных рабочих, инженеров, технологов, исследователей, ученых, управленцев и др. Необходимо предпринять дополнительные шаги по развитию торгово-транспортных артерий — всех типов дорог и водных путей, сокращению до минимума срока амортизации для инвестиций, способствующих повышению производительности труда.

Следует заметить, что не важно, как называется проводимая политика — либерализм, протекционизм или внерыночное регулирование. Важнее быть свободными в своем выборе и стремиться защищать национальные интересы.

Изложенные меры могут привести к усложнению взаимосвязей в экономике, и, как следствие, к росту ее устойчивости. Прибавится работы как в отрасли, так и в управленческих структурах государства. Но без целенаправленной и напряженной работы вывести отечественный автопром из кризиса вряд ли удастся.

(Начало см. на с. 40)

Однако абсолютным приоритетом являются практические достоинства кабин. Каждая кабина имеет множество отсеков для необходимых в дороге вещей. Все переключатели, приборы и инструменты находятся в поле зрения водителя и на расстоянии не более вытянутой его руки. В ночное время новое фоновое освещение создает в кабине приятную атмосферу, не мешая водителю во время управления автомобилем. Рабочее место и место для отдыха водителя облегчают его деятельность.

Кроме того, практичные багажники, улучшенного качества занавески, прочные покрытия сидений и кушеток и более объемный холодильник способствуют повышению уровня комфорта во время движения и отдыха.

Новые кабины были впервые представлены на международной автомобильной выставке в Амстердаме в октябре 2007 г.

Высокое качество полностью обновленного интерьера кабин устанавливает новые стандарты в области эргономики и дизайна.

(По материалам журн. "Transport Routier". — 2007. — № 7—8. ***Б. И. Буров****)*

Реалии и тенденции развития Российского автомобилестроения

(Окончание. Начало см. журн. "Грузовик &". 2007. № 11)

Конференция "Двигатели для российских автомобилей"

В работе конференции приняло участие рекордное за всю историю этого мероприятия число участников — свыше 150 ведущих отечественных и зарубежных специалистов. Было заслушано свыше 20 докладов и сообщений о современном состоянии и тенденциях развития отечественного и зарубежного моторостроения. Доклады были сгруппированы по трем сессиям.

Особенности развития корпоративных моторных бизнес-структур. В работе конференции приняли участие ведущие отечественные корпоративные производители автомобильных силовых агрегатов, в том числе ОАО "АВТОВАЗ", ОАО "КАМАЗ", Дивизион "Силовые агрегаты группы "ГАЗ", ОАО "УМЗ".

Информационное сообщение "Перспективы двигателей Ючай на российском рынке" было представлено ТОР-менеджерами ООО "Ючай Моторс" (КНР) в Москве.

В презентационном докладе представителя ОАО "АВТОВАЗ" "Новому поколению ВАЗовских автомобилей — новые двигатели. Интеграция в мировое двигателестроение" подробно представлены в концепции развития конструкции и технологии производства перспективных двигателей для автомобилей семейства ВАЗ. Основные аспекты концепции следующие.

1. Введение в странах экспорта и в России более жестких норм по токсичности, а также требований по ограничению расхода топлива (выбросы CO_2), растущая конкуренция с импортными автомобилями на российском рынке ставят задачу освоения производства российских легковых автомобилей, оснащенных двигателями прогрессивных конструкций, в том числе дизелями.

2. Концепция развития производства двигателей ВАЗ основана на собственной разработке нового семейства бензиновых двигателей и дизелей.

3. Предлагается поэтапное освоение семейства двигателей.

Освоение в действующем моторном производстве:

— модернизированных четырех- и двухклапанных бензиновых двигателей с межцилиндровым расстоянием 89 мм, рассчитанных на программу 660 тыс. в год;

— освоение с 2009 г. модифицированного шестнадцатиклапанного двигателя (1,6 л. с.) с модулем впуска высокой интеграции и системой Е-газ для автомобилей ВАЗ-2116.

По первому этапу создания нового производства двигателей $A = 89$ мм: освоение с 2010 г. шестнадцатиклапанных двигателей (1,8 л MPI и 1,8 л CBR) на базе контракта с фирмой AVL для автомобилей ВАЗ-2116, рассчитанных на программу 110 тыс. шт. в год.

По второму этапу создание нового производства двигателей $A = 89$ мм: освоение с 2011 г. семейства двигателей на базе контракта с фирмой AVL 1,4, 1,6, 1,8, 2,0 л MPI и CBR для переднеприводных и полноприводных автомобилей, рассчитанных на программу 220 тыс. двигателей в год.

4. Провести в рамках НИОКР разработку двигателей нового поколения для третьего этапа нового производства, в том числе бензиновых двигателей малого рабочего объема, бензиновых двигателей с непосредственным впрыском, турбодизели с непосредственным впрыском топлива, двигателей с искровым зажиганием и системой "газ—бензин".

5. К разработке двигателей нового семейства подключить инжиниринговую фирму по двигателям (процесс CBR, непосредственный впрыск бензина, турбодизелей с непосредственным впрыском топлива), фирмы-поставщики по основным компонентам и комплектующим изделиям.

6. Для реализации концепции требуется высокопроизводительное переналаживаемое специальное оборудование для обработки базовых деталей двигателей.

7. Опытно-конструкторские работы по новому семейству двигателей должны быть выполнены в рамках единого проекта с тем, чтобы обеспечить для заказа оборудования наличие конструкторской документации на все

варианты базовых деталей двигателей собственного производства.

8. Для реализации принципов параллельного инжиниринга в соответствии с рекомендациями фирмы "AVL" от 14—15 марта 2007 г. принята прогрессивная система разработки чертежей, в соответствии с которой будут выполнены чертежи на базовые детали двигателя.

9. Новое семейство двигателей ОАО "АВТОВАЗ" требует освоения производства новых компонентов у предприятий-смежников. Среди них шатунно-поршневой комплект; клапанный механизм; детали уплотнений прогрессивного уровня; топливная аппаратура дизелей; турбокомпрессоры и другие компоненты.

10. Требуется финансирование из государственного бюджета 50—60 % затрат по проекту развития моторного производства для легковых автомобилей ОАО "АВТОВАЗ".

По мнению специалистов ОАО "АВТОВАЗ" представленная стратегия развития собственных двигателей имеет неоспоримые преимущества по сравнению с созданием лицензионных двигателей или их закупкой за рубежом (табл. 1).

Развитие и проблемы подотрасли моторных автокомпонентов и автоэлектроники. На конференции значительное число отечественных и зарубежных докладов было посвящено проблемам специфических моторных компонентов, разработка, производство и поставка которых становятся объектами растущей деловой активности в России.

Ряд выступлений касался сложных элементов моторной автоэлектроники, которая сейчас во многом определяет как параметры динами-

Таблица 1

Наименование	Варианты стратегий		
	Освоение двигателей собственной разработки с участием партнеров по инжинирингу	Освоение лицензионных двигателей (например, двигатели GM, RENAULT)	Закупка двигателей (например двигатели GM, Hyundai, Peugeot)
Аспекты стратегии	— Разработка двигателей с участием партнеров (по двигателю и компонентам) — Производство лицензированных компонентов в России	Начальный этап — импорт, затем полная раздеталировка узлов, в итоге 30—60 % компонентов в России	Импорт
Преимущества	— Неограниченный выход на рынок — Характеристики продукции оптимизированы по отношению к местным условиям — Оптимальные капиталовложения — Возможна адаптация к будущим требованиям — Производство оптимизировано по отношению к местным условиям	— Малый риск — Относительно быстрый выход на рынок (24 мес.)	Относительно быстрый выход на рынок (24 мес.)
Недостатки	— Средний риск — Больше времени для выхода на рынок (36 мес.)	— Ограничения по расширению рынка — Характеристики не согласованы с местными условиями — Неиспользование новейшей технологии — Большие инвестиции — Ограниченная и дорогостоящая адаптация к перспективным требованиям — Производство не оптимизировано по отношению к местным экономическим условиям — Негибкое производство	— Большие затраты на закупку — Повышение себестоимости автомобиля — Ограничения по расширению рынка — Характеристики не согласованы с местными условиями — Ограниченная и дорогостояшая адаптация к перспективным требованиям — Отсутствие собственного производства, зависимость от поставщика-монополиста

ки и топливной экономичности двигателей, так и их экологические характеристики.

Отечественные производители автокомпонентов были представлены на конференции докладами представителей ОАО "КАМАЗ", ОАО " Автрамат", ГНЦТ ФГУП "НАМИ", ОАО "ЯЗДА", НИИ и УЦ диагностики и технологий ремонта АТС. В частности, в представленном специалистами ОАО "ЯЗДА", входящего в Дивизион "Силовые агрегаты" Группы "ГАЗ", докладе "В ЕВРО-4 с новым поколением топливной аппаратуры", были рассмотрены перспективные НИОКР, выполненные в Инженерно-конструкторском центре. Среди них:

— разработанная конструкторская документация на опытные образцы аккумуляторной топливной системы (АТС) 1-й серии для двигателей ЯМЗ-536 и ММЗ-245.9Е3, изготовленные опытные образцы АТС 1-й серии, включая макетный образец системы управления;

— выполненный первый этап стендовых испытаний топливного насоса, форсунок и аккумулятора в диапазоне давлений 30,0—150,0 МПа;

— разработанные два силовых блока управления давлением в аккумуляторе, подачей ТНВД и быстродействующими клапанами, которые будут объединены в один многослойный управляющий блок;

— разработанная конструкторская документация на опытные образцы аккумуляторной топливной системы (АТС) для двигателей ЯМЗ 650 и 658, изготовленные опытные образцы АТС 1-й серии.

Одновременно разрабатываются алгоритмы, управляющие нагрузочно-скоростными режимами, моментом начала впрыска, пуска, настройки внешней скоростной характеристики, алгоритмы согласования МК внутри ЭБУ.

Для обеспечения испытаний АТС приобретен и введен в эксплуатацию специализированный исследовательский стенд фирмы EFS (Франция). Данный испытательный стенд позволяет определить количество впрыскиваемого топлива с точностью 0,01 мм^3, а временные (фазовые) координаты впрыска — с точностью 0,1 мс (0,2°). Автоматическое распознавание впрыска происходит при величине подаваемого топлива более 1 мм^3.

Работы по созданию АТС ведутся в сотрудничестве с отечественными предприятиями приборостроения, электроники, институтами программных систем РАН, ГНЦ ФГУП НАМИ, ЗАО "ЦК МФПГ "Аэрокосмическое оборудование" и другими, по комплектующим для ЭБУ — с фирмой "Сименс".

Комплексное обеспечение экологических требований к двигателям и автомобилям. В свете принятого в 2005 г. Федерального закона "О ратификации Киотского протокола и рамочной конвенции ООН об изменении климата" весьма актуальными были доклады, посвященные различным аспектам обеспечения европейских экологических норм отечественными автотранспортными средствами, а также альтернативным видам топлив. Среди них ВНИИНП, Российская биотопливная ассоциация, фирма "Роберт Бош" (Германия), компания "Yohnson Mattey", Владимирский государственный университет, ООО "Химмотология". В частности, доклад представителей фирмы "Роберт Бош" на тему "Перспективы применения сжатого природного газа: стратегия и техника" касался всесторонней оценки технических, экономических и экологических аспектов широкого использования природного газа вместо других ископаемых видов топлива на основе нефти (бензин и дизельное топливо), а также регенеративных видов топлива (биогенное, биодизельное и водород). Докладчик отметил, что природный газ как топливо для двигателей внутреннего сгорания имеет очень высокий потенциал для снижения выбросов CO_2. Большинство автомобилей на природном газе уже сегодня выполняют целевое значение (140 г CO_2/км), предусмотренное для 2008 г. в Самообязательстве ACEA. Кроме того, двигатель на природном газе может эксплуатироваться также на метане, получаемом из биомассы. Тем самым он доступен в течение более длительного времени и одновременно выполняется дальнейшее снижение глобальных выбросов CO_2. В свете этого потенциала фирма приняла решение о дальнейшей разработке применяемых уже сегодня на автомобилях с двигателями, работающими на природном газе, контроллеров и форсунок. Наряду с полностью интегрированной концепцией контроллеров, выполняющих требования EOBD, и новым поколением форсунок NG12 клиентам предлагаются также соответствующие датчики давления и температуры. Если этот усовершенствованный пакет компонентов будет применен в концепции двигателя, которая была специально оптимизирована для природного газа как топлива, то может быть достигнуто снижение выбросов CO_2 до 35 % по сравнению с бензиновым двигателем. Фирма доказала этот потенциал в исследовании, проведенном при сотрудничестве с фирмой "Опель". В новом Европейском ездовом цикле (NEDC) на двигателе рабочим объемом 1 л, работающем на природном газе с турбонаддувом, было подтверждено преимущество снижения выбросов CO_2 до 33 % и выбросов NO_x на стационарном режиме с частичной нагрузкой до 50 % по отношению к бензиновому двигателю рабочим объемом 1,4 л. При этом в ездовом цикле уровень выбросов других вредных веществ находился значительно ниже предельных величин по нормам Евро-4.

Для возможности освоения этого потенциала природного газа в повседневном применении из-за еще неразвитой инфраструктуры используются двухтопливные автомобили Bifuel (эксплуатация по желанию на бензине или природном газе). Дополнительные расходы для таких двухтопливных автомобилей, выпускаемых серийно, вполне обозримы и сегодня находятся на уровне от 1000 до 3000 € по сравнению с бензиновым автомобилем. Так как цена на это топливо в

Германии примерно на 50 % ниже цен на бензин, то эта надбавка к цене в зависимости от пробега может быть амортизирована уже через 1—2 года.

Несмотря на потенциал этих автомобилей по отношению к токсичности и экономическую привлекательность, они сегодня еще не находят широкого одобрения у потребителя. Для возможности достижения в среднесрочной перспективе желаемого Европейским Сообществом более широкого проникновения их на рынок необходимо ускорить дальнейшее развитие инфраструктуры, увеличить дальность поездки автомобилей и расширить предложение на привлекательные выпускаемые серийно автомобили на природном газе. Фирма "Роберт Бош" оказывает поддержку производителям при разработке большой мощности и высокой надежности автомобилей, работающих на природном газе, предоставляя компоненты, пригодные для использования на автомобиле. В долгосрочной перспективе при этом предоставляется возможность иметь важный опыт по газообразным видам топлива применительно к технологии производства водорода.

Зарубежные фирмы также выступили с интересным докладом по перспективным разработкам. Среди них "Роберт Бош" ("Современный двигатель: управление, ЕОВД"), ООО "Палл "Евразия" (Технологии фильтрации и сепарации ПАЛЛ для автомобильной техники), фирма "Виброакустик" ("Системные решения по устранению вибраций и шумов в двигателях современных автомашин").

6-й Конгресс технологов автомобилестроения

Конгресс ставил своей целью ответить на целый комплекс вопросов, определяющих современное состояние и перспективы развития технологий отечественного автомобилестроения после пяти лет реализации "Концепции развития автомобильной промышленности России на период до 2010 года". В том числе следующие. Какова "архитектура" технологии автомобилестроения? Как развивается технологическая наука и практика? Каковы конкретные приоритетные направления современной технологии и использования материалов в области автомобилестроения? Насколько эффективны процессы интеграции производителей и потребителей технологического оборудования, материалов и инструментов в мировое автомобиле- и машиностроение? Каковы пути технологического обеспечения качества в сферах производства и управления производителями и поставщиками автомобильной отрасли?

В работе конгресса приняли участие более 80 ведущих отечественных и зарубежных специалистов автопрома и смежных отраслей; было представлено свыше 15 докладов и сообщений о современном состоянии и тенденциях развития технологий и материалов для автомобильной промышленности.

Среди участников конгресса с российской стороны: Ассоциация "Станкоинструмент", ЗАО "Тралекс", ОАО "АВТОВАЗ", ГНЦ ФГУП "НАМИ", ОАО "НИИТавтопром", ЗАО "Политег-холдинг" и другие. Доклады представили ООО "РУСХЕНК" (Россия-Германия), ООО "МЭЗСервис" (Чешская Республика), фирма "Скансоник" (Германия), ЗАО "АДВ-инжиниринг".

В рамках конгресса работали три сессии: "Технологическая политика бизнеса в сфере автомобилестроения", "Использование новых инструментов и материалов в производстве АТС и автокомпонентов" и "Современные технологические методы производства АТС, станки и оборудование". В ходе секционных заседаний состоялись деловые дискуссии и обмен мнениями по актуальным научно-практическим и организационным проблемам создания, освоения и применения современных технологий, оборудования, материалов и инструментов, обеспечивающих резкое сокращение сроков создания новых конкурентоспособных автотранспортных средств и автокомпонентов, снижение технологической трудоемкости, их высокие технико-экономические показатели.

Сессия "Технологическая политика бизнеса в сфере автомобилестроения" открывалась докладом головной организации отрасли ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ" "Технологии промышленной политики и перспективы отечественного автопрома". Акцент в докладе сделан на роль государства в финансировании НИОКР, прежде всего в развитых странах Западной Европы, США, Японии, Ю. Корее. Предложены меры государственной поддержки отечественного автопрома. Среди них:

— обеспечение развития существующих и стимулирование создания новых исследовательских центров для интенсификации работ по проведению НИОКР. Насущной задачей является создание на базе ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ" национального научно-исследовательского, испытательного и сертификационного центра автомобилестроения, интегрированного в ме-

ждународную систему сертификации колесных транспортных средств и ГСМ. Национальный центр должен осуществлять координацию работ по НИОКР в автомобильной промышленности и смежных отраслях с учетом разработки и коммерциализации базовых технологий, в том числе двойного назначения;

— создание как минимум трех национальных компаний по производству легковых, грузовых автомобилей и автобусов. Мощность производства — до 200 тыс. грузовых автомобилей, базовых шасси и автобусов, до 2,5 млн шт. в год легковых автомобилей различных классов. По меньшей мере, одну крупную национальную компанию с сопутствующими производствами целесообразно разместить на Востоке страны, вплоть до Дальневосточного региона:

— осуществление применения финансовых инструментов вплоть до девальвации рубля, обеспечения государственных гарантий кредитов, низкой учетной ставки, прямого бюджетного финансирования воспроизводства кадров квалифицированных рабочих, инженеров, технологов, исследователей, ученых, управленцев и др.

Традиционный участник конгресса Ассоциация "Станкоинструмент" представила доклад "Использование потенциала отечественного станкостроения для технического перевооружения предприятий автомобилестроения". В докладе отмечалось, что вторая половина 2007 г. характеризовалась событиями, которые должны существенно повлиять на развитие отечественного станкостроения. 20 июля с. г. состоялось заседание Правительственной комиссии под руководством первого заместителя Председателя Правительства РФ С. Б. Иванова по вопросам развития промышленности, технологий и транспорта, на котором рассматривались вопросы развития станкоинструментальной промышленности России. 27 июля с. г. прошла встреча станкостроителей с С. Б. Ивановым на Ивановском заводе тяжелых станков. По результатам встречи и заседания Правительственной комиссии было принято решение о создании рабочей группы по разработке первоочередных мероприятий по развитию станкоинструментальной промышленности. До конца года рабочая группа, в которую входят представители заинтересованных министерств, представители потребителей станочной продукции, производители станков, финансовые и научные круги, завершит разработку предложений, которые будут переданы в Правительство для принятия решений по поддержке станкостроения России.

Ассоциация "Станкоинструмент" представила инновационные разработки ведущих отечественных станкостроительных и инструментальных заводов применительно к специфике автостроения. Предложен широкий спектр новейшего автоматизированного оборудования и инструмента, полностью соответствующих современным тенденциям развития процессов обработки металлов.

На выставке "Технофорум'2007", прошедшей в мае с. г., впервые за последние годы состоялась встреча представителей Ассоциации "Станкоинструмент" с представителями ОАО "АВТОВАЗ". Представители ОАО "АВТОВАЗ" передали станкостроителям предложения по оборудованию для производства автомобилей. В результате станкостроительные заводы разработали технико-коммерческие предложения на соответствующее оборудование, что позволит снизить импорт аналогичного станочного оборудованиям или отказаться от него.

Ассоциация "Станкоинструмент" с большим вниманием относится ко всем изменениям в производстве автомобильных комплектующих, отслеживая тенденции в развитии автомобильных технологий в мире. Для этого формируются делегации станкостроителей на крупнейшие международные выставки, организуется посещение конференций, изучается специальная литература, посвященная этим же проблемам. Станкостроители с тревогой наблюдают за происходящими сегодня процессами в автомобилестроении, ведущими к "отверточному производству" автомобилей в стране, и считают такую политику ошибочной. Вместе с тем, они продолжают развитие производства новейшего оборудования, надеясь, что оно найдет применение в производстве автомобилей в России. В заключение докладчик подчеркнул, что отечественное станкостроение может сегодня поставлять высококачественное технологическое оборудование, обеспечивая заданную точность, производительность, высокие экономические показатели, высокую гибкость, а также современный сервис.

Региональная проблема утилизации была всесторонне рассмотрена в докладе руководителя ЗАО "ТРАЛЕКС" на тему: "Проблемы утилизации автомобилей и существующие технологии утилизации автокомпонентов. Перспективы развития авторециклинга в Москве".

Актуальность проведения работ в этой сфере докладчик проиллюстрировал на примере автопарка в Москве (табл. 2).

Исходные данные для табл. 2.

Подлежат утилизации (автомобили) — 50 000 единиц/год.

Состоит на учете в ГИБДД Москвы — 3 500 000 автомобилей

Эксплуатируются из других регионов — 1 000 000 автомобилей (включая Московскую область).

Ежегодно автопарк дает городу около 32 тыс. т резиносодержащих отходов, 90 тыс. т металлолома, 45,5 тыс. т мусора. От текущей деятельности автотранспортных средств в год образуется 8 тыс. т свинцово-кислотных аккумуляторов, 2,5 тыс. т технических жидкостей, 10 тыс. т технических масел, 1 тыс. т масляных фильтров.

Таблица 2

Наименование отходов	Отходы в 1 легковом автомобиле, кг	Отходы в 50 000 легковых автомобилей, тыс. т
Черный металлолом	800—1000	40—50
Цветной лом	100—120	5—6
Резина	50—60	2,5—3,0
Свинцовый лом	10—15	0,5—0,75
Автомасла, технические жидкости	20—25	1,0—1,25
Пластмассы и полимеры	20—25	1,0—1,75
Прочие отходы	10—15	0,5—0,75

В докладе подробно рассмотрены современные технологии и оборудование для переработки и утилизации отходов. Дан критический анализ законодательному и организационному обеспечению процесса авторециклинга в Москве начиная с 1999 г. В заключение докладчик предложил комплекс мер по кардинальному решению проблемы вывода с территории города и последующей утилизации "брошенных и разукомплектованных транспортных средств" (БРТС) на основе Общегородской системы "Авторециклинг".

На сессии "Использование новых инструментов и материалов в производстве АТС и автокомпонентов" приоритет был отдан разработкам и технологиям, созданным специалистами ОАО "АВТОВАЗ" и рядом зарубежных компаний.

ТОР-менеджерами ОАО "АВТОВАЗ" был представлен проект технического перевооружения инструментального производства. В частности, были озвучены основные параметры проекта.

Объем выпуска по проекту инструментария рассчитан на годовую программу завода со следующими показателями:

Выпуск на главном конвейере	770 000 автомобилей
Выпуск сборочными заводами	269 260 автокомплектов
Выпуск запасных частей	74 428 автокомплектов
ВСЕГО	1 112 008 автокомплектов

Подготовка производства новых базовых моделей должна осуществиться за три года вместо 10 лет.

В проекте учтено изменение номенклатуры инструментального производства в связи с изменением технологии и конструкции автомобилей (имеющиеся мощности инструментального производства реализованы проектом 1984 г., который предусматривал инструментальное обеспечение выпуска 730,0 тыс. автомобилей "Классика").

Инструментальное обеспечение переднеприводных автомобилей более сложное. Нормы списания инструментария на один автокомплект для автомобилей типа ВАЗ-2110 выше в 2 раза, чем автомобилей классической компоновки.

Общий объем выпуска инструментария в сопоставимых ценах по состоянию на 01.01.2006 г.:

— по проекту техперевооружения 1 054 434,0 тыс. руб.;

— планируемый прирост выпуска продукции 52 %.

Освоение первого этапа проекта позволило частично увеличить выпуск мерительной оснастки, штампового инструмента, сложной специальной оснастки и отказаться от работы во внеурочное время на некоторых "узких" участках производства.

Задачи очередного этапа реализации проекта:

1. Завершение перевооружения технологии мерительного инструмента позволит сократить дефицит мерителя на рабочих местах производств ВАЗа. Кроме этого, решится вопрос изготовления мерительного инструмента, необходимого для подготовки производства новых автомобилей (только для автомобиля ВАЗ-2110 было изготовлено 8456 позиций мерительной оснастки при помощи инструментального производства 3000 позиций/год).

2. Перевооружение формообразующих операций производства зуборезного инструмента, что позволит повысить качество зуборезного инструмента и, как следствие, улучшить эксплуатационные свойства коробок передач автомобилей ВАЗ.

3. Перевооружение изготовления режущего инструмента для оснащения производства двигателей и приводных механизмов, в первую очередь обрабатывающих центров.

4. Завершение создания центра упрочняющих технологий. Это связано с комплектованием оборудованием для внекамерной подготовки поверхности и оборудованием для организации повторного покрытия на имеющихся мощностях.

Проблемам обеспечения технологического качества автомобильных деталей, внедрения ряда инновационных технологий и материалов были посвящены выступления пред-

ставителей ряда головных научных организаций: "Использование технологий быстрого прототипирования в автомобилестроении" (Н. А. Сальников, ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ"), "Прецизионные технологии и специальные станки — автоматы для хонингования ответственных деталей автомобилестроения (А. К. Васильев, ОАО "НИИТавтопром"), "Опыт разработок в области экологичных технологий механической обработки без применения или с ограниченным применением смазочно-охлаждающих жидкостей" (В. И. Карцев, ОАО "НИИТавтопром"), "Прогрессивные технологии, оборудование и материалы для порошковой окраски изделий автомобилестроения" (А. Г. Ванюков, ЗАО "Политех холдинг").

Мнения зарубежных разработчиков и производителей оборудования, инструмента и материалов в своих выступлениях изложили представители ряда зарубежных и совместных фирм: "HENKEL TECHNOLOGIES", Германия ("Инновационные продукты, технология и материалы для российского автомобилестроения"), ЗАО "АДВ-инжиниринг" — дистрибьютор компании ATLAS COPCO, Швеция ("Интеллектуальные гайковерты в сборочном производстве"), фирма "Скансоник", Германия ("Системы наведения на стык для сварки и пайки"), ООО "МЭЗСервис", Чешская Республика ("Испытательные стенды для транспортных средств и моторов").

* * *

Результаты работы мероприятий Деловой программы показали, что российское автомобилестроение имеет хорошие перспективы дальнейшего развития. Были представлены мнения ведущих отечественных и западных специалистов по ключевым вопросам, влияющих на развитие, инвестиционный климат и регулирование автомобильной промышленности России. Существенно повысилось внимание к проблемам российского автопрома со стороны государственных и региональных органов управления.

Форум, конференция и конгресс способствовали объединению усилий представителей государственной власти и бизнесменов, ученых и инвесторов, промышленников и предпринимателей в формировании цивилизованной бизнес-среды, способствующей выработке согласованных решений в области экономического, технического сотрудничества и дальнейшего развития автомобильного рынка в России.

Многие из предложенных мер рекомендовано учесть в рамках дополнительной практической реализации приоритетных задач на среднесрочную и долгосрочную перспективу по устойчивому развитию автомобильной промышленности РФ и ее интеграции в мировую экономику.

Е. С. Добринский
(Академия проблем качества РФ),
В. А. Сеин *(ОАО "АСМ-холдинг")*

НОВАЯ СЕРИЯ АВТОМОБИЛЕЙ IVECO TRAKKER ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Рисунок см. на 3-й полосе обложки

Итальянская фирма Iveco выпускает серию грузовых автомобилей Trakker с 2004 г. Эта серия включает двух-, трех- и четырехосные автомобили для всех видов строительных и ремонтных работ в условиях бездорожья.

В 2007 г. фирма представила обновленную серию автомобилей Trakker, в которой главное внимание уделено вопросам экологической безопасности, активной и пассивной безопасности движения, экономии топливо-смазочных материалов. Новые модели отличаются от предыдущих большей легкостью управления, комфортом вождения, большей мощностью двигателей и меньшим расходом топлива.

На автомобилях устанавливаются шестицилиндровые двигатели по нормам Евро-5 (по заказу Евро-4) мощностью 310—500 л. с., отвечающие самым последним экологическим требованиям. Хорошо отрегулированные элементы кинематической цепи, в частности коробка передач и ведущие мосты, обеспечивают еще большую экономию топлива.

Простои из-за технического обслуживания и ремонта значительно уменьшены благодаря увеличению интервалов периодической замены моторного масла — до одного года и установки бортовой системы "Onboard" быстрого и точного диагностирования отказов узлов и агрегатов автомобиля. Расход топлива на новых автомобилях снижен на 2—3 % по сравнению с автомобилями с двигателем, сертифицированным по нормам Евро-3.

(Продолжение см. на с. 60)

60 лет назад, 7 ноября 1947 г., первые 5 автосамосвалов МАЗ-205, прошедшие по улицам еще лежавшего в руинах Минска, вместе с выпущенными до конца года 18 МАЗами возвестили о рождении белорусского автомобилестроения. А спустя всего несколько лет его первенец — Минский автомобильный — дал жизнь целому ряду предприятий вновь рожденной отрасли экономики республики — автомобильным и автоагрегатным заводам. Сегодня Беларусь — один из крупнейших в Европе производителей большегрузной автомобильной техники, признанный изготовитель автобусов и троллейбусов, мотовелотехники и различных автокомпонентов.

Это интервью, которое любезно согласился дать журналу член его редакционного совета, заместитель министра промышленности Республики Беларусь, курирующий ее автомобильную отрасль, Валентин Аркадьевич ГУРИНОВИЧ, о вчерашнем, сегодняшнем и завтрашнем днях белорусского автомобилестроения.

Ставшие символом республики

Белорусскому автомобилестроению — 60 лет

Интервью с заместителем министра промышленности Республики Беларусь ***В. А. Гуриновичем***
руководителя корпункта журнала в Республике Беларусь ***Я. Е. Карповского***

— Возглавив в январе 1996 г. Минский автозавод и созданное на его базе производственное объединение "БелавтоМАЗ", Вы были первым из директоров МАЗа моложе по возрасту самого предприятия. Но тем не менее почти четыре десятилетия его истории прошли на Ваших глазах, из которых 35 лет, если отбросить годы учебы в созданном при предприятии автомеханическом техникуме, — при Вашем непосредственном участии. И сегодня на высоком посту заместителя министра Вы активно способствуете развитию белорусского автомобилестроения на современном техническом уровне. Поэтому Ваш взгляд на его становление и перспективы развития весьма интересен. И первый вопрос: как оцениваете Вы сам факт рождения белорусского автомобилестроения?

— Рождение новой отрасли экономики — всегда событие, а такой, как автомобилестроение, концентрирующей в себе новейшие технические достижения машиностроения, — особое. Его создание в республике, понесшей неоценимые потери в Великой Отечественной войне, имело огромное значение для восстановления и дальнейшего развития ее экономики, страны в целом. Создание же завода-первенца белорусского автомобилестроения в столь короткие сроки было поистине подвигом поколения.

И действительно, всего за 3 года и 3 месяца, отделяющие 9 августа 1944 г. — день принятия постановления Государственного Комитета Обороны об организации в Минске автосборочного завода — предшественника нынешнего МАЗа, от 7 ноября 1947 г. — дня рождения первых минских автомобилей, было сделано, казалось бы, невозможное. За это время еще строящееся предприятие собрало из поставляемых по ленд-лизу машинокомплектов свыше 18 тыс. автомобилей, из которых более 5 тыс., отправленных в действующую армию, помогали приближать долгожданный День Победы, освоило выпуск первых автомобильных прицепов, производство стального и чугунного литья, изготовление первых узлов автомобилей, позволивших начать их сборку.

— В чем секрет столь быстрого становления предприятия?

— Он, прежде всего, в самом активном участии всей страны в его сооружении и организации производства первых автомобилей.

Предприятию, создаваемому в трудные послевоенные годы, страна отдавала все, что могла. Наглядное подтверждение тому — представленный в музее истории МАЗа документ, сам ставший уже историей, — постановление Совета Министров СССР от 9 июля 1946 г. "О мероприятиях по обеспечению строитель-

В цехе сборки автомобилей Минского автомобильного завода. 1951 г.

Эшелон с МАЗами, прибывшими на строительство Куйбышевской ГЭС. 1951 г.

ства Минского автомобильного завода Министерства автомобильной промышленности СССР".

Вчитываешься в строки этого документа и убеждаешься: завод в Минске действительно был Всесоюзной стройкой. Возложив его строительство на Министерство автомобильной промышленности, правительство обязало выполнить все необходимое для обеспечения своевременного пуска завода в эксплуатацию чуть ли не все союзные и союзно-республиканские министерства и, конечно, правительство республики. Постановление детально определяло, кто и что должен поставлять на стройку — от металлоконструкций, выпускаемых предприятиями Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии, до фуража, выделяемого Министерством заготовок для конского поголовья, занятого, учитывая нехватку автотранспорта, на строительстве завода. Трудности первого послевоенного года, усугубленные невиданной засухой, вынуждали четко нормировать все и вся, и постановлением правительства определялись и ежедневные нормы выдачи кормов для занятых на строительстве завода лошадей: по 4 кг овса — для битюгов, по 3 кг — для остальных, по 10 кг сена — на каждую "лошадиную силу", и ежеквартальные объемы поставок из Донбасса по 200 т алебастра на строительство завода в Минске. Обеспечение же строящегося предприятия лесоматериалами и рабочей силой возлагалось на правительство республики.

Мобилизация всех материальных и людских ресурсов сделала свое дело. В конце 1948 г. строительство первой очереди предприятия было завершено. Это означало, что самый молодой в стране автозавод вступил в строй действующих.

Первые самосвалы Минского автозавода. Справа налево: МАЗ-205 (1947 г.), МАЗ-525 (1950 г.), МАЗ-530 (1957 г.)

— Для любого предприятия, безусловно, важно, чтобы, прежде чем заработают его цехи, ожил его "мозговой центр" — конструкторские службы. Как создавались они на МАЗе, как Минский автомобильный помогал другим предприятиям в их становлении?

— В ноябре 1945 г., почти за 3 года до того как государственная комиссия подписала акт о завершении строительства первой очереди предприятия, за 2 года до начала сборки первых автомобилей, на заводе появился главный конструктор. И хотя на первых порах минчанам предстояло ставить на производство лишь самосвал, конструкция которого уже была разработана на заводе в Ярославле, работ по ее доводке было немало. Для постановки машины на производство и организации на МАЗе собственной конструкторской службы и был направлен из Ярославля в Минск Г. М. Кокин, возглавлявший до того конструкторскую службу ЯАЗа. Под его руководством была разработана техника, осваивать которую теперь предстояло и ярославцам, и минчанам. А весной 1949 г. главному конструктору Г. М. Кокину, главному инженеру Б. В. Обухову и главному технологу М. Ю. Кане вместе с группой специалистов ЯАЗа за разработку и постановку на производство новых отечественных грузовых дизельных автомобилей была присуждена Государственная премия СССР.

В 1949 г. свою судьбу с МАЗом связал еще один из ведущих конструкторов российского автопрома Б. Л. Шапошник, бывший в предвоенные годы главным конструктором ЗИСа, а в годы войны — УАЗа. Назначенный главным конструктором созданного на МАЗе конструкторского бюро объекта (КБО), а затем специального конструкторского бюро № 1 (СКБ-1), он возглавил работы по созданию первых в стране 25-тонных самосвалов и не имеющих аналогов многоосных полноприводных колесных тягачей и шасси для обороны и народного хозяйства. Пройдут годы, и заслуги главного конструктора, при жизни ставшего легендой, будут отмечены присвоением ему званий Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Государственной премий СССР, ученой степени доктора технических наук.

Минский автомобильный, получавший в пору своего становления щедрую помощь в создании конструкторских служб, не остался в долгу. Когда Ярославский автозавод, исходя из требований специализации, изменил свой профиль и стал моторным, помощь, оказанная ему минчанами, пришлась как нельзя кстати. Воспитанник МАЗа, занимавшийся в СКБ-1 разработкой двигателей для создаваемых на предприятии колесных тягачей и шасси, Г. Д. Чернышев, направленный в Ярославль, стал главным конструктором Ярославского моторного завода — преемника ЯАЗа.

1000-й МАЗ-525, собранный на БелАЗе. 1960 г.

Специалисты МАЗа возглавляли конструкторские службы и на вновь создаваемых автомобильных заводах. Первыми главными конструкторами БелАЗа и МоАЗа были прошедшие хорошую школу на заводе в Минске З. Л. Сироткин и Н. А. Сидоров. Воспитанником МАЗа был и первый главный конструктор по грузовым автомобилям КАМАЗа В. Н. Барун.

180-тонный самосвал БелАЗ-75215 в угольном разрезе Нерюнгри. 1989 г.

— Помощь кадрами касалась, разумеется, не только конструкторских служб?

— Безусловно. Когда только создавался Минский автозавод, рабочие кадры для него готовились в цехах заводов, выросших в стране в довоенные и военные годы. Например, ставшая первым на заводе Героем Социалистического Труда, долгие годы проработавшая бригадиром стерженщиц, Н. П. Якубович навыками своей рабочей профессии овладела на Уральском автозаводе, куда с десятками других будущих рабочих МАЗа была направлена на учебу из Минска. Но помощь эта была взаимной. Когда вступали в строй Волжский и Камский автозаводы, уже в цехах завода-первенца белорусского автомобилестроения проходили обучение будущие рабочие этих заводов.

Минские автозаводцы всегда будут признательны старейшим автозаводам страны, что они дали МАЗу его первых директоров и главных специалистов, начальников цехов и отделов. Но если первые четыре директора — И. Ф. Толкунов, Г. В. Мартиросов, В. Д. Майборода и С. М. Кишкин — были направлены на МАЗ с российских предприятий, то его пятый директор и первый генеральный директор "БелавтоМАЗа" И. М. Демин, возглавлявший предприятие почти четверть века, ставший Героем Социалистического Труда, дважды лауреатом Государственной премии СССР, пришедший на завод в год его основания, был воспитанником Минского автозавода. Его воспитанниками были и сменивший ушедшего на заслуженный отдых И. М. Демина М. Ф. Лавринович, и его преемник — мой предшественник Г. А. Исаевич. Слесарем-инструментальщиком с дипломом техника после службы в армии начинал свой путь на заводе и я, а закончив без отрыва от производства Белорусский политехнический институт, прежде чем стать генеральным директором, прошел чуть ли не все ступени служебной лестницы.

Минский автомобильный воспитывал кадры руководителей и для других заводов отрасли, причем не только Белоруссии. Директорами Белорусского и Могилевского автозаводов, Минского и Брянского заводов колесных тягачей, "Белкоммунмаша", целого ряда автоагрегатных заводов республики с успехом работали многие воспитанники МАЗа. И сегодня на постах руководителей предприятий и организаций только в столице республики трудятся бывшие минские автозаводцы: генеральным директором Объединенного института машиностроения Национальной академии наук Беларуси академик, Герой Беларуси М. С. Высоцкий, его заместителем член-корреспондент НАН Беларуси Л. Г. Красневский, генеральными директорами УП "МЗКТ" Г. А. Синеговский и "Белкоммунмаш" В. М Король. А вот генеральным директором ПО "БелавтоМАЗ" — генеральным директором РУП "МАЗ", сменившим меня на этом посту, стал воспитанник, казалось бы, среднего по величине предприятия автомобильной отрасли республики, подтвердившего свое умение готовить кадры руководителей, Н. Н. Костень, работавший генеральным директором борисовского завода "Автогидроусилитель".

— Ни одна сколько-нибудь крупная послевоенная стройка не обходилась без МАЗов. Не могли бы Вы проиллюстрировать цифрами, как росло производство выпускаемой заводом техники?

— В год, когда Минский автозавод был официально пущен в эксплуатацию, а в плане на 1948 г. впервые значился выпуск автомобилей, их было изготовлено всего 206 шт. Год спустя, когда заработал главный конвейер, завод изготовил уже 1207 автомобилей. В 1950 г. с завершением строительства второй очереди предприятия объемы производства были удвоены: МАЗ дал стране 2399 автомобилей, а год спустя — 5505. С 1951 г. завод, до того производивший лишь самосвалы МАЗ-205, приступил к выпуску бортовых автомобилей МАЗ-200. На базе последних были созданы и освоены в производстве автомобильные шасси, седельный тягач, положивший начало производству на заводе автопоездов, специальный грузовой автомобиль. Несколькими годами позже был начат выпуск лесовозов, бортовых автомобилей повышенной проходимости. В 1957 г., в год 10-летия начала производства автомобилей, предприятие перекрыло первоначальное проектное задание по выпуску в год 15 тыс. машин — их было изготовлено 15355. Завод продолжал наращивать выпуск автомобилей. 19 мая 1959 г. с главного конвейера сошел 100-тысячный МАЗ.

Крупнейшие гидротехнические стройки стороны остро нуждались в самосвальной

Могилевские автозаводцы представили на выставке в Москве, посвященной 40-летию советского автомобилестроения, самоходный скрепер Д-567. 1967 г.

технике повышенной грузоподъемности. И такая техника была создана. Ее разработка была осуществлена в конструкторском бюро объекта, организованном на МАЗе в начале 1949 г., а уже в сентябре 1950 г. завод приступил к выпуску первых в стране 25-тонных самосвалов МАЗ-525. До конца 50-х годов, когда производство их и документация на созданный в 1957 г. 40-тонный самосвал МАЗ-530 были переданы вновь созданному Белорусскому автозаводу в г. Жодино, Минский автозавод изготовил свыше 800 автосамосвалов МАЗ-525. Отправленные на стройки крупнейших в стране и за рубежом гидроэлектростанций и каналов они сыграли решающую роль в их сооружении. Рядом с ними на земляных работах трудились и одноосные тягачи, ставшие в сцепе со скреперами незаменимыми помощниками строителей. Разработанные на МАЗе они были переданы на производство на Могилевский завод подъемно-транспортного оборудования, вскоре ставший третьим в республике автомобильным заводом. Выпускались тягачи и на Курганском заводе колесных тягачей.

— Как совершенствовалась автомобильная техника, выпускаемая заводом-первенцем, другими предприятиями республики, как способствовала этому их специализация?

— Начну с последнего. Принятое 17 апреля 1958 г. постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР "О мерах по дальнейшему развитию автомобильной промышленности", взявшее курс на специализацию предприятий отрасли, во многом предопределило пути развития автомобильной промышленности республики, создало условия для быстрейшего обновления выпускаемой техники. Передача с Минского автозавода производства 25-тонных самосвалов на вновь организуемый Белорусский автозавод, а одноосных тягачей на Могилевский завод подъемно-транспортного оборудования высвободила на МАЗе производственные площади для увеличения выпуска 7—7,5-тонных грузовых автомобилей, ради которых и создавался завод. Это облегчило подготовку к серийному производству разрабатываемых СКБ-1 колесных тягачей и шасси, которые предстояло выпускать на предприятии. А реконструкция как на МАЗе, так и на вновь создаваемых заводах, ставшая неизбежной при специализации предприятий, обеспечила их переход на выпуск новой, более совершенной техники, способствовала росту ее производства.

На Минском автозаводе это были автомобили семейства МАЗ-500, впервые в отечественном автомобилестроении созданные по

Эшелон с внедорожными бортовыми автомобилями МАЗ-7310, предназначенными для предприятий нефтегазового комплекса Сибири, на железнодорожной станции "Автозаводская". 1976 г.

новой компоновочной схеме "опрокидывающаяся кабина над двигателем", и первые колесные тягачи и шасси под монтаж ракетных комплексов, на БелАЗе и МоАЗе — карьерные самосвалы и скреперы, разработанные уже их конструкторами. За технику, созданную и поставленную в те годы на производство, специалисты МАЗа и БелАЗа были отмечены Государственными премиями СССР, а МоАЗа — Государственной премией БССР. Причем последующая смена выпускаемых заводами машин происходила гораздо быстрее.

Рекордное количество лет — 18 — находилось на производстве первое семейство МАЗов. Производство же последующих четырех поколений машин — МАЗ-500, МАЗ-5335, МАЗ-6422 и МАЗ-64221 — предприятие обеспечило за 30 лет до того, как 11 марта 1997 г. с главного конвейера сошел первый двухосный

МАЗ-73101 на нефтепромыслах Тюменской области. 1989 г.

Есть миллионный МАЗ! 14 апреля 1989 г.

седельный тягач МАЗ-54421 нового семейства МАЗ-6430, и сегодня являющегося перспективным, позволяющим разрабатывать и ставить на производство его новые модели и модификации. Неуклонно рос и выпуск техники. 14 апреля 1989 г. с главного конвейера сошел миллионный МАЗ, а в канун 60-летия завода, в июле 2004 г., — 1 300 000-й автомобиль.

Темпами, которых не знал не только завод, но и отрасль, шли разработка и организация серийного выпуска изделий, изготовляемых спецпроизводством МАЗа. А секрет этого — в успешно осуществленной в первой половине 70-х годов технический реконструкции, сметная стоимость только промышленного строительства которой составила почти 1 млрд руб. Призванная обеспечить, прежде всего, создание мощностей для подготовки производства и организации выпуска новейшего по тому времени специального колесного шасси МАЗ-547А и изготовления в требуемых количествах ранее поставленного на производство автомобильного шасси МАЗ-543А, ставших ответом на вызов времени, реконструкция создала условия для освоения в дальнейшем в кратчайшие сроки всех последующих поколений разрабатываемой СКБ-1 техники. И сегодня Минский завод колесных тягачей, созданный на базе производства специальных колесных тягачей МАЗа и ставший с февраля 1991 г. самостоятельным предприятием, обеспечивает разработку и выпуск новой техники в требуемые потребителем сроки во многом благодаря тем мощностям, что были созданы за годы реконструкции.

Как бы второе свое рождение пережил после осуществленной в 70-х годах реконструкции и БелАЗ. Полученные в результате ее новые дополнительные мощности позволили предприятию — единственному в стране изготовителю автомобилей-самосвалов большой и особо большой грузоподъемности, крайне нужных при добыче полезных ископаемых открытым способом, отказаться от закупки их за рубежом.

Новые мощности, прежде всего в заготовительном производстве, связанные с пуском в эксплуатацию во второй половине 70-х — начале 80-х годов сталелитейного и термического цехов, позволили и Могилевскому автозаводу расширить производство новой техники — целого ряда моделей самоходных скреперов, полноприводных самосвалов, автопоездов для работы в подземных условиях. К сожалению, принятое в марте 1986 г. распоряжение Совета Министров СССР об осуществлении в 1987—1993 гг. расширения и реконструкции Могилевского автозавода в связи с известными событиями, происшедшими в стране в начале 90-х годов, не было реализовано в полном объеме. Но и то, что было сделано по технической реконструкции автомобильных заводов республики, позволившей расширить их мощности, создать условия для быстрой разработки и постановки на производство новой техники, подтверждает правильность взятого в конце 50-х годов курса на специализацию в автомобилестроении.

— А что представляет собой автомобильная промышленность Беларуси сегодня?

— Сегодняшний автопром Беларуси — это свыше двух десятков предприятий, составляющих независимо от их ведомственной подчиненности столь жизненно важную отрасль экономики республики. Но несомненно ведущую роль играют четыре из них — Минский, Белорусский и Могилевский автозаводы, Минский завод колесных тягачей, определяющие специализацию белорусской автопромышленности. МАЗ вместе со своими филиалами — заводом "Могилевтрансмаш" и филиалом по производству автобусов АМАЗ — специализируется на производстве автомобилей большой и средней грузоподъемности, прицепной техники и автобусов, БелАЗ и МоАЗ — на выпуске карьерных самосвалов и землеройно-транспортной техники, МЗКТ — на производстве специальных колесных тягачей и шасси и создаваемой на их базе внедорожной техники многоцелевого назначения.

Минское государственное производственное унитарное предприятие "Белкоммунмаш" все более уверенно заявляет о себе как производителе современных троллейбусов. А в производство автобусов наряду с МАЗом вносят свой вклад Гомельский авторемонтный завод и лидский завод "Неман". Изотермические кузова для МАЗов, "ГАЗелей" и "Бычков", туристские и торговые прицепы, киоски и автомагазины производит завод автомобильных прицепов и кузовов "МАЗ-Купава".

С широким спектром изделий, востребованных автомобильной промышленностью Беларуси, многими предприятиями стран Содружества, представлены на рынке автокомпонентов их производители — Минский рессорный завод и Кузнечный завод тяжелых штамповок в г. Жодино, автоагрегатные заводы в Барановичах, Осиповичах, Гродно, заводы автотракторного электрооборудования и "Автогидроусилитель" (г. Борисов) и другие предприятия.

Производство практически всех видов автомобильной техники (за исключением лишь легковых автомобилей), автокомпонентов и мотовелотехники характеризует сегодня автомобильную промышленность Беларуси. Гамма выпускаемой ею продукции — от 320-тонного БелАЗа до трехколесного детского велосипеда. И еще одна характерная особенность — высокий технический уровень изделий белорусского автопрома. Подтверждение тому — их постоянная востребованность на мировых рынках, успешное участие в международных выставках и смотрах автотехники.

— Что могли бы Вы сказать об участии в последних из них — московских международных автомобильных выставках "ИнтерАвто-2007" и "Мотор Шоу-2007"?

— Как и всегда белорусские участники показали свои новейшие разработки. Минский автозавод представил три новых образца грузовой и пассажирской техники — магистральный автопоезд в составе седельного тягача МАЗ-5440А9 и полуприцепа МАЗ-975830-3032, самосвал МАЗ-6516А8 с колесной формулой 8 × 4 и пригородный низкопольный автобус второго поколения МАЗ 226, отвечающие экологическим нормам Евро-3. Свою новинку — низкопольный троллейбус модели 42003А уже четвертого поколения с увеличенной базой, с электронной системой управления тяговым электродвигателем и автономным источником энергии на базе конденсаторных батарей, при создании которого применены многие конструктивные решения, не имеющие аналогов в мире, показало Минское государственное производственное унитарное предприятие "Белкоммунмаш". Показанные новинки вызвали большой интерес у специалистов и посетителей выставок.

— А что представляет собой техника, выпускаемая сегодня БелАЗом и МЗКТ?

— Вся выпускаемая в наши дни ПО "БелАЗ" карьерная автомобильная техника отвечает современным мировым требованиям. Это результат четкого выполнения принятой в 1998 г. новой крупномасштабной программы технической реконструкции, на реализацию которой предусматривалось свыше 277 млн долл. США. Осуществленные два ее этапа и успешно реализуемый третий заключительный этап позволили не просто ввести дополнительные мощности, а обеспечить работу на новой технической основе — с применением гибких технологий и робототехнических комплексов, различного другого оборудования с программным управлением по всем технологическим переделам, начать работы по внедрению GALS-технологий. Это позволило в 2,5—5 раз сократить сроки подготовки производства новых изделий, значительно увеличить выпуск самосвалов большой и особо большой грузоподъемности, в том числе обновленной продукции — самосвалов семейств БелАЗ-7513 и БелАЗ-7530, пользующихся повышенным спросом на рынке. Разработаны и изготовлены опытные образцы ряда новых изделий. Среди них — карьерные самосвалы БелАЗ-7555Е грузоподъемностью 60 т, БелАЗ-75171 грузоподъемностью 156—160 т, БелАЗ-75570 грузоподъемностью 90 т, БелАЗ-75600 грузоподъемностью 320 т, самосвал для подземных работ БелАЗ-75800.

Внедорожный автопоезд МЗКТ-79092-8385 — первый из автомобилей "Волат"

Четырехосный самосвал МЗКТ-75165 отличают высокая проходимость и большая (до 24, 5 т) грузоподъемность

Грузовая и пассажирская техника Минского автозавода, представлявшаяся на Московской международной автомобильной выставке "ИнтерАвто-2007", — магистральный автопоезд МАЗ-5440А9-975830-3032, самосвал МАЗ-6516А8 и пригородный автобус второго поколения МАЗ 226

Большая работа по созданию новых базовых моделей автотранспортных средств и по обеспечению производства техники, пользующейся спросом у потребителей, ведется на Минском заводе колесных тягачей. Вместе с разработкой новых изделий и производством специальной техники осуществляются разработка и организация производства внедорожной, а также полноприводной автомобильной техники дорожного (2500 мм) габарита для нужд экономики — нефтегазовой промышленности, строительства, лесопромышленности. Подтверждением высокого спроса на рынках ближнего и дальнего зарубежья на технику МЗКТ является признание предприятия победителем республиканского конкурса "Лучший экспортер 2006 года".

— А каковы планы предприятий отрасли на ближайшее будущее?

— Учитывая, что основным потребителем белорусской автотехники является Россия, планы ее изготовителей тесно увязаны с "Концепцией развития автомобильной промышленности России". Для МАЗа и других изготовителей автомобильной техники, на которую распространяются требования соблюдения экологических норм, они предусматривают уже с 2008 г. полный переход на выпуск автомобилей, соответствующих нормам Евро-3. И наши предприятия к этому готовы. С нового года вся автотехника, в том числе оснащаемая двигателями отечественных производителей, будет отвечать этим требованиям. Ведется работа по подготовке к переходу на выпуск уже в ближайшие годы автотехники, соответствующей нормам Евро-4, а затем и Евро-5.

В планах предприятий — дальнейшее расширение гаммы выпускаемой техники, удовлетворение всех возможных запросов потребителей и, конечно, постоянное повышение ее технического уровня и качества.

Более полувека назад Минский автомобильный завод на международной выставке в Копенгагене впервые демонстрировал за рубежом свой 25-тонник. Среди тех, кто проявил к нему вполне понятный интерес, был Генри Форд II. На снимке, помещенном тогда в датской газете "Политикен", автомобильный король Америки запечатлен внимательно всматривающимся в незнакомую ему заводскую эмблему. Не менее выразительным был и комментарий к снимку: "Западу, совершенно очевидно, приходится поднять свой взор на Восток".

Ставшие чуть ли не со дня своего рождения символом республики и ее визитной карточкой белорусские автомобили и сегодня, еще более мощные и надежные, заставляют мир обращать на себя свой взор.

(Начало см. с. 52)

Благодаря быстрому достижению максимального крутящего момента в широком диапазоне частоты вращения коленчатого вала управление автомобилем при движении осуществляется плавно. Уменьшение необходимого числа переключений передач способствует большей концентрации внимания водителя по повышению уровня безопасности движения.

Комфортные кабины водителя типа AD (Active Day), AT (Active Time) сконструированы на базе кабин автомобилей более легкой серии Stralis.

Фирма Iveco предлагает широкую гамму модификаций автомобилей серии Trakker, отвечающих самым строгим требованиям строительной отрасли. Например, трех- и четырехосные модели разработаны для оптимальной грузоподъемности при максимально допустимой полной массе 26 и 32 т (в соответствии с Техническими требованиями к автотранспортным средствам Швейцарии), а также для наибольшей технически допустимой полной массы 34 (трехосные автомобили) или 41 т (четырехосные).

(По материалам журн. "Transport Routier". — 2007. — № 7—8. ***Б. И. Буров)***

А. А. Шерыханов,
Мосгортранс

Новая жизнь трамваев

Трамвайный ремонтный завод (филиал ГУП "Мосгортранс") сегодня стал выполнять не только московские заказы, но и региональные. Завод выиграл тендер и заключил договор на капитально-восстановительный ремонт шести трамвайных вагонов КТМ-5 для Ярославля. Затем последовал контракт на ремонт 22 нижегородских вагонов чешского производства, после чего можно с уверенностью говорить, что ГУП "Мосгортранс" выходит на региональный рынок.

В Ярославль отправлены все шесть вагонов, которые уже перевозят пассажиров по улицам города.

Это был не просто ремонт, так как для вагонов изготовлен новый кузов, установлено тяговое оборудование, выполнена современная и комфортабельная отделка салона, заменены сиденья, полы. Внутри вагона стало уютнее и просторнее. Повышена эффективность системы отопления салона и кабины водителя, установлен статический преобразователь собственных нужд ДИП-11 — ранее его в вагоне не было. Смонтированы современные предохранители защиты электрооборудования вагонов, необслуживаемые аккумуляторные батареи и новые световые приборы. И что немаловажно, внешний вид вагона стал намного красивее.

В процессе ремонта учитывались пожелания пассажиров, водителей, кондукторов. Например, было учтено пожелание поднять сиденье для кондуктора на 15 см и предусмотреть регулировку фар трамвая.

Для Нижнего Новгорода были отремонтированы чешские вагоны TATRA-T3. В настоящее время отремонтировано и отправлено в Нижний Новгород 10 вагонов, остальные 12 будут отправлены до конца декабря этого года. Ранее завод модернизировал около сотни таких вагонов для Москвы, поэтому опыт ремонта вагонов довольно большой.

У нижегородских трамваев изменен дизайн кузова, передних и задних торцов вагонов, а также установлено новое тяговое оборудование, выполнена современная отделка салона, применено покрытие пола "Грабиол", почти полностью исключающее возможность скольжения подошвы обуви. В салоне поставлены новые консольные сиденья, отделанные антивандальным покрытием. Крепления находятся на борту, под сиденьем нет ни тумб, ни ножек, благодаря чему ногам пассажиров ничего не мешает. В таких вагонах легко производить механизированную уборку водой, кроме того, убраны практически все люки на полу, о которые пассажир может запнуться. Внешний вид новых нижегородских вагонов явно изменился в лучшую сторону, и теперь напоминает трамваи, курсирующие по улицам Чехии, Германии и других европейских стран.

Как и для ярославских вагонов, при модернизации вагонов для Нижнего Новгорода применены новый статический преобразователь ДИП-11, необслуживаемая аккумуляторная батарея и новые аппараты защиты электрооборудования.

Нижегородские вагоны TATRA отличаются от модернизированных московских внешним видом. Первое, что бросается в глаза — более современный вид переднего и заднего торцев вагонов. Возможно, такой внешний дизайн будет использоваться и на московских вагонах.

Семь миллиардов в месяц

Семь месяцев 2007 г. группа ОАО "КАМАЗ" завершила с 10-процентным перевыполнением показателей финансового и текущего планов компании по товарной продукции

В июле месячный объем выпуска и продаж впервые превысил 7-миллиардную отметку (7 млрд 364 млн руб.).

С начала года товарной продукции реализовано на 45,502 млрд руб. (+29,3 % к тому же периоду 2006 г., в сопоставимых ценах), в том числе:

— 28756 грузовых автомобилей (+27,9 %);
— 34841 двигатель и силовой агрегат (+26,1 %);
— запасных частей на сумму 5,460 млрд руб. (+24 %);
— продукции диверсификации на 5,240 млрд руб. (+36,0 %).

Кроме того, оказано услуг непромышленного характера на 2 млрд 306 млн руб.

Реализовано через дилерскую сеть и прямые поставки крупным корпоративным клиентам почти 20440 грузовых автомобилей (+21,3 % к январю—июлю 2006 г). Потребителям за пределами России отгружено около 7908 автомобилей (+39,6). Кроме того, прошли модернизацию или капитальный ремонт более 925 ранее выпущенных КАМАЗов.

За семь месяцев передано в лизинг или с рассрочкой платежа 2065 единиц основной продукции — грузовых автомобилей, автобусов и прицепной техники. Группа "КАМАЗ" реализовала с учетом лизинга 656 автобусов НЕФАЗ на базе специального шасси КАМАЗ.

Показатели работы крупнейших дочерних предприятий ОАО "КАМАЗ" единого технологического цикла за пределами Татарстана столь же устойчивы:

— ОАО "Автоприцеп-КАМАЗ" (Ставрополь) превышает результаты прошлого года по выпуску продукции на 22,6 %;
— ОАО "НЕФАЗ" (Нефтекамск) — на 33,4 %;
— ОАО "Туймазинский завод автобетоновозов" — на 72,1 %.

Отдел по связям с общественностью ОАО "КАМАЗ"

(Продолжение. Начало см. журн. "Грузовик &" 2006 г., № 8—10; 2007 г. № 1—6, 8, 10)

КОМФОРТАБЕЛЬНЫЙ АВТОБУС МАЛОГО КЛАССА "ЮНОСТЬ"

Городской автобус

Годы выпуска – 1961—1970
Выпущено автобусов 7 шт.

ЗИЛ-118

ЗИЛ-118А. Скорая помощь

ЗИЛ-118

ЗИЛ—118 — комфортабельный автобус малого класса с кузовом вагонного типа, с передним расположением силового агрегата и задними ведущими колесами. Агрегаты максимально унифицированы с агрегатами легкового автомобиля ЗИЛ-111, усиленными с учетом увеличения массы. Силовой агрегат включает двигатель ЗИЛ-130 и соединенную с ним двухступенчатую автоматическую гидромеханическую коробку передач ЗИЛ-111. Два карданных вала использованы от ЗИЛ-111. Задний мост имеет главную коническую гипоидную передачу; передаточное число — 3,54.

Передняя подвеска — независимая. Автобус ЗИЛ-118 оборудован рулевым управлением с гидроусилителем. Барабанные тормозные механизмы с внутренними колодками и гидравлическим приводом.

Одной из особенностей автобуса, обеспечивающей большое удобство при ремонтных работах, а также надежную изоляцию пассажирского салона и силового агрегата от дороги, является применение легко отделяемого подрамника, на котором смонтированы: силовой агрегат, передняя подвеска, тормозные механизмы передних колес и рулевой механизм. Подрамник крепится к основанию кузова с помощью резиновых подушек. Установлены два топливных бака общей емкостью 160 л в задней части кузова, обеспечивающие запас хода до 570 км. Интегральный кузов — применение силового каркаса с несущим основани-

ем, соединенным с наружными частями кузова. "Юность" — название, предложенное молодым художником-конструктором Т. П. Киселевой, символично отражало возраст большей части разработчиков, которые работали над созданием автобуса с большим интересом, самоотдачей, на общественных началах.

Организатором работ был Н. Ф. Гринчар — начальник производства завода. Руководил разработкой конструкции автобуса зам. главного конструктора завода В. Ф. Родионов. Эти работы были осуществлены в конце 1959 г., и через два года был построен первый автобус. С первых этапов создания ЗИЛ-118 шефство над ним взяла комсомольская организация ЗИЛа и ее лидер В. Г. Мазепа, который координировал работу молодых специалистов из различных цехов.

Высокую оценку автобус "Юность" получил на XVIII Международной автобусной неделе в городе Ницца (Франция), проходившей со 2 по 5 мая 1967 года. В Ниццу прибыли 64 автобуса всех классов из Голландии, Бельгии, Италии, Франции, ФРГ, Чехословакии, США и других стран. Водители автобуса И. Локтюшин и А. Кудрявцев выиграли ралли, завоевав 12 призов, в том числе приз Президента Французской республики — севрскую вазу, бронзовую медаль комиссариата по туризму и вымпел Инициативного туристического комитета г. Ниццы. Такого результата не удалось достигнуть ни одному отечественному автобусу.

На базе ЗИЛ-118 выпускались специализированные машины медицинской помощи ЗИЛ-118А.

Общие данные

Двухосный автобус малого класса с задним ведущим мостом, с закрытым кузовом вагонного типа на 18 мест (включая место водителя) предназначен для туристических и экскурсионных поездок и движения по дорогам с твердым покрытием 1-й и 2-й категорий.

Основные данные

Колесная формула	4 × 2
База автобуса, мм	3760
Колея передних колес, мм	1650
Колея задних колес, мм	1650
Наибольшая длина автобуса, мм	6840
Наибольшая ширина автобуса, мм	2110
Наибольшая высота автобуса, мм	2067
Дорожный просвет (нагруженный автобус), мм:	
под картером двигателя	225
по картеру заднего моста	205
по нижней кромке борта кузова	300
Минимальный радиус поворота по колее наружного переднего колеса, м	7,5

Массовые и нагрузочные данные

Масса снаряженного автобуса без пассажиров, кг	3200
Масса автобуса с полной нагрузкой, кг	4770
Нагрузка на переднюю ось, кгс	2385
Нагрузка на задний мост, кгс	2385

Двигатель

Модель	ЗИЛ-130
Тип двигателя	Бензиновый, карбюраторный, верхнеклапанный
Номинальная мощность, л. с.	150
Частота вращения при номинальной мощности, $мин^{-1}$	3200
Максимальный крутящий момент, кгс · м	41
Частота вращения при максимальном крутящем моменте, $мин^{-1}$	2000
Число и расположение цилиндров	8, V-образное
Диаметр цилиндра, мм	100
Ход поршня, мм	95
Рабочий объем, л	6
Степень сжатия	6,5
Система зажигания	Батарейная, 12 В
Подача топлива	Принудительная, диафрагменным топливным насосом

Трансмиссия

Гидротрансформатор	С коэффициентом трансформации 2,45
Коробка передач	Автоматическая, планетарная с двумя передачами переднего хода
Карданная передача	Два карданных вала с тремя шарнирами, промежуточной опорой и шлицевым соединением

Эксплуатационные данные

Объем топливных баков	2 бака общей емкостью 160 л
Объем масляной системы двигателя, л	8,5
Объем системы охлаждения, л	34
Контрольный расход топлива на 100 км по шоссе, л	26
Максимальная скорость по шоссе, км/час	120

Авторский коллектив: Н. Ф. Гринчар, В. Ф. Родионов, Б. Н. Мамаев, А. И. Овсянников, С. Н. Петрова, Г. Р. Гейликман, Е. З. Брен, В. А. Фролов, Г. И. Каюков, Е. Д. Курицына, Д. Б. Брейгин, В. Г. Мазепа, В. Е. Мочедловский, В. Н. Матюхин, Б. Д. Мельман, М. Е. Карамышева, В. К. Вахламов, О. Ю. Барановский, А. А. Чернышев, Т, П. Киселева, Э. В. Сабо, А. С. Ольшанецкий, Д. А. Каноныкин, А. П. Зигель, Я. М. Шендерович, Н. А. Алексеев, В. Д. Муравьев, Е. Д. Муравьев, А. Д. Дымшиц, Г. А. Матеров, А. А. Надь, Н. П. Харитонов, В. Г. Каханов, Л. Н. Дворецкий, М. И. Фридман, А. П. Кудрявцев, Л. Н. Федоров, В. П. Тетерина.

Учредитель
Открытое акционерное московское общество "Завод имени И. А. Лихачева" (АМО ЗИЛ)

Главный редактор
генеральный директор
Управляющей организации АМО ЗИЛ
К. В. Лаптев

Зам. главного редактора
И. А. Хороманская

Корпункты:
в Республике Беларусь
(г. Минск), Я. Е. Карповский
Тел.: (10-375-17) 238-10-33,
217-90-38
в Украине (г. Харьков),
В. Г. Дьяченко
Тел.: (8-10-380-572) 707-68-48

Журнал зарегистрирован
в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-3346 от 10 мая 2000 г.

Адрес редакции
129626, Москва, Проспект Мира, 106.
А/я 78.
Тел.: (495) 682-5789, 682-7788
E-mail: grouzovik@mashin.ru
http://www.mashin.ru

Адрес издательства
107076, Москва, Стромынский пер., 4/1
Тел.: (495) 268-3858
Факс: (495) 269-4897

Подписной индекс
по каталогу "Роспечати" 72145,
по объединенному каталогу
"Пресса России" 41302,
по каталогу "Почта России" 60262

Цена свободная

© ОАО "Издательство "Машиностроение", "Грузовик &", 2007

Перепечатка материалов из журнала "Грузовик &" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При перепечатке материалов ссылка на журнал "Грузовик &" обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика".
142110, Московская область, г. Подольск, ул. Кирова, 15. Зак. 472.

Грузовик &

Приложение № 12
к журналу "Грузовик &"

Ежемесячный научно-технический и производственный журнал

СОДЕРЖАНИЕ

12'2007 (№ 137)

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

НОВЫЕ ГОСТы, МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ, СТАНДАРТЫ ИСО и МЭК

2 С 01.04.07 вводится ГОСТ 31328—2006 (ИСО 14163:1998) "Шум. Руководство по снижению шума глушителями"

15 С 01.07.07 впервые вводится ГОСТ ИСО 362—2006 "Шум. Измерение шума, излучаемого дорожными транспортными средствами при разгоне. Технический метод"

Вводится ГОСТ 31328—2006 (ИСО 14163:1998)

"ШУМ. РУКОВОДСТВО ПО СНИЖЕНИЮ ШУМА ГЛУШИТЕЛЯМИ"

Дата введения — 2007—04—01

Область применения

В стандарте даны рекомендации по практическому выбору глушителей для ослабления шума в газообразной среде. Стандарт устанавливает акустические и эксплуатационные требования, которые должны быть согласованы между производителем или поставщиком и пользователем глушителя.

Основные принципы действия глушителей изложены в настоящем стандарте, но он не является руководством по проектированию.

Глушители применяют, кроме прочего, в следующих областях (см. приложение А к данному ГОСТу):

— для ослабления шума и предотвращения взаимного влияния источников шума в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха (ТВКВ);

— для предотвращения или ослабления передачи звука через вентиляционные отверстия между помещениями с высокими уровнями шума;

— для ослабления шума выпуска магистралей высокого давления;

— для ослабления шума впуска и выпуска двигателей внутреннего сгорания;

— для ослабления впускного и выпускного шума вентиляторов, компрессоров и турбин.

Глушители классифицируют в соответствии с их типами, эксплуатационными параметрами и областью применения.

Активные и адаптивные системы ослабления шума настоящий стандарт детально не рассматривает.

Термины, определения и обозначения

В стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями и обозначениями.

Глушитель — устройство, которое уменьшает передачу звука через канал, трубу или отверстие, не препятствуя переносу среды.

Диссипативный глушитель — глушитель, обеспечивающий широкополосное ослабление звука при относительно малых потерях давления частичным преобразованием звуковой энергии в тепловую посредством трения в пористых или волокнистых облицовках канала.

Реактивный глушитель — отражательный или резонаторный глушитель, в котором большая часть ослабления шума не связана с поглощением звуковой энергии.

Отражательный глушитель (reflective silencer) — реактивный глушитель, обеспечивающий одиночные или многократные отражения звука от изменений (расширений и сужений) поперечного сечения канала, канальных облицовок с резонаторами или разветвлений канальных секций различной длины.

Резонаторный глушитель — реактивный глушитель, обеспечивающий ослабление звука благодаря слабодемпфированным резонансам своих элементов.

Примечание. Элементы могут как содержать, так и не содержать поглощающие материалы.

Глушитель сброса — глушитель, применяемый в устройствах выброса пара и линиях снижения давления, дросселирующих газовый поток посредством значительных потерь давления в пористом материале, и обеспечивающий ослабление звука снижением скорости потока на выходе и воздействием на источник звука (например, клапан).

Активный глушитель — глушитель, обеспечивающий снижение звука за счет интерференционных эффектов, создаваемых зву-

ком, генерируемым вспомогательными управляемыми звуковыми источниками.

Адаптивный пассивный глушитель — глушитель с пассивными, ослабляющими звук элементами, динамически подстраиваемыми под звуковое поле.

Вносимые потери D_1, дБ, — разность уровней звуковой мощности проходящего по каналу или через отверстие звука при наличии глушителя и в его отсутствие.

Вносимая разность уровней звукового давления D_{ip}, дБ, — разность уровней звукового давления при отсутствии внешнего шума в точке приема звука без глушителя и при установленном глушителе.

Потери при прохождении D_t, дБ, — разность уровней звуковой мощности на входе глушителя и прошедшей через него.

Примечание. Для стандартных испытательных лабораторий D_t равно D_i с учетом того, что D_t и D_i, полученные при измерениях на месте установки, часто различаются из-за ограниченных возможностей методов измерений.

Ослабление неоднородностями $D_з$, дБ, — часть вносимых потерь глушителя или секции глушителя, обусловленная наличием неоднородностей.

Удельные потери распространения $D_в$, дБ/м, — уменьшение уровня звукового давления на единицу длины, наблюдаемое в среднем сечении глушителя, имеющего постоянное поперечное сечение и неизменные параметры конструкции, определяющие продольное ослабление для основной моды.

Потери отражения на выходе D_m, дБ, — разность уровней звуковой мощности, падающей на открытый конец канала и прошедшей через него.

Моды — стабильные пространственные структуры звукового поля в канале (или поперечная форма стоячих волн), существующие независимо друг от друга и испытывающие разное ослабление.

Примечание. Основная мода испытывает наименьшее ослабление. В узких и протяженных трубах особенно сильно ослабляются моды высших порядков.

Частота возникновения моды, Гц, — наименьшее значение частоты, при котором мода в трубе с жесткими стенками еще способна распространяться.

Примечания.

1. Для трубы с круглым поперечным сечением частота возникновения первой моды $f_{cC} = 0{,}59\ c/C$, где c — скорость звука; C — диаметр трубы. Для прямоугольного канала с наибольшим размером поперечного сечения H частота возникновения первой моды $f_{cH} = 0{,}5\ c/H$.

2. *В научно-технической литературе на русском языке вместо термина "частота возникновения моды" иногда применяют термин "критическая частота моды".*

Потери давления Δp_t, Па, — разность средних полных давлений в начале и в конце глушителя.

Потоковый шум — шум, обусловленный движением потока в глушителе.

Примечания.

1. Уровни звуковой мощности и потери давления, измеренные при лабораторных испытаниях, относятся к случаю однородного поперечного распределения потока на входе глушителя. Если эта однородность распределения потока не достигается в условиях испытаний на месте установки, например вследствие особенностей конструкции выходной части канала, то возможны высокие уровни потокового шума и потери давления.

2. *Далее в стандарте использован термин "потоковый шум", в то время как в оригинале ИСО 14163 применен также термин "регенерированный звук". Как правило, этот термин применяют, если генерируемый потоком шум имеет явно выраженный тональный характер.*

Определение технических требований и выбор конструктивных решений

Необходимые требования

1. В общем случае уровень звукового давления (А — взвешенный, 1/3-октавный или октавный) не должен превышать определенной величины в заданной точке (например, на рабочем месте, вблизи него или в помещении для отдыха). Допустимый "вклад" источника звука может быть определен по уровню звуковой мощности и показателю направленности этого источника с использованием закономерностей распространения звука и требований относительно долей других источников звука. Требуемые вносимые потери глушителя задаются разностью допустимого и реального уровней звуковой мощности источника шума.

2. В простых случаях, когда принимаемый звук зависит исключительно от источника, подлежащего ослаблению, необходимая вносимая разность уровней звукового давления глушителя может быть вычислена непосредственно как разность реального и допустимого уровней звукового давления в точке наблюдения. В том случае, когда разность показателей направленности источника при наличии глушителя и без него пренеб-

режимо мала, вносимая разность уровней звукового давления равна вносимым потерям глушителя.

3. Допустимые потери давления не должны быть превышены.

Примечание. Это требование следует формулировать по возможности четко. В отличие от неопределенного требования "как можно меньше" должен быть найден разумный предел. Даже когда потери давления рассматривают как "некритичный параметр", предельное значение должно быть определено из максимально допустимой скорости потока, которая не должна быть превышена из соображений механической прочности, опасности появления потокового шума или неоправданно высоких энергетических затрат.

4. Допустимый размер глушителя должен быть по возможности минимальным (из соображений стоимости и массы).

Примечание. Это некоторый минимальный размер, который (при заданных обстоятельствах) не может быть уменьшен. Этот размер зависит от требуемого снижения уровня звука, допустимых потерь давления и других ограничений относительно используемых (или нежелательных к использованию) материалов, устойчивости к различного рода нагрузкам и т. д.

5. Дополнительные требования (касающиеся материалов, долговечности, герметичности и т. д.) обусловлены использованием глушителя при высоких температурах, запыленности, влажности или агрессивных газах, в магистралях высокого давления или при высоких уровнях звука и вибрации, а также при объединении глушителей с устройствами, контролирующими выпуск газа, искрогасителями и пылеулавливателями.

Выбор конструкции и места размещения глушителей

Специальная информация, относящаяся к глушителям, может быть взята из следующего:

— результатов измерений при лабораторных испытаниях в соответствии с [1];

— данных испытаний, полученных производителем глушителя;

— теоретических моделей для расчета удельных потерь распространения и вносимых потерь глушителей с круглым или прямоугольным поперечным сечением;

— методов прогнозирования (предварительной оценки) потерь давления и уровня потокового шума.

Выбор диссипативного или отражательного глушителя или глушителя сброса должен быть определен областью его применения или на основании требований настоящего стандарта.

Результаты, полученные компьютерными расчетами вносимых потерь для диссипативных глушителей, зависят от предположений относительно значения сопротивления потоку в глушителе и его распределения, а также акустической эффективности облицовки [2]. Трудно учесть при расчетах определенные геометрические особенности, такие как смещения звукопоглощающих пластин или разделителей поглотителей. Наиболее точными являются вычисления параметров вибрации конструкции и вибрации, обусловленной условиями эксплуатации. Воздействия потока на характеристики реактивных глушителей рассчитывают с помощью сложного специального программного обеспечения.

Проектирование специальных глушителей

Проектирование специальных глушителей обычно является итерационным процессом, имеющим следующие характерные этапы:

а) грубая оценка требований к размерам свободных каналов для потока совместно с пространством для распределения звука, например с использованием данных, заявленных производителями аналогичных глушителей и взятых для расчета специальных требований и ограничений;

б) построение модели для прогнозных вычислений или измерений;

в) использование результатов моделирования для сравнения с требуемыми уровнями звука и потерями давления;

г) изменение размеров и замена поглощающих материалов для удовлетворения требований или оптимизации конструкции;

д) формулировка специальных требований.

Типы глушителей, общие принципы и условия эксплуатации

Глушители используют в целях:

— предотвращения пульсаций и колебаний газа в источнике;

— уменьшения преобразования пульсаций и колебаний в звуковую энергию;

— обеспечения преобразования звуковой энергии в тепловую.

Результирующие вносимые потери глушителя, установленного в канал, в общем случае зависят от степени реализации всех указанных целей. В соответствии с превалирующим механизмом ослабления глушители могут быть классифицированы как (см. таблицу):

— диссипативные глушители;

— реактивные глушители, включая резонаторные и отражательные глушители;

— глушители сброса;

— активные глушители.

Диссипативные глушители

Эти глушители обеспечивают широкополосное ослабление звука преобразованием звуковой энергии в тепловую при относительно малых потерях давления. Следует применять меры предосторожности для предотвращения образования налета или забивания поверхности звукопоглощающего материала в

Таблица

Типичные достоинства и недостатки глушителей различных типов

Тип глушителя	Преимущества	Недостатки
Диссипативные	Широкополосное ослабление, малые потери давления	Чувствительность к загрязнению и механическому разрушению
Реактивные:		
резонаторные	Настраиваемое ослабление, нечувствительность к загрязнению	Узкополосное ослабление, чувствительность к параметрам потока
отражательные	Прочный элемент, возможность использования при высоких пульсациях давления, высоких уровнях звука, загрязняющих потоках, сильных механических вибрациях	Большие потери давления, наличие акустических полос прозрачности (частотные полосы с малым или нулевым ослаблением), чувствительность акустических характеристик к параметрам потока

случае использования диссипативных глушителей в каналах с переносом газов, загрязненных пылью или образующими налет материалами. Пористые поглотители, изготовленные из хороших волокнистых материалов или тонкостенных структур, могут быть механически разрушены сильно изменяющимся по амплитуде давлением.

Резонаторные глушители (реактивные)

Эти глушители обеспечивают преобразование пульсаций и колебаний газа в звуковую энергию и поглощают звук. Простые резонаторы устанавливают как боковые ответвления в стенках канала. Группы резонаторов используют как облицовку канала или разделительные элементы (дефлекторы) в трубах, что ограничивает падение давления. Резонансы преимущественно настроены на низкие и промежуточные частоты, где требуется ослабление. Характеристика ослабления, ограниченная узким частотным диапазоном, чувствительна к проходящему потоку и может (при определенных неблагоприятных условиях) стать отрицательной, что приведет к генерации тонального звука.

Отражательные глушители (реактивные)

Отражательные глушители обеспечивают преобразование пульсаций и колебаний газа в звуковую энергию. Обычно эти глушители выбирают из-за их прочности, когда применение чисто диссипативных глушителей менее удобно и допустимы повышенные потери давления. Такие ситуации наблюдаются, например, когда газовые потоки переносят пыль, или при высоких скоростях и давлениях потока, или при сильных механических вибрациях. Максимальное ослабление и частоты, на которых оно имеет место, будут зависеть от параметров потока. В некоторых частотных полосах возможны малые или отрицательные значения ослабления.

Глушители сброса

Глушители сброса, которые устанавливают в линиях сброса пара или сжатого воздуха, воздействуют на источник звука, например клапан, снижая скорость выходного потока, и пропускают его через поверхность большой площади. Преобразование звука в теплоту при этом обычно незначительно. Большие потери давления требуют большой механической прочности таких глушителей. Их характеристики могут зависеть от частиц вещества, переносимых газом. Глушители сброса подвержены опасности обледенения.

Активные глушители

Такие глушители состоят в основном из совокупности громкоговорителей, управляемых усилителями, на входы которых надлежащим образом подключены микрофоны. Управление осуществляется с помощью высокопроизводительного компьютера или контроллера. Такие специализированные устройства не являются объектом настоящего стандарта. Активные глушители наиболее эффективны для низких частот, где пассивные диссипативные глушители обеспечивают малое ослабление.

Примечание. Активные системы в настоящее время предлагают исключительно как индивидуальные заказные решения для частных применений, и поэтому настоящий стандарт их не рассматривает.

Акустические и аэродинамические характеристики глушителей

Требуемое от глушителя ослабление задают вносимыми потерями D_i, если не определена конкретная точка приема, или вносимой разностью уровней звукового давления D_{ip} в конкретной точке в 1/3-октавных или в октавных полосах частот. В соответствии с методами лабораторных испытаний по [1] ослабление должно быть измерено в 1/3-октавных полосах частот. Величины, относящиеся к октавным полосам частот, могут быть вычислены по формуле

$$D_{1/1} = -10\lg\left(\frac{1}{3}\sum_{k=1}^{3} 10^{-0,1\,D_{1/3,\,k}}\right), \qquad (1)$$

где $D_{1/3,\,k}$ ($k = 1, 2, 3$) — ослабление в 1/3-октавных полосах, относящееся к одной октавной полосе, дБ; $D_{1/1}$ — результирующее ослабление в данной октавной полосе.

Заявляемое ослабление в целой октавной полосе будет применимо для широкополосного шума и для широкополосных глушителей. Для тонального шума и для резонаторных глушителей, эффективных в узкой полосе частот, ослабление должно быть задано в 1/3-октавных полосах.

Примечание. Ослабление в октавных полосах может сильно зависеть от спектра шума (см. приложение В к данному ГОСТу).

Необходимым параметром для выбора глушителя являются допустимые потери давления в потоке. Они не должны превысить потери полного давления Δp_t, которые зависят от средней скорости потока и плотности газа, а также условий распространения потока, описываемых уравнением

$$\Delta p_t = (\zeta + \Delta\zeta)\,\frac{\rho}{2}\,v_1^2, \qquad (2)$$

где ζ — коэффициент потерь полного давления, определенных по [1] для условий однородного потока на обоих концах глушителя; $\Delta\zeta$ — коэффициент дополнительных потерь давления, обусловленный отличием условий переноса потока на месте эксплуатации глушителя от условий при лабораторных испытаниях (эта величина подлежит экспериментальной оценке); ρ — плотность газа, кг/м^3; v_1 — средняя скорость потока во входном сечении, м/с.

Примечание. Определения коэффициента потерь полного давления отличаются от устанавливаемых определений [1]. Поэтому необходимо проверять соответствие определений перед использованием всех величин. Например, имеется другое определение скорости потока v_1 как скорости в самом узком поперечном сечении глушителя. Это приводит к существенно более низким значениям ζ.

Другими требующими рассмотрения параметрами, влияющими на акустические и аэродинамические характеристики, являются:

потоковый шум;

максимальные размеры, допустимые для глушителя;

необходимая долговечность глушителя, подвергающегося воздействию потока, пульсаций давления и механической вибрации.

Пути распространения звука

Помимо прямого распространения звука через глушитель до точки приема 8 (рис. 1, путь 1) возможно распространение звука многими другими путями. Дополнительные пути излучения:

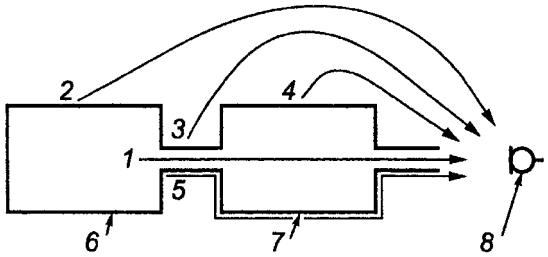


Рис. 1. Пути распространения звука (схематично)

а) от корпуса источника 6 (путь 2);

б) от стенок канала, расположенных до глушителя (путь 3);

в) от корпуса 7 глушителя (путь 4);

г) структурно распространяющегося звука по глушителю и за ним (путь 5).

Распространение звука вдоль указанных боковых путей должно быть исключено обеспечением корпусов источников и стенок канала соответствующей звукоизоляцией и установкой виброизоляторов для устранения распространения структурного шума.

Акустические эффекты, зависящие от монтажа

Обеспечиваемое глушителем ослабление звука для определенных типов глушителей и способов применения зависит от характеристик источника, присоединенного

со стороны впускного конца, и характеристик оконечного устройства со стороны выпуска. Эффекты, зависящие от условий монтажа, имеют место особенно для реактивных глушителей и для глушителей всех типов на низких частотах.

Это также важно, если и источник, и оконечная нагрузка являются реактивными, т. е. непоглощающими. При этих условиях появляющиеся нежелательные резонансные эффекты могут привести к сильной связи между различными частями системы. Формально влияние таких условий монтажа может быть описано формулой

$$L_w = L_w - D_t - D_m + E, \qquad (3)$$

где L_w — уровень звуковой мощности, излучаемый концом канала, дБ; L_w — уровень звуковой мощности, излучаемый источником в канал с безэховым оконечным устройством, дБ; D_t — потери при прохождении, дБ; D_m — потери при отражении от выпускного конца канала, дБ; E — коррекция, учитывающая условия монтажа, дБ. В диссипативных системах значение E обычно не превышает 10 дБ.

Воздействие отраженного звука на источник, описываемое параметром E, может приводить к увеличению или уменьшению излучения звука.

Примечание. Для сильно реактивных систем в узкой полосе частот параметр E может иметь большое положительное значение, что указывает на реальное усиление глушителем звуковой энергии источника.

Устойчивость к абразивному износу и защита поглощающих поверхностей

Износ материалов, используемых в диссипативных глушителях, может привести к появлению частиц звукопоглощающего наполнителя, переносимых газовым потоком.

Примечание. Практически отсутствуют данные о допустимой концентрации частиц для длительной работы глушителя.

Если поверхность звукопоглощающего материала повреждена, даже при небольшой скорости потока возможно выдувание большого количества частиц вследствие эрозии. В результате этого может быть целиком истощен поглощающий элемент (поглощающая пластина).

Защиту звукопоглощающего наполнителя глушителей от влаги, воды или загрязнений, переносимых газом (в частности, в больницах и на предприятиях общественного питания и пищевой промышленности), обеспечивают герметичной упаковкой звукопоглотителя в фольгу. Такая фольга, уменьшая характеристики ослабления на высоких частотах (обычно свыше 1 кГц), может порваться во время работы установки. Разность полного (т. е. статического и динамического) давления внутри и снаружи изолируемого элемента является причиной напряжения в фольге. Высокие температуры и острые (и горячие) частицы в потоке увеличивают риск повреждения, таким образом, защита звукопоглощающего наполнителя с помощью фольги требует тщательного подбора ее толщины, учета температуры, скорости потока и запыленности газа.

Противопожарная защита и взрывозащита

Существует повышенная опасность возгорания или передачи пламени вентиляционными глушителями при переносе масляных аэрозолей. Такие глушители применяют, в частности, в химических лабораториях, больших кухнях и испытательных установках для двигателей. Органические вещества, такие как пшеничная или молочная пыль, могут образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, и, что следует учитывать, когда запыленные этими веществами газовые потоки переносятся через глушитель.

Во всех этих областях использования глушителей и в соответствии со строительными нормами и правилами для изготовления глушителей следует применять негорючие материалы. Накапливание жировых, масляных веществ и пыли в поглощающих материалах должно быть исключено применением соответствующих конструкций глушителей и выбором места их расположения. Резонаторные глушители без поглощающих материалов с использованием мер предосторожности от пылевых отложений также пригодные с точки зрения требований противопожарной защиты и взрывозащиты.

Пуск и останов оборудования

Глушители, используемые в технологическом оборудовании, могут быть причиной возникновения трудностей при его пуске и останове. Необходимо обеспечить достаточное пространство для размещения компонентов глушителя, чтобы допустить значительные изменения давления и/или температуры. В частности, при изменениях

давления и наличии защитных покрытий из фольги снятие давления должно происходить и в слое поглотителя.

Пуск и останов оборудования часто проводят при температурах ниже точки росы внутри поглощающей облицовки и внутри корпуса глушителя. Накапливание влаги должно быть предотвращено (например с помощью установки "осушения"). При этом возможна коррозия. Конденсат следует удалять через дренаж.

Коррозия

Металлические листы оболочек, кожухов и перегородок глушителей, равно как и монтажные фланцы, должны быть защищены от воздействия атмосферных факторов, кислот в выпускных газах и разностей электрических потенциалов различных материалов. Коррозию можно предотвратить подбором специальных материалов (например, алюминия) или применением защитных покрытий (например резины).

Гигиенические требования и риск заражения

Должны быть удовлетворены специальные требования, например:

— к чистым помещениям;

— к производствам приготовления пищи;

— к помещениям медицинского назначения;

— к энергетическим предприятиям.

Гигиенические проблемы могут возникать при отложении пыли на адгезивных поверхностях звукопоглощающих облицовок, особенно при повышенной влажности. Существует риск бактериального заражения, особенно при повышении температуры. Ядерное загрязнение может иметь место в ядерных энергетических установках.

В таких критических условиях следует использовать для глушителей гладкие поверхности. Следует исключать наличие больших полостей и выступающих ребер из-за их способности накапливать пыль и влагу, а также увеличивать потери давления.

Осмотр и очистка, обеззараживание

Мероприятия по осмотру, чистке или замене глушителей или пластин следует проводить по мере необходимости.

Специальные требования к широко используемым системам кондиционирования воздуха предусматривают проводить очистку и обеззараживание через определенные интервалы времени. Поэтому необходимо обеспечить демонтаж элементов (пластин) для очистки (обеззараживания) или замены. В этом случае корпус глушителя должен быть основательно очищен. В зависимости от конструкции звукопоглощающие пластины должны быть очищены с использованием сжатого воздуха, струи пара, щеток и растворителей или обеззараживающих жидкостей.

Налет пыли, образующийся на звукопоглощающих пластинах после определенного времени эксплуатации в условиях запыленного потока, приводит к уменьшению вносимых потерь. Поэтому должны быть проведены соответствующие мероприятия, обеспечивающие очистку звукопоглощающих пластин через определенные интервалы времени.

Представление характеристик глушителей различных типов

Диссипативные глушители

Простые диссипативные глушители

Простой диссипативный глушитель представляет собой прямую трубу со звукопоглощающей облицовкой круглого или прямоугольного поперечного сечения без каких-либо соединений (рис. 2).

Звукопоглощающий элемент состоит из одного или нескольких слоев поглощающего материала и звукопроницаемого покрытия. В качестве поглощающего материала используют тонкие минеральные, металлические или пластмассовые волокна и структуры с открытыми порами, изготовленные из пенопласта, металлокерамики или бетона. В крупнозернистых структурах скорость воздуха имеет меньшее влияние по сравнению с турбулентностью. В этом случае разность давлений будет увеличиваться как квадрат скорости потока. Такие нелиней-

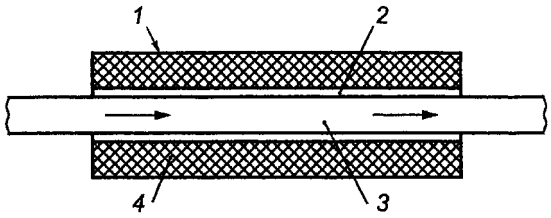


Рис. 2. Диссипативный душитель (схема):

1 — оболочка; 2 — звукопроницаемое покрытие; 3 — труба для прохождения потока; 4 — звукопоглощающий материал

ные эффекты могут иметь место в глушителях, где поток проходит через поглотитель или вдоль него. Для защиты волокнистых и пористых материалов, испытывающих большие нагрузки, применяют перфорированные металлические листы с ромбовидной или ребристой ячейкой в сочетании с плотно сплетенным проволочным экраном, стеклотканью или полотном из стального волокна. Для ослабления жестких условий эксплуатации могут быть использованы тонкая фольга, стекловолокно или синтетическая вата.

Потери при прохождении D_t (или вносимые потери D_i) в простом диссипативном глушителе могут быть выражены формулой

$$D_t = D_s + D_a l, \qquad (4)$$

где D_s — ослабление неоднородностями, дБ; D_a — удельные потери распространения вдоль глушителя, дБ/м; l — длина глушителя, м.

Ослабление неоднородностями может быть определено путем измерений при лабораторных испытаниях для некоторого типа глушителя при двух разных длинах l_1 и l_2. Если вносимые потери D_{i1} и D_{i2} измерены для длин l_1 и l_2 при отсутствии влияния побочной передачи звука внутри или вокруг глушителя, ослабление неоднородностями D_s может быть определено по формуле

$$D_s = \frac{D_{i1} l_2 - D_{i2} l_1}{l_2 - l_1}. \qquad (5)$$

Удельные потери распространения определяют из таких измерений следующим образом:

$$D_a = \frac{D_{i2} - D_{i1}}{l_2 - l_1}. \qquad (6)$$

Для качественной оценки удельных потерь распространения D_a может быть использовано отношение Пейнинга:

$$D_a \sim \frac{U}{S}\alpha, \qquad (7)$$

где U — длина периметра канала, облицованного изнутри звукопоглощающим материалом, м; S — площадь поперечного сечения канала, м^2; α — коэффициент поглощения звука покрытия.

Чем больше отношение площади поверхности поглотителя Ul к площади поперечного сечения канала S и выше коэффициент поглощения облицовки глушителя α, тем выше эффективность диссипативного глушителя. Наличие небольших звукоотражающих поверхностей приводит лишь к незначительному отклонению от этой закономерности.

Свободная площадь поперечного сечения канала S зависит от максимально допустимой скорости потока. Эта скорость не должна чрезмерно увеличиваться из-за ее влияния на срок службы глушителя, вносимые потери и потоковый шум. Если площадь определяется размерами присоединяемой трубы, то поперечное сечение может быть круглым или прямоугольным. Из формулы (7) следует, что более предпочтительными являются узкие прямоугольные отверстия, длинные стороны которых облицованы звукопоглощающим материалом. Эти отверстия препятствуют также образованию звуковых лучей в случае, если расстояние между стенками превышает половину длины звуковой волны.

Высокие значения коэффициента поглощения звука возможны при условии, что толщина звукопоглощающей облицовки составляет не менее одной восьмой части длины звуковой волны. Этот критерий выполняется в простых диссипативных глушителях даже для низких частот, если присоединяемая к входу глушителя труба имеет достаточно большое поперечное сечение. Когда ширина канала становится значительно меньше половины длины волны подлежащего ослаблению звука, пропорциональность коэффициенту поглощения облицовки, следующая из выражения (7), нарушается. Более того, эта формула неприменима для высоких частот, когда имеется лучевое распространение звука, совсем не попадающего на звукопоглощающую облицовку.

Звукопоглощающий материал характеризуется удельным сопротивлением продуванию r [3].

$$r \sim \frac{\eta}{a^2}\left(\frac{\rho_c}{\rho_u}\right)^{3/2}, \qquad (8)$$

где ρ_c — плотность поглощающего материала, находящегося под давлением, кг/м^3; ρ_u — плотность поглощающего материала при атмосферном давлении, кг/м^3; η — вязкость газа, Н • с/м^2; a — средний диаметр волокон, м.

Для глушителей применяют материалы с удельным сопротивлением продуванию 5—50 кН • с/м^4.

Влияние температуры и давления на сопротивление продуванию $R_s = rd$ слоя материала толщиной d приблизительно описывается следующим равенством:

$$\left[\frac{R_s}{\rho c}\right]_{T.p} = \left(\frac{T}{T_0}\right)^{1,2} \frac{\rho_0}{p} \left[\frac{R_s}{\rho c}\right]_{T_0 \pi_0}, \qquad (9)$$

где T — абсолютная температура, К; T_0 — абсолютный нуль по шкале Кельвина, К; p — давление газа, Па; p_0 — опорное давление газа, Па; ρc — волновое сопротивление газа для плоской волны, Н • с/м^3.

Типичные температуры, ожидаемые для различных источников звука, и предельные температуры для различных звукопоглощающих материалов приведены в приложении С к данному ГОСТу.

Примеры изменения удельных потерь распространения в каналах с круглым поперечным сечением и облицовкой различной толщины даны на рис. 3. Они основаны на строгих расчетах в отсутствие потока и типичных значениях для удельного сопротивления минеральной ваты. Слой облицовки имеет сильный эффект поглощения на низких частотах.

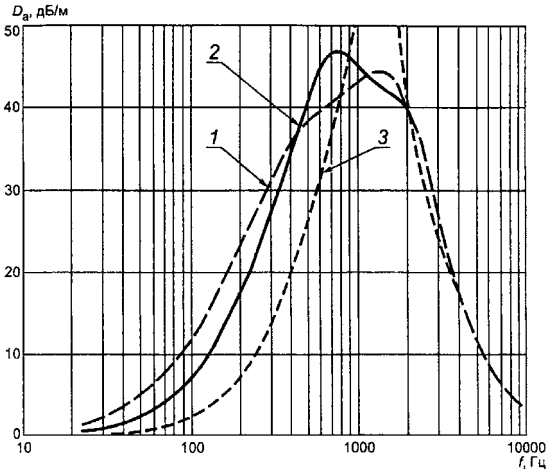


Рис. 3. Зависимость расчетного значения удельных потерь распространения D_a от частоты f для простого диссипативного глушителя с круглым поперечным сечением и толщиной облицовки t:

1 — t = 0,15 м; 2 — t = 0,10 м; 3 — t = 0,05 м

Свободный диаметр канала D, м	0,2
Удельное сопротивление продуванию изотропного поглотителя r, кН • с/м^4,	12
Сопротивление продуванию специального покрытия, моделирующего влияние пылевого налета или плотно надетой оболочки R_s, кН • с/м^3	0,2

В некоторых случаях необходимо защитить окружающую обстановку от наполнителя глушителя или наполнитель от газового потока. Это выполняют с помощью тонких непроницаемых или перфорированных покрытий. Для широкополосного ослабления эффективную массу на единицу площади покрытия следует выбирать как можно меньшей. Эффективная масса — это или масса непроницаемой оболочки, или масса воздуха, колеблющегося около перфорированного покрытия, деленная на долю открытой площади.

Примечание. Часто поверхностная масса непроницаемого покрытия, меньшая, чем 0,033 кг/м^2, или пористость перфорированного покрытия, большая, чем 30 %, являются достаточными.

Следует удостовериться, что покрытия не приклеены к наполнителю или в случае многослойных покрытий к перфорированному слою, что может уменьшить подвижность.

Для улучшения ослабления на низких частотах иногда используют утолщенные покрытия или перфорированные покрытия с низкой пористостью. Частые пуск и остановка форсунок могут приводить к накапливанию влаги в газовых каналах глушителя. Полимерная фольга не может полностью предотвратить диффузию пара и допускает накапливание влаги в поглотителе, особенно при повреждении фольги.

Поглотители должны обладать механической и термической прочностью, и их форма или структура не должна изменяться вследствие вибрации в течение установленного срока службы.

Пластинчатые глушители

Общие положения

Факторы, определяющие акустические характеристики пластинчатых глушителей, по существу те же самые, что и для простых диссипативных глушителей.

Пластинчатый глушитель обычно состоит из переходного элемента, служащего для расширения поперечного сечения канала, средней части, содержащей звукопоглощающие пластины (или дефлекторы), прохода или воздуховода для пропускания потока, второго переходного элемента, направляющего звук и поток в канал с поперечным сечением первоначальных размеров (рис. 4). В специальных случаях переходные элементы на обоих концах отсутствуют или их

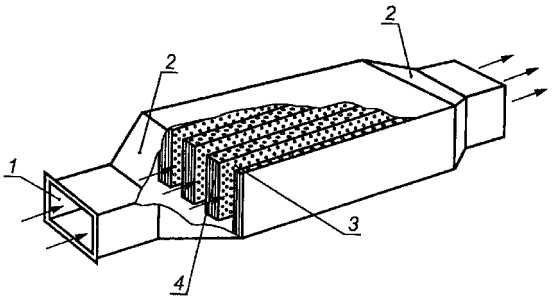


Рис. 4. Пластинчатый глушитель:

1 — входное поперечное сечение; 2 — переходный элемент; 3 — звукопроницаемое покрытие; 4 — звукопоглощающий материал (пластина)

не считают частью глушителя, если это согласовано заинтересованными сторонами.

Наличие некоторого числа параллельных пластин и подходящей свободной площади S способствует достижению высокого ослабления звука в соответствии с равенством (7) при малых потерях давления.

В зависимости от частотной области вносимые потери пластинчатого глушителя определяются двумя составляющими: ослаблением неоднородностями на входе и удельными потерями распространения вдоль пластин (рис. 5). На низких частотах, когда диаметр присоединенного канала меньше половины длины волны и распространение мод высшего порядка подавлено, ослабление неоднородностями несущественно. На высоких частотах, когда переходный элемент допускает падение звука на пластины под случайными (произвольными) углами, ослабление неоднородностями, обычно составляющее 6—10 дБ, может приводить к увеличению удельных потерь распространения.

Дополнительное ослабление неоднородностями эффективно для пластин, в которых изменения внутренней структуры вдоль пути распространения обычно малы.

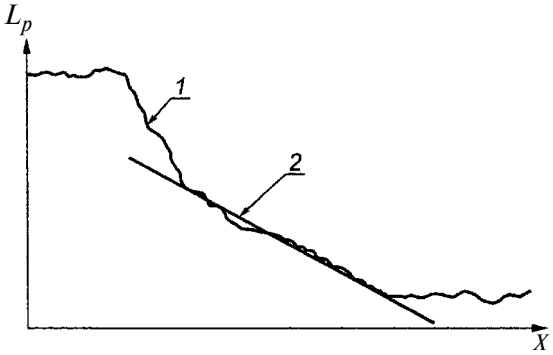


Рис. 5. Падение уровня звукового давления L_p вдоль пластинчатого глушителя:

1 — ослабление неоднородностями; 2 — удельные потери распространения

Все соединения между стенками канала и нижними или верхними краями пластин, которые иногда выполняют в виде широких зазоров (просветов), должны быть герметично закрыты для предотвращения передачи побочного звука. Воздуховоды между пластинами и стенкой могут быть выполнены в половину ширины воздуховода между соседними пластинами. Если удается избежать уменьшения потока по боковым воздуховодам, то крайняя пластина должна быть закреплена на стенке канала.

Примечание. С акустической точки зрения крайняя пластина должна иметь половинную толщину, если ее структура однородна.

При установке неоднородных по структуре пластин, например частично облицованных, особое внимание следует уделять инструкциям по монтажу. Как правило, две пластины, образующие воздуховод, должны иметь одинаковую структуру, т. е. структура может изменяться вдоль воздуховода, но не перпендикулярно к нему.

Для обеспечения долговечности пластин, подвергаемых воздействию потока со скоростью свыше 5 м/с, следует прибегать к мерам, гарантирующим однородность потока, например к использованию выпрямителей потока. Поток через пластины в поперечном направлении может возникать из-за выдувания материала пластин, что следует предотвращать. Поэтому не рекомендуется располагать пластины сразу за сечениями, в которых сильно изменяется площадь поперечного сечения, и/или сразу за поворотами канала, в противном случае необходимо использовать направляющие стабилизаторы, обеспечивающие однородность потока.

Пластины, полностью покрытые фольгой для использования во влажной атмосфере, могут испытывать повышенное внутреннее давление. Фольга может повреждаться (разрываться, трескаться) в процессе эксплуатации глушителя. Это ухудшает характеристики поглощения на высоких частотах.

Для проверки состояния и замены пластин целесообразно обеспечивать к ним доступ. При проектировании глушителя необходимо предусмотреть отверстия для возможности проведения измерений. Для выполнения специальных гигиенических требований следует обеспечить извлечение пластин для их очистки.

Пластины для широкополосного ослабления

В зависимости от толщины пластин, ширины воздуховода, защитного покрытия, расстояния между пластинами и степени их загрязненности пластины с равномерным заполнением поглотителя обеспечивают ослабление в нескольких октавных полосах частот. Для низких частот высокого коэффициента поглощения достигают применением толстых пластин, тогда как для высоких частот достаточны тонкие пластины. Типичные частотные характеристики пластин глушителя изображены на рис. 6. На низких частотах удельные потери распространения увеличиваются при возрастании толщины пластины и частоты звука. На средних частотах, где ширина канала совпадает с половиной длины волны, наблюдается максимум, значение которого обратно пропорционально значению сопротивления продувания поглотителя. Общее сопротивление продуванию потоком, перпендикулярным к пластине, не должно существенно превышать 2 кН • с/м^3. На высоких частотах, для которых ширина канала или расстояние между пластинами значительно превосходит половину длины волны звука, удельные потери распространения становятся очень малыми.

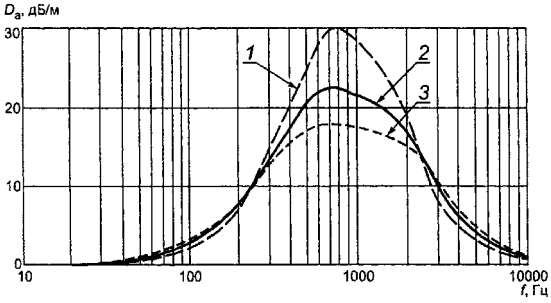


Рис. 6. Зависимость удельных потерь распространения D_a от частоты f для пластинчатого глушителя:

1 — $R_s = 0$ кН • с/м^3; 2 — $R_s = 0{,}2$ кН • с/м^3; 3 — $R_s = 0{,}4$ кН • с/м^3

Толщина пластины d, м	0,2
Ширина воздуховода между пластинами s, м	0,2
Удельное сопротивление продуванию изотропного поглотителя r, кН • с/м^4	12

Примечание. Влияние пылевых отложений или плотно облегающего пористого покрытия моделировано с помощью специального сопротивления продуванию R_s слоя покрытия.

Влияние толщины пластин показано на рис. 7. Когда пластины перекрывают одну и ту же часть поперечного сечения канала (т. е. отношение s/d = const), толстые пластины незначительно улучшают характеристики глушителя на низких частотах, обеспечивают умеренное ослабление на средних частотах и минимальные удельные потери распространения на высоких частотах. Для того чтобы улучшить поглощение на низких частотах за счет высокочастотного ослабления, применяют облицовочные покрытия с увеличенной поверхностной массой (рис. 8).

При выборе и оптимизации пластинчатых глушителей для низкочастотного ослабления особое внимание следует уделять материалам наполнителя, покрытия и внут-

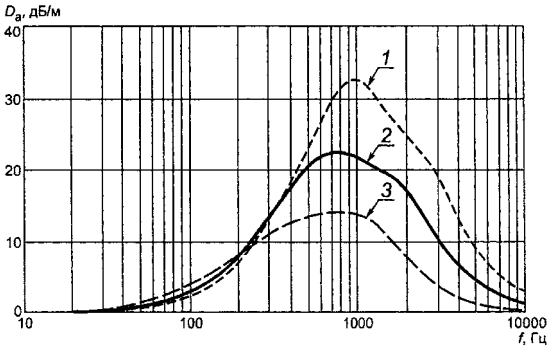


Рис. 7. Зависимость удельных потерь распространения D_a от частоты f для глушителя с пластинами разной толщины и шириной воздуховодов между пластинами, равной толщине пластин d:

1 — $d = 0{,}15$ м; 2 — $d = 0{,}2$ м; 3 — $d = 0{,}3$ м

Удельное сопротивление продуванию изотропного поглотителя r, кН • с/м^4	12
Сопротивление продуванию слоя покрытия R_s, кН • с/м^3	0,2

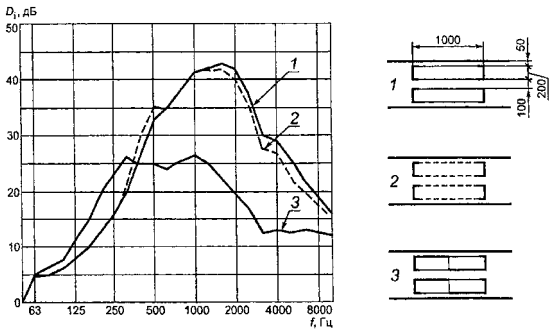


Рис. 8. Зависимость вносимых потерь D_i от частоты f для глушителей с обычными пластинами, полученная по результатам измерений при лабораторных испытаниях:

1—3 — пластины соответственно без покрытия, с перфорированным покрытием, с частичным покрытием

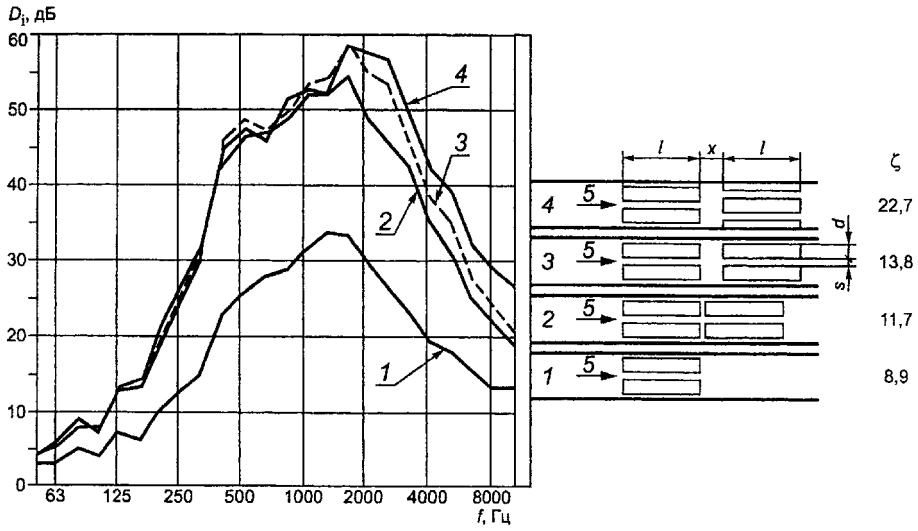


Рис. 9. Экспериментально полученные зависимости вносимых потерь D_i от частоты f и коэффициент потери давления ζ для различных вариантов расположения пластин:

1—4 — варианты расположения пластин; 5 — направление потока; l = 0,75 м; s = 0,1 м; x = 0,1 м; d = 0,2 м

реннему секционированию (каркасу) пластин. Для улучшения ослабления на высоких частотах ширина воздуховодов должна быть уменьшена, а секционированные пластины следует размещать вдоль канала со смещением в поперечном направлении. Обе эти меры приводят к увеличению потерь давления. В то время как смещение обеспечивает дополнительное ослабление менее 6 дБ, потери давления могут удвоиться (рис. 9).

Отмеченного уменьшения ослабления на высоких частотах можно ожидать при условии наличия прямой видимости между входным и выходным отверстиями глушителя.

Загрязнение пластин в общем случае приводит к ухудшению ослабления на средних и высоких частотах.

Потери давления

Потери полного давления, вызываемые глушителем [см. равенство (2)], являются решающим фактором при выборе пластин и ширины воздуховодов. Они включают потери давления на входе, выходе и вдоль глушителя в воздуховодах между пластинами. Для выбора глушителя должны быть известны допустимые потери полного давления. В случае однородного безвихревого потока на входе глушителя и канала с постоянным поперечным сечением оценка потерь давления на обоих концах глушителя может быть получена с использованием коэффициента потерь давления ζ_s (по отношению к произвольному сечению канала):

$$\zeta_s = \left(\frac{d}{s}\right)^2 \left[0{,}5\zeta_1\left(\frac{s}{d}+1\right)+\zeta_2\right], \qquad (10)$$

где ζ_1 — форм-фактор со стороны входа глушителя; для прямоугольных пластин $\zeta_1 = 1$; для полукруглого входного профиля $\zeta_1 = 0{,}1$; ζ_2 — форм-фактор со стороны выхода глушителя; для прямоугольных пластин $\zeta_2 = 1$; для полукруглого выходного профиля $\zeta_2 = 0{,}7$ (слабое влияние); s — ширина воздуховода, м; d — толщина пластины, м.

Примечание. Значения D_i, превышающие 40 дБ, зависят от побочного шума.

В целом потери давления увеличиваются как квадрат отношения d/s. Фрикционные потери увеличиваются с ростом отношения длины пластины l к поперечному гидравлическому сечению, которое пропорционально ширине воздуховода s. Для звукопоглощающих пластин с перфорированным покрытием или без него коэффициент потери давления ζ_f, обусловленный трением, можно оценить по формуле

$$\zeta_f = 0{,}025\,\frac{l}{s}\left(1+\frac{d}{s}\right)^2. \qquad (11)$$

Значение 0,025 является типичным для половины коэффициента трения звукопоглощающих пластин.

Тем не менее для того чтобы обеспечить потери давления в допустимых границах, пластины не должны быть слишком толсты-

ми, а ширина воздуховодов не должна быть слишком малой.

Для сравнения с измерениями при лабораторных испытаниях в соответствии с [1] потери полного давления вычисляют по формуле

$$\Delta p_t = (\zeta_s + \zeta_f)\frac{\rho}{2}\,v_1^2 = \zeta\frac{\rho}{2}\,v_1^2. \qquad (12)$$

Примечание. Условия измерения по [1] приводят к $\Delta\zeta = 0$ [см. выражение (2)].

Влияние потока на ослабление и генерацию звука

Поток со скоростью вплоть до 20 м/с испытывает сильное диссипативное ослабление в воздуховоде.

Поток может влиять на рассеяние звука в пластинчатых глушителях двумя способами. Во-первых, скорость звука различается для входного и выходного направлений. Во-вторых, неоднородность профиля скорости вызывает эффект рефракции. Оба эффекта зависят от числа Маха Ма, и ими можно пренебречь для Ма < 0,05.

Более важным является регенерация звука потоком. Потоковый шум, измеряемый при лабораторных испытаниях, характеризуется уровнями звуковой мощности, непосредственно связанными со скоростями потока. Эти уровни имеют отношение к безвихревому входному потоку глушителя. Если эти условия не выполняются при испытаниях на месте установки глушителя, например, вследствие конструкции всасывающего канала, могут наблюдаться повышенные значения уровней потокового шума.

Уровень звуковой мощности, излучаемой глушителем, не может быть меньше уровня звуковой мощности потокового шума. Ослабление, измеренное на месте, часто оказывается меньше измеренного при лабораторных испытаниях, которое определяют без учета потокового шума. Оценка октавного уровня звуковой мощности потокового шума $L_{W,\,oct}$ может быть определена по формуле

$$L_{W,\,oct} = B + \left\{10\lg\frac{pcS}{W_0} + 60\lg \mathrm{Ma} + \right.$$

$$\left. + 10\lg\left[1 + \left(\frac{c}{2fH}\right)^2\right] - 10\lg\left[1 + \left(\frac{f\delta}{\upsilon}\right)^2\right]\right\},$$

где B — величина, зависящая от типа глушителя и частоты, дБ; υ — скорость потока в наиболее узком сечении глушителя, м/с; c — скорость звука в среде, м/с; Ма — число Маха (Ма = υ/с); p — статическое давление

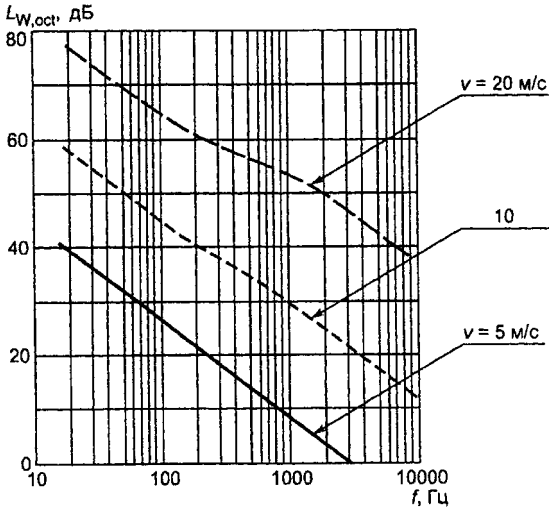


Рис. 10. Зависимость октавных уровней звуковой мощности $L_{W,\,oct}$ потокового шума от частоты f при нормальных атмосферных условиях для канального глушителя с площадью наименьшего поперечного сечения S = 0,5 м^2, максимальным поперечным сечением канала H = 1 м при различных скоростях потока υ

в канале, Па; S — площадь наиболее узкого поперечного сечения, м^2; f — среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц; H — максимальный поперечный размер канала, м; δ — пространственный масштаб, характеризующий высокочастотную спектральную составляющую потокового шума, м; W_0 = 1 Вт.

Уровень звуковой мощности потокового шума изменяется с температурой T в соответствии с приближенной зависимостью 25 $\lg(T/T_0)$. Для гладкостенных диссипативных пластинчатых глушителей, используемых в тепловом, вентиляционном и кондиционирующем оборудовании, приближение задают значениями B = 58 дБ, δ = 0,02 м. Для данного случая график зависимости, определяемой формулой (13), изображен на рис. 10; корректированные по характеристике А уровни звуковой мощности L_{WA} для поперечного сечения канала площадью 1 м^2 вычисляют затем по формуле

$$L_{WA} = \left(-23 + 67\lg\left[\frac{\upsilon}{\upsilon_0}\right]\right). \qquad (13)$$

где υ_0 = 1 м/с.

Примечание. Для глушителей других типов, в частности резонаторных, В может быть больше в определенных частотных полосах. Однако какую-либо общую информацию о значениях B и δ дать нельзя.

(Продолжение следует)

Впервые вводится ГОСТ ИСО 362—2006

"ШУМ. ИЗМЕРЕНИЕ ШУМА, ИЗЛУЧАЕМОГО ДОРОЖНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ ПРИ РАЗГОНЕ. Технический метод"

Дата введения — 2007—07—01

Область применения

Настоящий стандарт устанавливает технический метод измерения шума, производимого транспортными средствами при разгоне.

Этот метод удовлетворяет требованиям простоты в той мере, насколько это совместимо с воспроизводимостью результатов измерений шума при работе транспортных средств.

Требования стандарта предусматривают воспроизведение уровней шума, создаваемого при движении на промежуточных передачах при максимальной полезной мощности двигателя, развиваемой в городских условиях.

Рассматриваемый метод применяют в условиях открытой местности. Такие условия обычно обеспечивают при испытаниях:

— в целях утверждения типа транспортного средства;

— производственных;

— на аттестованной испытательной станции.

Примечание. Следует отметить, что испытания транспортных средств, отобранных методом случайной выборки, редко проводят в идеальных акустических условиях. Если измерения выполняют в дорожных условиях, не удовлетворяющих требованиям настоящего стандарта, то результаты могут существенно отличаться от результатов, полученных в условиях по настоящему стандарту.

Термины и определения

Для целей настоящего стандарта применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматическое понижение передачи (automatic downshift): Переключение на более низкую передачу (на большее передаточное число), которое может быть инициировано по воле водителя.

Примечание. Автоматическое понижение передачи по сравнению с обычной при езде в городе может быть следствием, например, резкого нажатия на педаль подачи топлива или изменения ее положения, вызывающего выполнение специальной программы понижения передачи;

промежуточный результат (intermediate result): Величина, получаемая вычислением по результатам измерений при испытаниях и используемая для определения окончательного результата;

снаряженная масса (kerb mass): Полная масса транспортного средства, снаряженного всем необходимым для нормальной

работы оборудованием, включая массу следующих компонентов:

— смазывающих, охлаждающих (при необходимости), омывающих жидкостей;

— топлива (бак заполнен на 90 %);

— другого оборудования, являющегося неотъемлемой частью транспортного средства, например запасного колеса (колес), упоров под колеса, огнетушителя (огнетушителей), запасных частей и набора инструментов.

Примечание. Определение термина "снаряженная масса" для различных стран может быть различным. В настоящем стандарте применено определение по [1];

номинальная частота вращения двигателя *S*: Частота вращения коленчатого вала (мин$^{-1}$), при которой двигатель развивает максимальную полезную мощность, установленную производителем.

Категории транспортных средств

Категория L: моторные транспортные средства с числом колес менее четырех:

— L_1 и L_2: мопеды (более детально см. [2]);

— L_3: двухколесные моторные транспортные средства с объемом двигателя более 50 см^3 или максимальной скоростью более 50 км/ч;

— L_3: трехколесные моторные транспортные средства с объемом двигателя более 50 см^3 или максимальной скоростью более 50 км/ч; колеса могут быть расположены асимметрично относительно продольной оси транспортного средства.

Категория M: моторные транспортные средства, по меньшей мере, с четырьмя колесами, используемые для перевозки пассажиров:

— M_1: транспортные средства для перевозки пассажиров, имеющие не более восьми мест, не считая места водителя;

— M_2: транспортные средства для перевозки пассажиров, имеющие более восьми мест, не считая места водителя, и разрешенную максимальную массу не более 5 т;

— M_3: транспортные средства для перевозки пассажиров, имеющие более восьми мест, не считая места водителя, и разрешенную максимальную массу более 5 т.

Категория *N*: моторные транспортные средства, по меньшей мере, с четырьмя колесами, используемые для перевозки грузов:

— N_1: транспортные средства, используемые для перевозки грузов и имеющие разрешенную максимальную массу не более 3,5 т;

— N_2: транспортные средства, используемые для перевозки грузов и имеющие разрешенную максимальную массу более 3,5 т, но менее 12 т;

— N_3: транспортные средства, используемые для перевозки грузов и имеющие разрешенную максимальную массу более 12 т.

Общие положения

Условия движения

Стандарт рассматривает испытания транспортных средств в движении. Измерения выполняют в режиме работы транспортного средства, соответствующем максимальному уровню шума, который подобен шуму при движении в городских условиях и может быть воспроизведен. Такой режим работы может быть установлен при разгоне транспортного средства от заданной скорости.

Интерпретация результатов

Результаты, полученные в соответствии с настоящим стандартом, объективно характеризуют излучение шума при заданных условиях.

Примечание. Необходимо иметь в виду, что субъективная оценка раздражающего воздействия шума транспортных средств различных категорий не связана прямой зависимостью с инструментальной оценкой шума.

Средства измерений

Акустические средства измерений

Общие положения

Шумомер или эквивалентная измерительная система, включая рекомендуемый производителем ветрозащитный экран, в

соответствии с требованиями к шумомерам 1-го класса по ИСО 61672-1.

Изменения выполняют с использованием частотной характеристики А и временной характеристики *F*.

При использовании системы периодического мониторинга уровня звука регистрировать результаты измерений следует не реже чем через 30 мс.

Калибровка

Перед началом и концом каждой серии измерений проводят акустическую калибровку всей измерительной системы в соответствии с МЭК 61672-1 и МЭК 60942. Разность между результатами двух последовательных калибровок должна быть не более 0,5 дБА, в противном случае результаты измерений, полученные после предыдущей калибровки, должны быть отвергнуты.

Поверка

Соответствие калибратора и измерительной системы требованиям МЭК 60942 и МЭК 61672-1 устанавливают путем их поверки в аккредитованной лаборатории не реже одного раза в два года.

Средства измерений скорости

Частоту вращения двигателя и скорость движения транспортного средства по трассе при установлении режима постоянной скорости измеряют средствами измерений с допустимой погрешностью 2 % или менее.

Средства измерений метеорологических параметров

Используемые для наблюдения за метеорологическими условиями средства измерений должны включать в себя:

— прибор для измерения температуры воздуха с допустимой погрешностью ± 1 °С или менее;

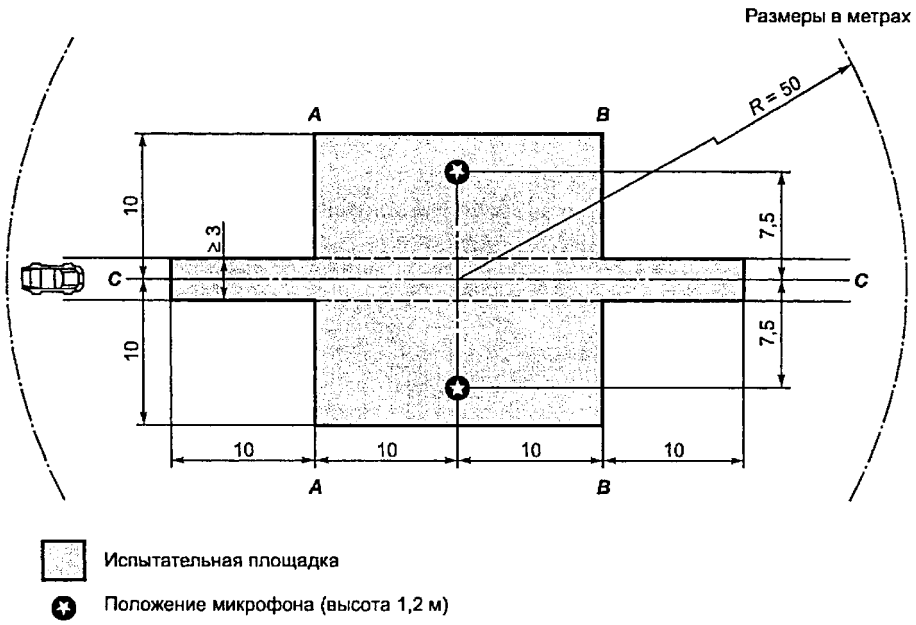
— прибор для измерения скорости ветра с допустимой погрешностью ± 1 м/с.

Акустические, метеорологические условия и фоновый шум

Испытательная площадка

Испытательная площадка должна соответствовать требованиям ИСО 10844.

Испытательная площадка должна быть строго горизонтальной. Поверхность испы-



Размеры испытательной площадки

тательной трассы должна быть сухой, а ее текстура не должна вызывать повышенный шум шин. Другие требования к поверхности испытательной трассы должны соответствовать ИСО 10844.

Испытательная площадка должна быть такой, чтобы при размещении в ее центре (на пересечении осевой линии микрофона с продольной осью транспортного средства, см. рисунок) малого ненаправленного источника шума уровень звука при удалении от него уменьшался обратно пропорционально квадрату расстояния с точностью не менее ± 1 дБА

Предполагают, что это условие будет удовлетворено при выполнении следующих требований:

а) внутри круга радиусом 50 м от центра испытательной площадки должны отсутствовать отражающие объекты (ограждения, возвышения, мосты, здания и т. п.);

б) поверхности испытательной трассы и площадки должны быть сухими и свободными от звукопоглощающих материалов [рыхлого снега или сыпучих материалов (гравия, шлака и т. п.)];

в) вблизи микрофона не должно быть препятствий, способных повлиять на акустическое поле, и не должно быть людей, стоящих между микрофоном и источником шума. Проводящий измерения оператор должен находиться в месте, где он не влияет на показания приборов.

Примечание. Рекомендуется совершенно плоская испытательная площадка, особенно в месте прохождения транспортного средства мимо микрофона (см. рисунок).

Метеорологические условия

Средства измерений метеорологических параметров должны быть расположены поблизости от испытательной площадки на высоте, обеспечивающей получение достоверных результатов.

Рекомендуется проводить измерения при температуре воздуха от 0 до 40 °С.

Не рекомендуется проводить измерения при скорости ветра, превышающей 5 м/с на высоте микрофона, включая порывы.

Рекомендуется во время измерений регистрировать представительные значения температуры, направления и скорости ветра, относительной влажности воздуха и барометрического давления.

Примечание. При сравнении данных, полученных при различных метеорологических условиях, следует учитывать влияние температуры и других факторов.

Примечание. Испытательная площадка (затемненная область) — минимальная площадь, которая должна удовлетворять требованиям ИСО 10844.

Фоновый шум

Уровень звука фонового шума (включая шум ветра) должен быть на 10 дБА ниже шума испытуемого транспортного средства (желательно, на 15 дБА ниже).

Проведение измерений

Положения микрофона

Расстояние от микрофона до оси испытательной трассы СС (см. рисунок) должно быть (7,5 ± 0,05) м.

Микрофон должен быть расположен на высоте (1,2 ± 0,02) м. Опорное направление микрофона (см. МЭК 61672-1) должно быть горизонтальным и перпендикулярным к оси СС.

Число измерений

Выполняют, по меньшей мере, четыре измерения с каждой стороны транспортного средства.

Снаряжение транспортного средства

Транспортное средство должно быть заправлено топливом, укомплектовано свечами зажигания, системой подачи топлива и т. д. в соответствии с техническими требованиями производителя.

Измерения проводят на транспортном средстве при снаряженной массе, включая массу водителя и средств измерений. Измерения проводят без прицепа или полуприцепа, за исключением неразделяемых транспортных средств.

При испытаниях используют шины, тип которых рекомендован производителем транспортного средства. Их размеры должны соответствовать одному из трех размеров, рекомендованных для данного транспортного средства его производителем. В случае транспортных средств категорий от M_1 до N_3 не следует применять шины с глубиной протектора менее 1,6 мм. Давление в шинах должно быть равно давлению, указанному производителем для данной массы испытуемого транспортного средства.

Перед началом испытаний транспортное средство приводят в нормальное рабочее состояние по температурному режиму и регулировкам.

Режимы работы

Общие условия

Транспортное средство должно приближаться к линии АА со скоростью и на передаче, указанных ниже, при максимальном совмещении своей продольной оси с линией СС (см. рисунок).

Когда передняя часть транспортного средства достигнет линии АА, педаль подачи топлива резко нажимают (без срабатывания автоматического понижения передачи, обычного при разгоне в условиях городского движения) и удерживают в таком положении до тех пор, пока задняя часть транспортного средства не пересечет линию ВВ. После этого педаль быстро отпускают. Начальное срабатывание педали подачи топлива должно происходить как можно ближе к линии АА.

Если транспортное средство испытывают совместно с прицепом, который не может быть отделен от буксирующего транспортного средства, то момент пересечения линии ВВ определяют по буксирующему транспортному средству. Если транспортное средство оснащено более чем двухколесным приводом, то испытания выполняют с приводом, который соответствует обычному движению по дороге.

Если на транспортном средстве установлено несъемное оборудование (бетономешалка, компрессор и т. п.), то испытания проводят при выключенном оборудовании.

Транспортные средства категорий *M* и *N* с автоматической коробкой передач

Если транспортное средство оборудовано автоматической трансмиссией с ручным выбором передачи, то испытания выполняют при положении переключателя передач, рекомендованном производителем для нормального движения.

Скорость приближения

Транспортное средство должно приближаться к линии АА с постоянной скоростью, соответствующей наименьшей из следующих скоростей с допуском ± 1 км/ч:

а) 50 км/ч;

б) скорость транспортного средства, соответствующая 3/4 номинальной частоты вращения двигателя[1] S для транспортных средств категории M_1 и для транспортных средств других категорий, имеющих мощность двигателя не более 225 кВт;

в) скорость, соответствующая половине номинальной частоты вращения двигателя S для транспортных средств, не принадлежащих к категории M_1 и имеющих мощность двигателя более 225 кВт.

В случае, когда контролируемой величиной является частота вращения двигателя, допуск должен быть ± 2 % или ± 50 мин$^{-1}$.

Предотвращение принудительного понижения передачи

Некоторые транспортные средства, оборудованные автоматической трансмиссией (с двумя или более ступенями), способны принудительно понижать передачу до ступени, обычно не используемой при движении в городе. Передачи, рекомендуемые производителем для медленного движения, парковки или торможения, не используются при городской езде. В этом случае испытатель может выбрать любой из следующих вариантов движения:

[1] Более точным является термин "частота вращения коленчатого вала". — *Прим. ред.*

а) увеличить скорость v транспортного средства максимально до 60 км/ч во избежание автоматического понижения передачи;

б) удерживать скорость v транспортного средства 50 км/ч и ограничить подачу топлива для обеспечения 95 % полной нагрузки двигателя. Эти условия будут выполнены в случаях:

— двигателя с искровым зажиганием, когда угол открытия дроссельной заслонки составляет 90 % полного открытия;

— дизеля, когда производительность топливного инжекционного насоса равна 90 % максимальной производительности;

в) установить и использовать электронное управляющее устройство, которое предотвратит автоматическое понижение передачи по сравнению с предусмотренной производителем для движения в городе.

Другие автоматические трансмиссии

Для транспортных средств, оборудованных автоматической трансмиссией, для которых неприменим описанный выше метод испытаний, проводят испытания на разных скоростях приближения, а именно 30, 40, 50 км/ч или на скорости, равной 3/4 максимальной скорости, установленной производителем, если она менее указанных. Отражаемую в протоколе испытаний величину определяют , как указано ниже.

Неавтоматические коробки передач, переключаемые вручную

Скорость приближения

Транспортное средство должно приближаться к линии АА с постоянной скоростью, соответствующей наименьшей из следующих скоростей с допуском ± 1 км/ч:

а) 50 км/ч;

б) скорость транспортного средства, соответствующая 3/4 номинальной частоты вращения двигателя S для транспортных средств категории M_1 и для транспортных средств других категорий, имеющих мощность двигателя не более 225 кВт;

в) скорость, соответствующая половине частоты вращения двигателя S для транспортных средств, не принадлежащих к категории M_1 и имеющих мощность двигателя более 225 кВт.

В случае, когда контролируемой величиной является частота вращения двигателя, допуск должен быть более ± 2 % или ± 50 мин$^{-1}$.

Выбор передаточного отношения для транспортных средств категорий M_1 и N_1

Транспортные средства категорий M_1 и N_1, оборудованные ручной коробкой передач, имеющей не более четырех передних передач, испытывают на второй передаче.

Транспортные средства этих категорий, оборудованные ручной коробкой передач, имеющей более четырех передних передач, испытывают последовательно на второй и третьей передачах. Принимают во внимание только общее передаточное отношение, предназначенное для нормального (обычного) движения по дороге. Отражаемую в протоколе испытаний величину определяют, как указано ниже.

Если во время испытаний на второй передаче частота вращения двигателя превышает номинальную частоту S, то испытания следует повторять, уменьшая начальную частоту вращения двигателя на 5 % до тех пор, пока достигнутая частота уже не превысит S. Если номинальная частота вращения двигателя S будет достигнута при приближении начальной частоты вращения к частоте холостого хода, то испытания проводят только на третьей передаче с соответствующей записью в протоколе испытаний.

Однако транспортные средства категории M_1, имеющие более четырех передач для движения вперед с двигателем максимальной мощностью более 140 кВт, у которых допустимое отношение максимальной мощности к максимальной массе более 75 кВт/т, могут быть испытаны только на третьей передаче, если на ней будет обеспечен разгон транспортного средства более чем на 11 км/ч на дистанции 20 м плюс длина транспортного средства.

Выбор передачи для транспортных средств категорий, отличных от M_1, N_1 и L

Другие транспортные средства, отличные от транспортных средств категорий M_1,

N_1 и L, у которых общее число передач для движения вперед равно x (включая значения, полученные сочетаниями передаточных отношений основной коробки передач и передаточных отношений вспомогательных агрегатов трансмиссии или многоскоростного ведущего моста), испытывают, последовательно используя передачи с номером, равным или более отношения x/n, где $n = 2$ для транспортных средств номинальной мощностью двигателя не более 225 кВт и $n = 3$ для транспортных средств номинальной мощностью двигателя более 225 кВт.

Испытания начинают на передаче с номером (x/n) или на следующей более высокой передаче, если (x/n) не является целым числом. Испытания продолжают на следующей более высокой передаче.

Повышение передач, начиная от номера (x/n), может быть прекращено на передаче X, номинальная частота вращения двигателя на которой будет достигнута только перед пересечением задней частью транспортного средства линии ВВ.

Пример. *Имеется 16 передних передач трансмиссии, образуемых сочетаниями восьми передач коробки передач с двумя передачами вспомогательного агрегата трансмиссии. Если мощность двигателя 230 кВт, то* $(x/n) = (8 \cdot 2)/3 = 16/3 = 5{,}33$. *Испытания начинают с передачи номер 6 (принимая за передачу номер 6 шестое в порядке возрастания передаточное отношение из возможных шестнадцати значений общей передачи, образованное произведением передаточных отношений коробки передач и дополнительного агрегата трансмиссии), продолжают на передаче номер 7 и т. д. вплоть до передачи номер X.*

В случае транспортных средств с различным общим передаточным отношением (и с различным числом передач) репрезентативность испытуемого транспортного средства некоторому типу определяют следующим образом:

— если наивысший уровень звукового давления будет достигнут на передачах от x/n до X, то данное транспортное средство считают репрезентативным типу транспортных средств, которые имеют те же передаточные отношения и те же передачи;

— если наивысший уровень звукового давления будет достигнут на передаче x/n, то транспортное средство считают репрезентативным только тем транспортным средствам, которые имеют более низкое общее передаточное отношение на передаче x/n;

— если наивысший уровень звукового давления будет достигнут на передаче X, то транспортное средство считают репрезентативным только тем транспортным средствам, которые имеют более высокое общее передаточное отношение, чем передаточное отношение на передаче X.

Однако транспортное средство также считают репрезентативным типу, если по требованию заявителя испытания выполняют в расширенном диапазоне передаточных отношений и наивысший уровень звукового давления получают при одном из передаточных отношений между крайними отношениями.

Транспортные средства, классифицированные как мотоциклы категории L

Во всех случаях при испытаниях не включают передачи, используемые для медленного движения, парковки и торможения.

Автоматическая трансмиссия

Скорость приближения

Транспортное средство должно приближаться к линии АА с постоянной скоростью, соответствующей наименьшей из следующих скоростей с допуском ± 1 км/ч:

а) 50 км/ч;

б) скорость транспортного средства, соответствующая 3/4 номинальной частоты вращения двигателя S.

В случае, когда контролируемой величиной является частота вращения двигателя, допуск должен быть ± 2 % или ± 50 мин$^{-1}$.

Однако если во время испытаний происходит автоматическое понижение до первой передачи, то скорость мотоцикла должна

быть увеличена до 60 км/ч для предотвращения такого переключения.

Выбор передачи

Испытания проводят при положении ручного переключателя передач, соответствующем наибольшему передаточному отношению. Не следует допускать при разгоне автоматического понижения до первой передачи. Если происходит автоматическое понижение до высшей передачи минус 1 или до высшей передачи минус 2, то переключатель передач должен быть установлен в положение наивысшей передачи, при которой разгон может быть проведен без автоматического понижения передачи.

Если испытания при электронном управлении трансмиссией не могут быть проведены, то должна быть установлена и использована программа для предотвращения автоматического включения передачи, не соответствующей обычному движению в городских условиях.

Мотоцикл с ручной коробкой передач

Скорость приближения

Транспортное средство должно приближаться к линии АА с постоянной скоростью, соответствующей наименьшей из следующих скоростей с допуском ± 1 км/ч:

а) 50 км/ч;

б) скорость транспортного средства, соответствующая 3/4 номинальной частоты вращения двигателя S.

В случае, когда контролируемой величиной является частота вращения двигателя, допуск должен быть ± 2 % или ± 50 мин$^{-1}$.

Выбор передачи

Мотоциклы с любым объемом цилиндров двигателя и коробкой передач, имеющей не более четырех передач, должны быть испытаны на второй передаче. Если при испытаниях на второй передаче частота вращения двигателя превышает *S* при пересечении линии ВВ, то испытания следует проводить только на третьей передаче.

Мотоциклы, снабженные пятиступенчатой (или более) коробкой передач, должны быть испытаны на следующих передачах:

а) мотоциклы с двигателями объемом не более 175 см^3 — только на третьей передаче;

б) мотоциклы с двигателями объемом более 175 см^3 — сначала на второй передаче, затем на третьей передаче;

в) если при испытаниях на второй передаче частота вращения двигателя при пересечении линии ВВ превышает *S* — только на третьей передаче.

Другие автоматические трансмиссии

Мотоциклы без ручного переключателя передач должны приближаться к линии АА с различными постоянными скоростями: 30, 40, 50 км/ч или на скорости, равной 3/4 максимальной скорости транспортного средства, установленной производителем, если значение этой скорости меньше указанных выше значений.

Отражаемую в протоколе испытаний величину определяют, как указано выше.

Результаты измерений и вносимые в протокол испытаний величины

Фиксируют максимальное значение уровня звука при каждом прохождении транспортного средства между линиями АА и ВВ (см. рисунок). Если максимальные значения уровня звука явно выпадают из общего ряда значений наблюдаемых величин, то их отбрасывают.

Результаты следует считать приемлемыми, если значения, полученные при четырех последовательных измерениях с каждой стороны транспортного средства, различаются не более чем на 2 дБА. В противном случае испытания продолжают до тех пор, пока это требование не будет выполнено.

Примечание. Расхождение результатов измерений может быть уменьшено, если между измерениями делать минутный перерыв с работой двигателя на нейтральной передаче.

Результаты измерений с каждой стороны транспортного средства усредняют от-

дельно. В качестве промежуточного результата выбирают наибольший из усредненных.

Окончательные результаты, вносимые в протокол испытаний:

а) для транспортных средств категорий M_1, N_1 и от L_3 до L_5, испытанных на одной передаче, — промежуточный результат;

б) для транспортных средств категорий M_1, N_1 и от L_3 до L_5, испытанных на двух передачах, — среднеарифметическое значение промежуточных результатов для каждой передачи;

в) для транспортных средств категорий M_1, N_1 и от L_3 до L_5, испытанных на нескольких передачах, — наивысший промежуточный результат среди передач;

г) для транспортных средств всех категорий, испытанных на нескольких передачах, — наивысший промежуточный результат.

Неопределенность измерений

Результаты измерений, выполненных в соответствии с настоящим стандартом, зависят от метеорологических условий. Метеорологические условия могут воздействовать на трансмиссию транспортного средства, изменять уровень шума шин и условия распространения звука. Кроме того, использование асфальтированной испытательной площадки в соответствии с ИСО 10844 уменьшает, но не устраняет полностью различия в результатах испытаний, обычно имеющие место для различных испытательных площадок. Испытание транспортного средства на одной и той же испытательной площадке при схожих климатических условиях приводит к различиям уровня звука в пределах ± 1 дБА. Однако испытания в условиях, выходящих за установленные настоящим стандартом пределы по температуре, скорости ветра, могут привести к бóольшим отклонениям. Настоящий стандарт допускает испытания при других условиях окружающей среды лишь в целях лучшего понимания влияния этих факторов на результаты измерений и уменьшения их разброса (см. приложение А).

Протокол испытаний

Информация, включаемая в протокол испытаний:

а) ссылка на настоящий стандарт;

б) подробные данные об испытательной площадке, ее ориентация и метеорологические условия, включая скорость ветра и температуру воздуха; направление ветра, барометрическое давление, влажность и температура поверхности трассы, являются необязательными, но должны быть по возможности зарегистрированы;

в) тип средств измерений, включая ветрозащитный экран;

г) типичное значение уровня звука фонового шума;

д) идентификационные данные транспортного средства, его двигателя, системы трансмиссии, включая имеющиеся передачи, тип и размер шин, давление в шинах, глубину рисунка протектора, массу и длину испытуемого транспортного средства;

е) передачи трансмиссии или передаточные отношения, использованные при измерениях;

ж) скорость и частота вращения двигателя перед началом разгона и место, откуда начат разгон;

з) скорость транспортного средства и частота вращения двигателя в конце разгона;

и) установленное на транспортном средстве вспомогательное оборудование и его режим работы;

к) все достоверно измеренные значения уровня звука с каждой из сторон транспортного средства и направление движения транспортного средства по испытательной площадке.

Приложение А (рекомендуемое)

Неопределенность измерений

Точность рассматриваемого настоящим стандартом метода отвечает современному состоянию методов измерений, поскольку в настоящее время нет строго обоснованных и надежных данных для допустимых отклонений повторяемости и воспроизводимо-

сти измерений или норм шума транспортных средств.

Применение асфальтированных покрытий испытательной трассы в соответствии с ИСО 10844 уменьшает разброс, типичный для ранее применявшихся методов измерений. Тем не менее Международная организация по стандартизации (ISO) и Общество автомобильных инженеров (SAE) показали [3, 4], что все еще имеется некоторый разброс измеренных значений уровня звукового давления одинаковых транспортных средств, испытанных на соответствующих испытательных площадках. Характеристики транспортных средств и результаты измерений подвержены дополнительным изменениям из-за метеорологических условий. Сужение диапазона температур до 10—30 °С обычно приводит к лучшему согласию в результатах [4]. Температура, влажность и атмосферное давление могут значительно повлиять на характеристики двигателя и чувствительность микрофона. Существует составляющая неопределенности, обусловленная искривлением траектории распространения звука из-за ветра.

Более точная калибровка, повышенные требования к средствам измерений и критериям проведения измерений, установленные настоящим стандартом, уменьшают разброс уровней звукового давления. Возникающие при измерениях отклонения могут быть также обусловлены влиянием метеорологических факторов, поскольку настоящий стандарт требует или рекомендует записывать важные метеорологические параметры. Тем не менее остаются отклонения, которые не могут быть рассчитаны с требуемой точностью. Результаты испытаний на разных площадках в различных, но допустимых климатических условиях имеют нормальные отклонения ± 1 дБД, однако в предельных случаях они могут достигать ± 2 дБА. Если результаты измерений при испытаниях идентичных объектов выходят за пределы ожидаемых значений, известных из предыдущих измерений, то они должны быть оценены с учетом указанных отклонений.

Некоторые контролирующие органы предписывают занижать измеренный уровень звука на 1 дБА, чтобы учесть влияние перечисленных факторов. Однако такое достаточно произвольное изменение измеренных уровней не соответствует принципам стандартов на технические методы измерений. Если нет возможности строго контролировать параметры испытаний, то дополнительная неопределенность возникает при округлении значения измеренного уровня до ближайшего целого значения. Контроль и ограничение значений метеорологических и других параметров при технических методах измерений позволяют уменьшить эти изменения до 0,1 дБА.

Приложение В (справочное)

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам

Таблица

Обозначение ссылочного международного стандарта	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ИСО 10844:1994	ГОСТ Р 41.51—2004 (Правила ЕЭК ООН № 51) Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств, имеющих не менее четырех колес, в связи с производимым ими шумом *
МЭК 60942:2003	**
МЭК 61672-1:2002	ГОСТ 17187—81 Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний***

* Действует на территории Российской Федерации. Соответствующий национальный стандарт является неэквивалентным по отношению к его международному аналогу, поэтому рекомендуется вместе с национальным стандартом использовать перевод данного международного стандарта на русский язык.

** Соответствующий национальный или межгосударственный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод данного международного стандарта на русский язык.

*** Соответствующий межгосударственный стандарт является неэквивалентным по отношению к его международному аналогу, поэтому рекомендуется вместе с межгосударственным стандартом использовать перевод данного международного стандарта на русский язык.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. **ISO 1176:1990** Road vehicles — Masses — Vocabulary and codes.
2. **ISO 9645:1990** Acoustics — Measurement of noise emitted by two-wheeled mopeds in motion — Engineering method.
3. **Enz, W. and Steven, H.** Round Robin. Test on test tracks as proposed in ISO/TC 43/SC 1/WG 27. Report No. 10505993/01, FIGE GmbH, Herzogenrath, Germany, 1992.
4. **Schumacher, R. F., Phanuef, K. G. and Haley, W. J.** SAE Noise & Vibration Conference Report, Paper 951361 — SAE and ISO Site Variability.