

# Грузовик с приложением

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель

ООО "Издательство Машиностроение"

Главный редактор

С. Н. Педенко

Редакционный совет:

Д. Х. Валеев	В. А. Марков
В. А. Волчков	В. Ф. Платонов
М. С. Высоцкий	Г. Н. Рейзина
Л. В. Грехов	А. Н. Ременцов
Ю. М. Захарик	О. Н. Румянцева
В. А. Зорин	Е. Л. Рыбин
А. М. Иванов	Г. А. Синеговский
Н. А. Иващенко	А. Ф. Синельников
Л. Г. Красневский	В. С. Устименко
В. В. Корсаков	Х. А. Фасхиев
А. С. Кузнецов	Н. Д. Чайнов
В. Г. Мазепа	

Корпункты:

в Республике Беларусь  
(г. Минск), Я. Е. Карповский  
Тел.: (10-375-17) 214-33-71, 217-90-38  
в Украине (г. Харьков),  
В. Г. Дьяченко  
Тел. (10-380-572) 707-68-48

Адрес редакции:  
107076, Москва, Стромынский пер., 4  
Тел.: (499) 269-49-97  
E-mail: grouzovik@mashin.ru  
<http://www.mashin.ru>

Адрес издательства:  
107076, Москва, Стромынский пер., 4  
Тел.: (499) 268-38-58

Журнал зарегистрирован  
в Роскомнадзоре. Регистрационный номер  
ПИ № ФС77-42764  
от 26 ноября 2010 г.

Подписной индекс:  
по каталогу "Роспечать" 37349,  
по объединенному каталогу  
"Пресса России" 39799,  
по каталогу "Почта России" 25782

© ООО "Издательство Машиностроение",  
"Грузовик", 2012

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.



## Конструкция

- 2 Курмаев Р. Х., Коркин С. Н., Крамер А. С. Перспектива использования автономных гидравлических активных колесных модулей в автопоездах повышенной проходимости

## Эксплуатация. Ремонт

- 11 Максимов В. А., Исмаилов Р. И., Максимов П. В. Процедура списания линейных автобусов, эксплуатируемых в филиалах ГУП "Мосгортранс"  
19 Максимов В. А., Михайлов А. В., Серенький Ю. М. Факторы, влияющие на расход топлива городских автобусов

## Исследования. Расчет

- 21 Грехов Л. В., Марков В. А., Акимов В. С., Чжао Ц., Фурман В. В. Расчетные исследования электронной системы управления топливоподачей дизеля

## Качество

- 28 Гайдар С. М., Дмитревский А. Л., Быков К. В. Улучшение эксплуатационных характеристик двигателей внутреннего сгорания с применением наноматериалов  
36 Прохоренко А. А. Исследование влияния основных конструктивных параметров электрогидравлической форсунки дизеля на ее быстродействие

## Экономика

- 39 Комов П. Б. Тенденции и факторы развития мировой экономики на автомобильном транспорте

## Экология

- 42 Панов Ю. В., Почукаев М. И., Назаров М. А. Внедрение альтернативных видов топлива в филиалах ГУП "Мосгортранс"

## Выставки

- 45 Савченко А. С. Международная специализированная выставка СТТ-2012 (часть 2)  
48 Abstracts of articlers

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней

2012

# КОНСТРУКЦИЯ

УДК 629.013

Р. Х. Курмаев, канд. техн. наук, С. Н. Коркин, канд. техн. наук,  
А. С. Крамер, инж., ОАО "НАМИ – Сервис"

E-mail: rinat1982@yandex.ru

## ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ КОЛЕСНЫХ МОДУЛЕЙ В АВТОПОЕЗДАХ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

Приведены конструкции различных типов активных автопоездов повышенной проходимости. Предложены технические решения и методы компоновки автопоездов активными колесными модулями с гидрообъемным приводом колес.

Проведен анализ тяговых возможностей и оценка величины разрушающего воздействия на грунт автопоездов с активными и неактивными прицепными звенями.

**Ключевые слова:** автопоезд с активизированным прицепным звеном, гидрообъемная трансмиссия, проходимость, грунт, колесный модуль.

В связи с наращиванием мощностей различных отраслей экономики страны в зонах с плохо развитой транспортной инфраструктурой (характерной для районов Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока) для перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов требуется специализированный подвижной состав. В настоящее время в транспортном парке России — в первую очередь, в нефтегазодобывающей промышленности, лесопромышленном и строительном комплексах, сельском хозяйстве расширяется использование автопоездов, позволяющих увеличить производительность подвижного состава и снизить себестоимость грузоперевозок. Под автопоездом подразумевается комбинированное многозвенное транспортное средство, состоящее из автомобиля-тягача и прицепного звена (прицеп или полуприцеп). Причем прицепных звеньев у автопоезда может быть несколько.

В России прицепные звенья для перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов выпускают многие фирмы и заводы, такие как ООО "Спецприцеп", ЧМЗАП ОАО "Уралавтоприцеп" и др. Из западноевропейских компаний стоит упомянуть Nooteboom (Нидерланды), Goldhofer и Scheuerle (Германия), Faymonville (Бельгия) и др. В большинстве случаев автопоезда используются для перевозки грузов на дорогах общего пользования. Основ-

ным же недостатком, ограничивающим использование современных автопоездов в вышеуказанных регионах является их плохая проходимость при движении вне дорог с твердым покрытием. Для возможности эксплуатации автопоездов в условиях бездорожья существуют общезвестные способы повышения проходимости, например, за счет активизации прицепных звеньев автопоездов.

Создание активных прицепов и полуприцепов ведется уже достаточно давно. Конструкции, разработанные в нашей стране, имели преимущественно механический привод колес прицепного звена [3, 4]. К таким разработкам можно отнести автопоезда: Урал-44201-862 (10 × 10) (рис. 1), БАЗ-3405-9366 (10 × 10) (рис. 2), КрАЗ-260Д-9382 (рис. 3). Примененный в разработках силовой привод с механической передачей мощности, несмотря на использование традиционных конструктивных элементов, имеет существенные недостатки: сложная и тяжелая конструкция, трудность компоновки и общая ненадежность при передаче мощности большим количеством карданных передач. К этим недостаткам добавлялись кинематические несоответствия вращения колес тягача и активного прицепа и проблемы оптимального перераспределения необходимых сил тяги и торможения на каждое колесо автопоезда, особенно заметные на ровной дороге, на поворотах

# КОНСТРУКЦИЯ

---



Рис. 1. Автопоезд Урал-44201-862 (10×10)

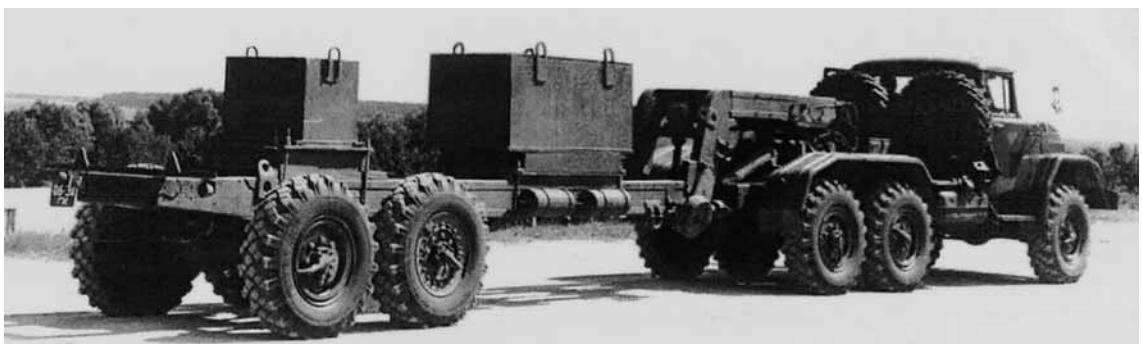


Рис. 2. Автопоезд 60091 (10×10) в составе тягача ЗИЛ-443114 и активного полуприцепа 99511



Рис. 3. Автопоезд КрАЗ-260Д-9382



Рис. 4. Автопоезд ЗИЛ-137-137Б

# КОНСТРУКЦИЯ

и при торможении. Кроме того, возможность расцепления и замены прицепного состава вообще не предусматривали.

Кроме механического привода в конструкции активных автопоездов использовался гидрообъемный привод колес прицепного звена [3, 4]. Среди подобных разработок можно выделить МАЗ-544-5246 (МАЗ-7410-5246) (12 × 12) и ЗИЛ-137-137Б (10 × 10) (рис. 4). Недостатками такого типа привода в то время были низкие КПД привода, невысокая надежность трубопроводов, отсутствие возможности управления гидромашинами.

Обшим же для этих автопоездов являлось то, что привод колес прицепных звеньев осуществлялся от двигателя автомобиля-тягача, что сильно ограничивало возможности применения тягача для других транспортных задач и возможность соединения с другими типами прицепов и полуприцепов.

Проведенный анализ конструкций позволил установить, что наиболее целесообразно для привода ведущих колес прицепных звеньев использовать бесступенчатые регулируемые трансмиссии, к которым относятся гидрообъемные и электрические приводы, имеющие ряд преимуществ по сравнению с механическими [1, 4].

В статье для привода прицепного звена рассматривается гидрообъемная трансмиссия (ГОТ), которая позволяет создать эффективную автоматическую систему управления [1, 4], обеспечивающую регулирование подводимой мощности непосредственно к каждому колесу прицепного звена.

В настоящее время технологическое развитие позволяет создавать элементы гидрообъемного привода, прежде всего, гидромашины, на качественно ином уровне: с высокой передаваемой мощ-

ностью, небольшой массы и габаритов, с высокой надежностью. Производятся регулируемые и обратимые объемные гидромашины нового поколения в транспортном исполнении, с требуемой мощностью, развивающие давления до 50 МПа с приемлемыми массово-габаритными характеристиками, с электропропорциональными системами управления через бортовые ЭВМ. Качественное изменение претерпели и быстроразъемные соединения (БРС) гидравлических шлангов; позволяющие при необходимости отсоединять прицеп или полуприцеп от тягача, в случае размещения на нем насосной станции, без потерь рабочей жидкости. Все перечисленные выше аспекты позволяют говорить о целесообразности и перспективности развития направления по применению именно ГОТ на прицепных звеньях при создании активных автопоездов.

Предлагаемые технические решения создания активных автопоездов повышенной проходимости основывается на использовании универсальной автономной гидронасосной станции (АНС), посредством которой осуществляется привод ведущих колес прицепных звеньев. Так как привод колес прицепных звеньев в этом случае осуществляется от АНС, не связанного непосредственно с двигателем тягача, то такую конструкцию можно назвать "активным колесным модулем".

В зависимости от конструкции активные колесные модули можно разделить на следующие типы:

- активный полуприцеп (2-, 3- и 4-осный) (АП 2, АП 3, АП 4) (рис. 5);
- активная подкатная тележка полуприцепного типа "доля" (АПД) (рис. 6);
- активная подкатная тележка прицепного типа (АТ) (рис. 7).

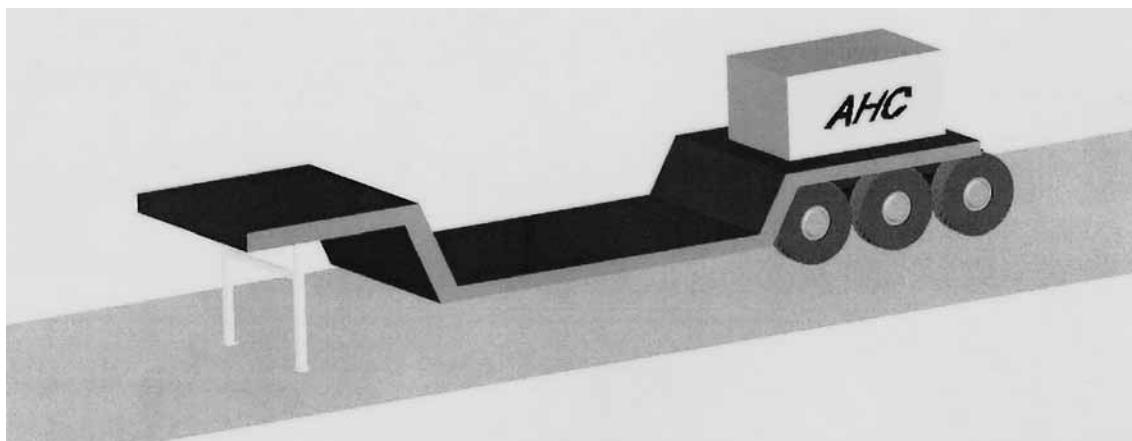


Рис. 5. Активный полуприцеп

# КОНСТРУКЦИЯ

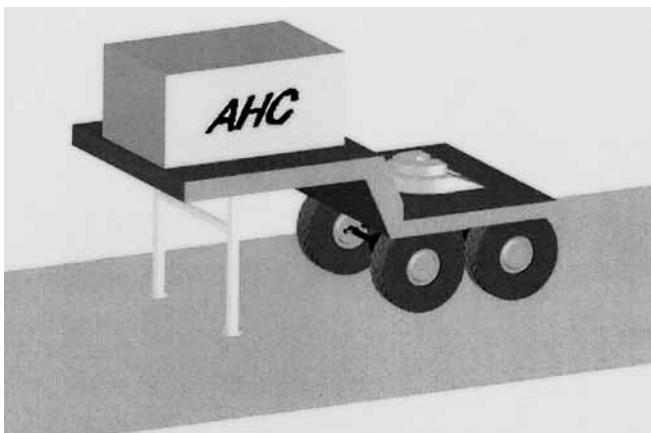


Рис. 6. Активная подкатная тележка полуприцепного типа "доля"

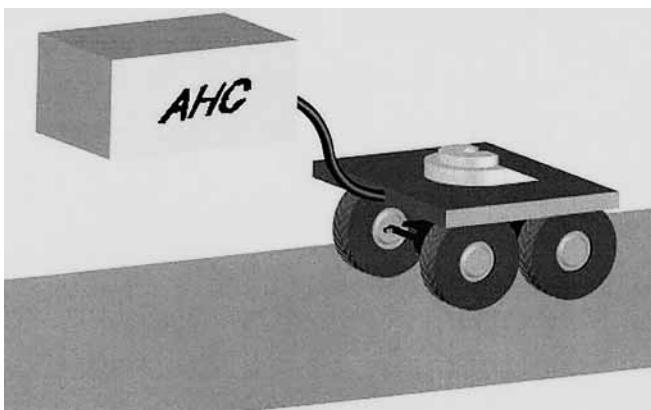


Рис. 7. Активная подкатная тележка прицепного типа

Число осей активных колесных модулей может варьироваться в зависимости от требований по габаритным размерам и грузоподъемности.

Анализ рынка современного грузового транспорта показывает отсутствие аналогов автономных гидравлических активных колесных модулей для работы в тяжелых условиях бездорожья.

В зависимости от условий и задач транспортировки груза совокупность автомобиля-тягача с различными типами активных колесных модулей образуют так называемую "модульную транспортную систему".

Модульная транспортная система предназначена для перевозки грузов массой от 14 до 54 т в зависимости от числа активных колесных модулей и типа движителя. В качестве движителя в зависимости от условий эксплуатации в конструкции автопоезда могут применяться как стандартные, так и специальные шины (в частности, пневмокатки или шины

сверхнизкого давления). Это позволяет выполнять транспортные задачи по перевозке грузов, для нужд строительных, нефтеперерабатывающих, газодобывающих, сельскохозяйственных отраслей и военно-промышленного комплекса.

Для перевозки крупногабаритных грузов по хорошим асфальтовым дорогам в основном используются автопоезда, состоящие из автомобиля-тягача и неактивного полуприцепа. Для движения автопоезда в тяжелых условиях, когда мощности двигателя тягача уже недостаточно, используется активный полуприцеп (см. рис. 5).

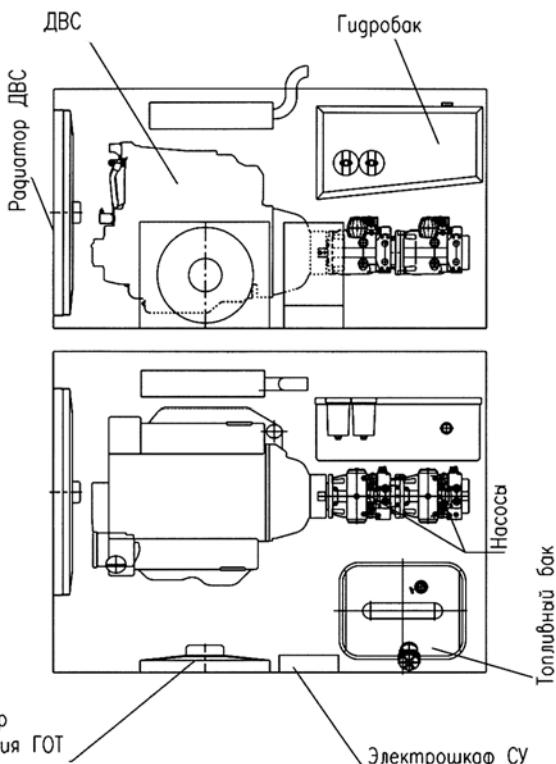
Активный полуприцеп (см. рис. 5) может представлять стандартный высокорамный полуприцеп, оснащенный стандартными ведущими мостами с усиленной подвеской, позволяющей оптимально распределять осевую нагрузку. Колеса полуприцепа приводятся в движение нерегулируемым или регулируемым гидромотором, через согласующий редуктор (который может быть либо одноступенчатым, либо двухступенчатым в зависимости от используемого гидромотора) с возможностью отключения от мостов во время транспортировки.

При возрастании массы перевозимого груза для того, чтобы снизить нагрузку на седельно-цепное устройство тягача и более равномерно распределить ее между всеми осями автопоезда используется активная подкатная тележка полуприцепного типа "доля" между тягачом и полуприцепом (см. рис. 6). Для привода колес подкатной тележки полуприцепного типа может использоваться гидроагрегат, представляющий два регулируемых гидромотора и редуктор, выполненный в едином корпусе, с возможностью передачи крутящего момента на две карданные передачи (т. е. на переднюю и заднюю оси).

Следующий тип активного колесного модуля (см. рис. 7) позволяет при перевозке грузов применять любой бортовой автомобиль с погрузкой на него автономной насосной станции. В этом случае используется либо автопоезд с активной подкатной тележкой прицепного типа и неактивным полуприцепом, или автопоезд с активной подкатной тележкой прицепного типа, и с активным полуприцепом.

Активная подкатная тележка высокой проходимости (см. рис. 7), располагается между автомобилем и полуприцепом. Автономная насосная станция находится на платформе или борту автомобиля и соединяется с тележкой быстроразъемными соединениями через гибкие трубопроводы. Схема привода колес активной подкатной тележки аналогична предыдущей конструкции.

# КОНСТРУКЦИЯ



**Рис. 8. Автономная насосная станция**

Для активных колесных модулей может быть использована автономная насосная станция, которая позволит передать крутящий момент от силовой установки на гидромоторы. В основе ее дизельный двигатель и регулируемые реверсивные насосы. Если число осей прицепных звеньев более двух, то в конструкции автономной насосной станции используется спаренный насос с большим рабочим объемом. Если число осей не превышает двух, то вполне хватает и одного насоса. АНС может быть размещена как на тягаче, так и на платформе самого колесного модуля. Схема расположения основных элементов АНС приведена на рис. 8.

В зависимости от требуемых условий эксплуатации автопоезда мощность двигателя АНС может быть различной. В табл. 1 приведены значения не-

обходимой мощности двигателя АНС для различных тяжелых дорожных условий, характеризующиеся коэффициентом сопротивления  $f$ . В табл. 1 введены следующие условные обозначения (АП 2 — активный полуприцеп двухосный; АП 3 — активный полуприцеп трехосный; АП 4 — активный полуприцеп четырехосный; АПД — активная подкатная тележка полуприцепного типа "доля"; АТ — активная подкатная тележка прицепного типа). В качестве исходных данных для расчета необходимой мощности ДВС АНС были приняты следующие: грузоподъемность колесных модулей: АП 2 — 20 т, АП 3 — 30 т, АП 4 — 40 т, АПД — 14 т, АТ — 17 т; КПД ГОТ  $\eta = 0,67$ ; средняя скорость — 10 км/ч.

Также важным этапом при проектировании автопоезда является правильный подбор гидромашин для гидрообъемного привода ведущих колес модуля. Объясняется это тем, что параметры выбранных гидромашин во многом определяют эффективность ГОТ, а значит, и эффективность рассматриваемого автопоезда. Подбор элементов ГОТ (в том числе и гидромашин) прицепного звена проводится на основании его тягово-динамического расчета по методике фирмы "Bosch Rexroth", результатом которого являются максимальные рабочие объемы насоса и гидромоторов, а также необходимые передаточные числа согласующих редукторов.

Для примера на рис. 9 представлена одна из возможных схем ГОТ 2-осного колесного модуля.

Для примера на рис. 10, 11 приведены графики сравнения результатов тягово-динамического расчета разных типов автопоездов при движении в тяжелых условиях с  $f = 0,2$ , соответствующей сухой песчаной поверхности. Автопоезд полной массой 68 т состоит из автомобиля-тягача КамАЗ 65221 ( $6 \times 6$ ) и 4-осного полуприцепа. В качестве сравнения автопоезд рассматривается в двух вариантах: 1 — с не активным полуприцепом; 2 — с активным полуприцепом (с гидрообъемным приводом колес). На рис. 10 представлен график сравнения силы тяги рассматриваемых типов автопоездов по условию [4]:  $P_k \geq P_f$ ,

Таблица 1

Дорожные условия, $f$	Диапазон необходимой мощности ДВС АНС, $N_e$ , кВт				
	АП 2	АП 3	АП 4	АПД	АТ
Грунтовая (сухая) — $0,025 \div 0,035$	21—29	31—43	41—58	18—25	14—25
Грунтовая (после дождя) — $0,05 \div 0,15$	41—124	62—185	82—247	35—107	29—87
Песчаная поверхность (сухая) — $0,1 \div 0,3$	82—247	124—371	165—495	70—210	58—173
Песчаная поверхность (влажная) — $0,06 \div 0,15$	49—124	74—185	99—247	42—105	35—87
Снежная укатанная — $0,03 \div 0,05$	25—41	37—62	49—82	21—35	17—29

# КОНСТРУКЦИЯ

где  $P_k$  — продольная сила тяги, Н, вычисляется по формуле:

$$P_k = \frac{M_e i_{\text{тр}} \eta_{\text{тр}}}{r_{\text{кс}}}, \quad (1)$$

где  $M_e$  — крутящий момент двигателя, Н·м;  $i_{\text{тр}}$  — передаточное число трансмиссии;  $\eta_{\text{тр}}$  — КПД трансмиссии;  $r_{\text{кс}}$  — радиус колеса в свободном режиме, м;

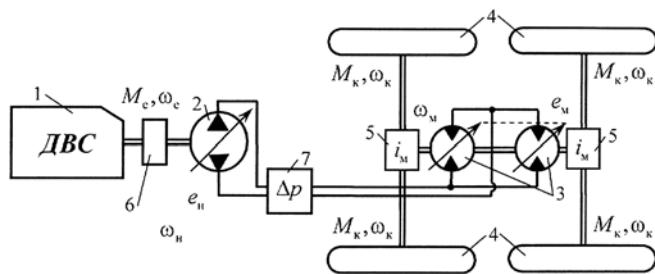


Рис. 9. Схема ГОТ колесного модуля:

1 — ДВС, установленный на колесном модуле; 2 — регулируемый насос; 3 — сдвоенный регулируемый гидромотор; 4 — ведущие колеса прицепного звена; 5 — согласующий редуктор; 6 — датчик режима работы ДВС; 7 — датчик перепада давления;  $\omega_e$  — угловая частота вращения коленчатого вала двигателя;  $\omega_h$  — угловая частота вращения насоса,  $e_h$  — параметр;  $M_b$  — крутящий момент приводного двигателя регулирования рабочего объема насоса;  $e_m$  — параметр регулирования рабочего объема гидромотора;  $M_k$  — момент на колесе;  $\omega_k$  — угловая частота вращения колеса;  $i_m$  — передаточное число моста;  $\Delta p$  — перепад давления на насосе

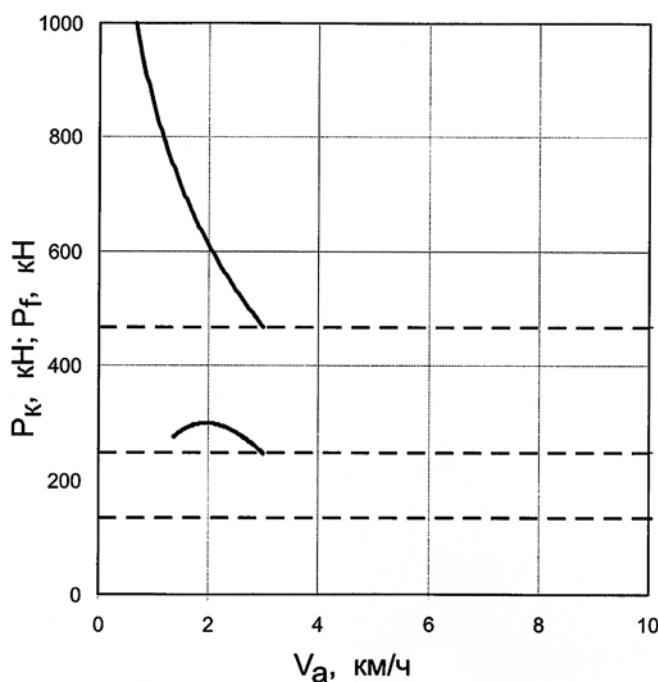


Рис. 10. Тяговая характеристика автопоезда по условию:  $P_k \geq P_f$

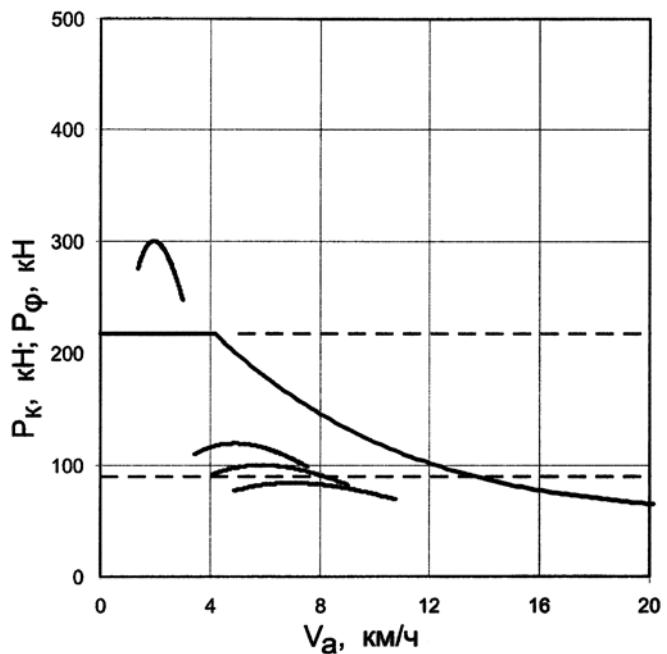


Рис. 11. Тяговая характеристика автопоезда по условию:  $P_k \leq P_\phi$

$P_f$  — сила сопротивления качению, Н, вычисляется по формуле:

$$P_f = G_a f, \quad (2)$$

где  $G_a$  — масса автомобиля, кг;  $f$  — коэффициент сопротивления качению.

Из рис. 10 видно, что неактивный автопоезд сможет преодолеть угол подъема 10° на первой пониженной передаче на скорости до 3 км/ч, а активный автопоезд угол подъема 30° на той же скорости.

На рис. 11 представлен график сравнения силы тяги рассматриваемых типов автопоездов по условию [4]:  $P_k \leq P_\phi$  (при  $\varphi = 0,3$  соответствующей сухой песчаной поверхности), где  $P_\phi$  — сила сцепления ведущих колес, Н, вычисляется по формуле:

$$P_\phi = R_z \varphi, \quad (3)$$

где  $R_z$  — нормальная реакция дороги на ведущих колесах, Н;  $\varphi$  — коэффициент сцепления.

Из рис. 11 видно, что неактивный автопоезд не сможет преодолеть условия движения при  $\varphi = 0,3$ , а активный автопоезд с такой задачей справится.

Таким образом, выше приведенные графики показывают повышение проходимости активного автопоезда по сравнению с неактивным.

Рассмотрим влияние воздействия двух типов автопоездов на экологические показатели при движении

# КОНСТРУКЦИЯ

Таблица 2

Номер оси автопоезда	Глубина колеи Н, см	
	Автопоезд	
	неактивный	активный
1	43,4	22,3
2	47,9	26,3
3	49,3	27,9
4	49,8	28,7
5	50,2	29,3
6	50,6	29,8
7	50,9	30,2

нии по грунтам. В качестве примера в табл. 2 представлены результаты расчетов глубины колеи после прохода колес двух типов автопоездов (с активным и неактивным полуприцепом) на таком типе почвы как суглинистая влажная пахота ( $c = 0,37$  (коэффициент, характеризующий начальное сопротивление грунта вдавливанию на глубине 0,01 м);  $\mu = 0,75$  (показатель степени, характеризующий закон изменения сопротивления грунта вдавливанию)). В качестве исходных данных для расчета глубины колеи автопоезда, были приняты следующие: КамАЗ 65221 (6 × 6) и полуприцеп 4-осный; полная масса автопоезда 68 т шины — ИД-304 (12.00R20).

В результате наименьшая глубина колеи образуется при движении активного автопоезда.

Чтобы оценить величину разрушающего воздействия автопоезда на грунт в зависимости от его типа, воспользуемся методом количественной оценки конструкции автомобилей по величине разрушающего воздействия на грунт, разработанного специалистами ОАО "Инновационная Фирма "НАМИ-Сервис" [5]. В основе метода лежит разработанный методический документ РД 37.083.002—2004 "Разрушающее воздействие полноприводного автомобиля на грунт. Критерии оценки. Методы определения", который содержит комплексный критерий оценки воздействия на грунт  $K_{\text{пчв}}$ , учитывающий два основных разрушающих фактора: уплотнение и сдвиг грунта вплоть до полного среза.

Поэтому критерий  $K_{\text{пчв}}$  является функцией глубины колеи автомобиля и буксования его движителем:

$$K_{\text{пчв}} = f(K_h; K_S), \quad (4)$$

где  $K_h$  — составляющая коэффициента разрушающего воздействия, зависящая от глубины прокладываемой колесным движителем колеи;  $K_S$  — составляющая коэффициента, характеризующая разру-

шающее воздействие от буксования движителей колесной машины.

Критерий  $K_{\text{пчв}}$  учитывает режимы работы автомобильного колеса, оценивая влияние величины буксования на степень разрушающего воздействия на грунт как при прямолинейном, так и при криволинейном движении автомобиля с учетом бокового уширения и сдвига грунта. Если  $K_{\text{пчв}} = 0$  — разрушающее воздействие колес автомобиля на грунт отсутствует;  $K_{\text{пчв}} = 1$  — воздействие колес на грунт приводит к невозможности восстановления нормальных процессов жизнедеятельности в следе в течение как минимум — одного года.

Поскольку этот критерий является удельным показателем, он позволяет сравнивать по уровню разрушающего воздействия на грунт колесные машины с различными схемами трансмиссий, распределением массы по осям, типами шин и разным давлением воздуха в шинах и др.

На основе существующей методики была проведена оценка влияния активизации прицепного звена автопоезда на величину разрушающего воздействия на грунт при движении по влажной суглинистой пахоте ( $c = 0,37$ ;  $\mu = 0,75$ ) по показателю  $K_{\text{пчв}}$ . В результате расчета значение  $K_{\text{пчв}}$  получили  $K_{\text{пчв}} = 0,876$  (неактивный автопоезд);  $K_{\text{пчв}} = 0,491$  (активный автопоезд).

Следовательно, за счет активизации колес полуприцепа снижается величина разрушающего воздействия автопоезда на грунт.

В зависимости от назначения автопоезда и характеристики перевозимого груза возможны различные комбинации конструкций колесных модулей. Для примера на рис. 12—16 представлены варианты возможных автопоездов с активными колесными модулями (АП, АПД, АТ) и неактивными полуприцепами (НП).

Основные преимущества применения модульных транспортных систем с активным приводом колес следующие:

- повышение проходимости и средних скоростей движения на 25 % и более;
- повышение грузоподъемности автопоезда;
- гибкость применения исходя из транспортных задач;
- возможность объединения прицепных звеньев для транспортировки длинномерных и крупногабаритных тяжелых грузов;
- снижение разрушающего воздействия на почву до 40 %.

# КОНСТРУКЦИЯ

---

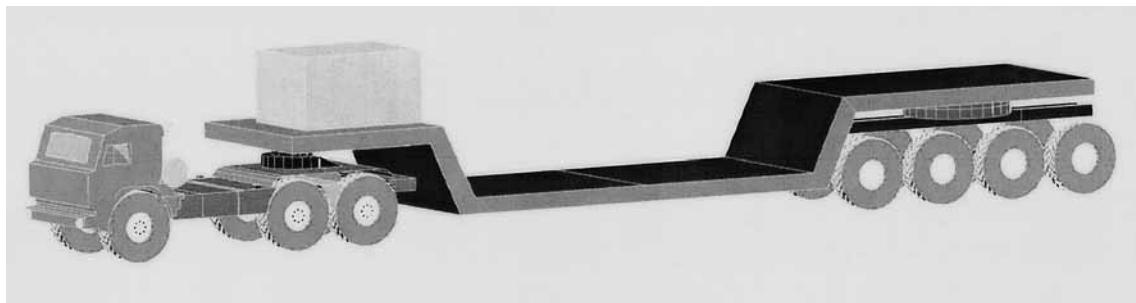


Рис. 12. Автопоезд 14×14 КамАЗ 65221 (6×6) + АП 4 (4×4), грузоподъемностью 40 т

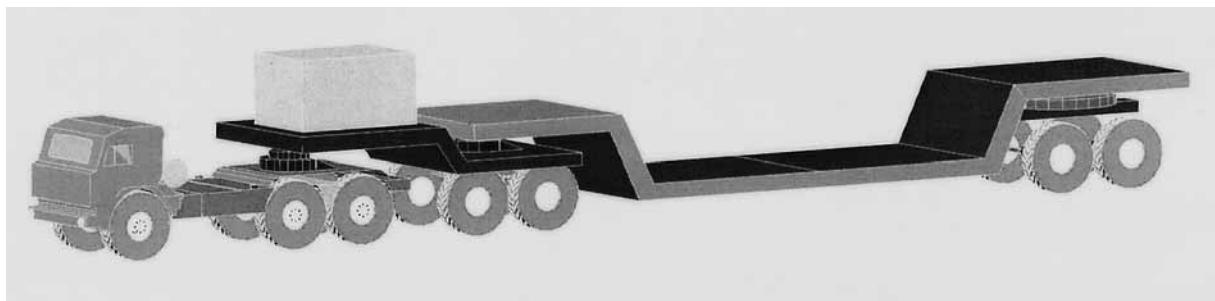


Рис. 13. Автопоезд 14×10 КамАЗ 65221 (6×6) + АПД (4×4) + НП, грузоподъемностью 34 т

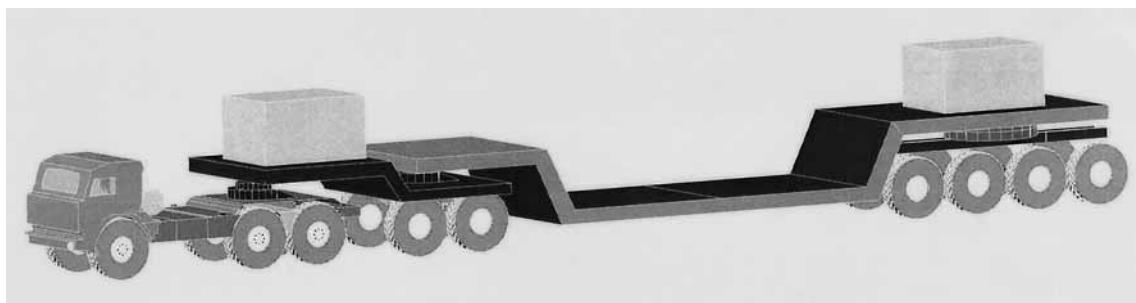


Рис. 14. Автопоезд 18×18 КамАЗ 65221 (6×6) + АПД (4×4) + АП 4 (8×8), грузоподъемностью 51 т

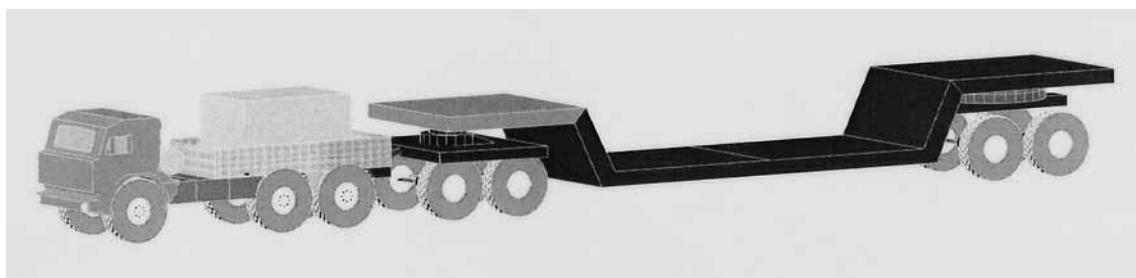


Рис. 15. Автопоезд 14×10 КамАЗ 43118 (6×6) + АТ (4×4) + НП, грузоподъемностью 37 т

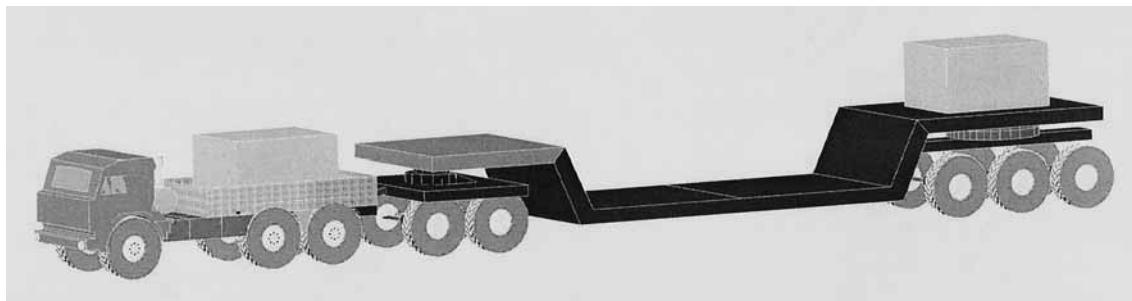


Рис. 16. Автопоезд 16 × 16 КамАЗ 43118 (6 × 6) + АТ (4 × 4) + АП 3 (6 × 6), грузоподъемностью 54 т

Таким образом, модульная концепция активного автопоезда, предусматривающая применение однотипных активных колесных модулей, является перспективной, так как обеспечивает унификацию, снижение стоимости как самого транспортного средства, так и транспортных перевозок и значительно повышает возможности транспортных предприятий.

Появление в современном парке таких транспортных машин с активными прицепными звенями можно ожидать только тогда, когда они будут иметь большую эффективность по сравнению с аналогичными машинами с традиционными механическими трансмиссиями. Получить такие результаты реально только в том случае, если ГОТ будут оснащаться системами автоматического адаптивного управления, которые в процессе движения машины из многообразия возможных вариантов будут выбирать режим работы ГОТ, обеспечивающий максимальную эффективность системы "автомобиль—двигатель—трансмиссия—двигатель—опорная поверхность".

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шухман С. Б. Гидрообъемные передачи — перспектива для полноприводных АТС [Текст] / С. Б. Шух-

ман, В. И. Соколов, Е. И. Прочко // Автомобильная промышленность, 1997. — № 6. — С. 21—23.

2. Пирковский Ю. В. Теория движения полноприводного автомобиля (прикладные вопросы оптимизации конструкции шасси) [Текст] / Ю. В. Пирковский, С. Б. Шухман. — М.: ЮНИТИ-ДАНА: Элит-2000, 2001. — 230 с.
3. Коркин С. Н. Экологические аспекты движения тяжелых специальных автопоездов в условиях бездорожья [Текст] / С. Н. Коркин, Р. Х. Курмаев, С. Е. Петров // Материалы Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) "Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров", посвященной 145-летию МГТУ "МАМИ". — М.: МГТУ "МАМИ", 2010. — Книга 1. — С. 179—185.
4. Лепешкин А. В. Приводы активизированных прицепов автопоездов [Текст] / А. В. Лепешкин, Р. Х. Курмаев, С. Е. Бочаров, Д. С. Куру // Материалы Международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров (ААИ) "Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров", посвященной 145-летию МГТУ "МАМИ". — М.: МГТУ "МАМИ", 2010. — Книга 1. — С. 227—231.
5. Шухман С. Б. Метод оценки и расчета разрушающего воздействия полноприводных автомобилей на почвогрунты: Учеб. пос. [Текст] / С. Б. Шухман, А. С. Переладов, С. Н. Коркин. — М.: Агробизнесцентр, 2010.

## Расширение дилерской сети

ОАО "КАМАЗ" приступил к расширению своей дилерской сети в регионах. Такая потребность возникла в связи с необходимостью более полного охвата потребителей комплексом услуг по продаже и сервису продукции. Процесс создания новых дилерских центров получит развитие в Приморском и Забайкальском краях, Ивановской, Тульской, Костромской, Брянской, Орловской, Томской и Псковской областях, в Бурятии и Карелии, а также в Ямало-Ненецком автономном округе.

Напомним, что официальным дилером является предприятие, заключившее дилерское соглашение с ОАО "КАМАЗ", которое приобретает на основании договоров купли-продажи в ОАО "КАМАЗ" продукцию производителя — автомобили и запасные части — для дальнейшей их реализации, гарантийного и текущего обслуживания в соответствии с условиями дилерского соглашения.

Департамент по связям с общественностью ОАО "КАМАЗ"

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

УДК 629.341:657.372.3

**В. А. Максимов**, д-р техн. наук, проф., МАДИ,

**Р. И. Исмаилов**, канд. техн. наук, **П. В. Максимов**, инж., ГУП "Мосгортранс"

E-mail: vamaximov57@mail.ru

## ПРОЦЕДУРА СПИСАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ АВТОБУСОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В ФИЛИАЛАХ ГУП "МОСГОРТРАНС"

*Рассмотрена рациональная процедура списания линейных автобусов, эксплуатируемых в филиалах ГУП "Мосгортранс"*

**Ключевые слова:** линейные автобусы, основные средства, предельное техническое или физическое состояние, восстановительный ремонт, транспортное средство, предприятие, балансовая стоимость, остаточная стоимость.

В настоящее время в филиалах ГУП "Мосгортранс" эксплуатируется свыше 6 тыс. линейных автобусов различных марок и моделей, классов и вместимостей, начиная от автобусов малой вместимости типа Fiat Ducato и заканчивая сочлененными автобусами особо большой вместимости типа ЛиАЗ-62132.

Автобусы, эксплуатируемые в филиалах ГУП "Мосгортранс", также как и здания, сооружения, машины и оборудование и другое имущество относятся к основным средствам филиалов, которые с течением времени переносят свою стоимость на себестоимость предоставляемых услуг, т. е. на себестоимость перевозок.

Как и любое основное средство, линейные автобусы имеют свой срок полезного использования и, как любая материальная продукция, автобусы с течением времени изнашиваются и становятся непригодными к дальнейшей эксплуатации.

По достижению автобусом своего предельного технического или физического состояния, когда его дальнейшая эксплуатация или восстановительный ремонт являются экономически нецелесообразными или, когда автобус по каким-то иным причинам не может выполнять функции, происходит его выбытие с баланса предприятия.

Одним из случаев выбытия линейного автобуса с баланса предприятия является его списание.

Для объективной оценки технического и физического состояния подвижного состава приказом по

парку создается постоянно действующая комиссия, которая осуществляет осмотр списываемого транспортного средства (ТС) и, основываясь на технической документации и учетных данных (пробег ТС, число заявок на ремонт и т. д.) определяет объем разрушений и непригодность автобуса к его дальнейшей эксплуатации или восстановлению.

Линейные автобусы, эксплуатируемые в филиалах ГУП "Мосгортранс", могут списываться в трех случаях:

- если срок полезного использования автобуса истек, остаточная стоимость его равна нулю и комиссия предприятия дает заключение о том, что дальнейшая эксплуатация или восстановительный ремонт автобуса являются экономически нецелесообразными;
- если автобус имеет остаточную стоимость, но он выведен из строя в результате аварии, пожара или стихийного бедствия и не может выполнять возложенные на него функции;
- если автобус признается непригодным для дальнейшей эксплуатации по причине физического и/или морального износа со сроком эксплуатации свыше 7 лет, а капитальный ремонт данного ТС является экономически нецелесообразным.

На основании Постановления Правительства РФ от 01.01.2002 г. № 1 "О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы", с внесенными изменениями от 16.11.2006 г. № 697

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Таблица 1

**Сроки полезного использования линейных автобусов, приобретаемых и эксплуатируемых ГУП "Мосгортранс" с 01.01.2007 г.**

№ по пор.	Автобусы	Код по ОКОФ по Постановлению Правительства РФ от 01.01.2002 г. № 1	Амортизационная группа	Срок полезного использования, установленного для филиалов ГУП "Мосгортранс" с учетом условий эксплуатации, лет
1	Автобусы особо малые длиной до 7,5 м	15 3410250	3	5
2	Автобусы средние городские и экскурсионные длиной от 8 до 12 м	15 3410271	4	7
3	Автобусы большие городские и экскурсионные длиной до 12 м	15 3410281	4	7
4	Автобусы прочие длиной от 12 до 16,5 м	15 3410300	4	7
5	Автобусы особо большие, в том числе сочлененные, длиной от 16,5 до 24 м	15 3410291	5	9

и на основании приказа ГУП "Мосгортранс" "О сроках полезного использования амортизационного имущества, приобретаемого с 01.01.2007 г.", автобусы, которые эксплуатируются в филиалах ГУП "Мосгортранс" имеют сроки полезного использования, которые приведены в табл. 1.

На автобусы, зачисленные на баланс предприятия до 01.01.2007 г., амортизационные отчисления начисляются в соответствии с приказом ГУП "Мосгортранс" от 19.02.2002 г. № 50.

Для списания автобусов, работающих в филиале и срок полезного использования которых полностью истек и, у которых отсутствует остаточная стоимость, необходимо подготовить следующий пакет документов в вышестоящую организацию:

- сопроводительное письмо за подписью директора филиала;
- копию инвентарной карточки основного средства, которая должна быть заверена подписью главного бухгалтера и печатью предприятия;
- акт формы ОС-4а (3 экземпляра) (приложение 1);
- сводную ведомость списываемого подвижного состава (3 экз.) (приложение 2);
- выписка из паспорта имущественного комплекса (приложения 3);
- справка о сроках службы агрегатов списываемого транспортного средства (приложение 4);
- справка о сроках службы автошин списываемого транспортного средства (приложение 5);

- копию ПТС, которая должна быть заверена подписью главного бухгалтера и круглой печатью предприятия;
- пояснительную записку по списываемому основному средству (приложение 6).

Инвентарная карточка основного средства ведется и хранится в бухгалтерии. В карточку заносится информация об износе основного средства, первоначальной его балансовой стоимости, модели основного средства, норме амортизации, коде ОКОФ и т. д.

Копия инвентарной карточки заверяется подписью главного бухгалтера и печатью предприятия.

Акт ОС-4а имеет унифицированную форму и утвержден постановлением Госкомитета России от 21.02.2003 № 7. Акт подписывается председателем комиссии, членами комиссии, утверждается директором предприятия и заверяется печатью предприятия, которая ставится на подпись директора и подписи комиссии.

Председателем комиссии по списанию является главный инженер предприятия, а членами комиссии — главный бухгалтер, начальник ОТК, зам. главного инженера или начальник комплекса текущего ремонта, которые назначаются приказом по парку.

Сводная ведомость на списание линейного подвижного состава подписывается директором и главным бухгалтером и заверяется печатью предприятия. Ведомость составляется в трех экземплярах.

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Выписка из паспорта имущественного комплекса составляется работником бухгалтерии, подписывается директором предприятия и главным бухгалтером и заверяется печатью предприятия.

Справка о сроках службы агрегатов списываемого транспортного средства составляется на основании сбора и обработки информации о пробеге ТС, числе капитальных ремонтов ТС и его агрегатов и т. д. Справка подписывается главным бухгалтером и начальником производства и заверяется подписью руководителя предприятия.

Справка о сроках службы автошин списываемого транспортного средства составляется на основании сбора и обработки информации о нормативном пробеге шин до их списания и фактическом пробеге шин. Справка подписывается техником по учету шин.

Пояснительная записка по списываемому основному средству должна содержать информацию о том, какой модели автобус списывается, год его выпуска, год ввода в эксплуатацию, какой государственный номер стоит на автобусе, какой гаражный номер у автобуса, первоначальная его балансовая стоимость, остаточная стоимость, код по ОКОФ, норма амортизационных отчислений и т. д. Записка подписывается главным бухгалтером и заверяется печатью предприятия.

Для списания линейного подвижного состава, выведенного из строя в результате аварии, пожара, стихийного бедствия, дополнительно прикладываются следующие документы:

- копия акта об аварии (пожаре, стихийном бедствии), составленного с участием представителей ГИБДД, противопожарной безопасности, МЧС, с указанием причин, вызвавших разрушение объекта;
- акт-заключение ремонтного завода ГУП "Мосгортранс" о непригодности к восстановлению или экономической нецелесообразности восстановительного ремонта;
- в случае если объект списания находится под арестом, запретом, приобщен к уголовному делу в качестве вещественного доказательства, представляется документ (постановление, решение и т. п.) судебно-следственных органов о снятии ограничений;
- прикладывается справка об источнике возмещения убытков от списания (за счет страховой компа-

нии, виновной стороны, за счет хозяйственной деятельности предприятия и т. д.).

Для списания линейного подвижного состава, непригодного для дальнейшей эксплуатации по причине физического и/или морального износа со сроком эксплуатации свыше 7 лет, дополнительно прилагается:

- акт-заключение ремонтного завода ГУП "Мосгортранс", осуществляющего капитальный ремонт данного типа транспортных средств, о непригодности объекта к ремонту или экономической нецелесообразности ремонта.

После сбора всего пакета документов на списание транспортного средства, его отправляют в отдел автобусного транспорта — сектор подвижного состава ГУП "Мосгортранс".

В течение 20 дней с момента отправки пакета документов, отдел автобусного транспорта принимает одно из следующих решений:

- подготовить указание ГУП "Мосгортранс" о списании;
- отправить документы на доработку в филиал;
- отказать в списании данного автобуса.

Указание о списании подписывается зам. генерального директора ГУП "Мосгортранс".

На основании указания ГУП "Мосгортранс" директор предприятия в трехдневный срок издает приказ по парку о снятии автобуса с эксплуатации, с учета в ГИБДД, с баланса предприятия, о разборке автобуса и оприходыванию пригодных к дальнейшему использованию агрегатов автобуса.

В десятидневный срок после издания приказа о списании, автобус разделяется на отдельные узлы, агрегаты и детали.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. — 3-е изд., перераб. и допол. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. — М.: Наука, 2001. — 535 с.
2. Болдин А. П. Основы научных исследований и УНИРС: Учебное пособие. Часть 2. Специальные методы и методологические подходы. / А. П. Болдин, В. А. Максимов. — М.: МАДИ (ГТУ), 2004. — 181 с.
3. Максимов В. А. Рекомендации по списанию автобусов. В кн.: Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей. Материалы X Международной научно-практической конференции 27—29 июня 2005 г. / В. А. Максимов, В. Н. Прокопьев. — Владимир, 2005. — С. 114.

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Приложение 1

## Акт формы ОС-4а

"Согласовано"  
Заместитель генерального директора  
ГУП "Мосгортранс"

В. В. Бакланов

"\_\_\_\_\_" 20\_\_ г.

Унифицированная форма № ОС-4а  
Утверждена постановлением Госкомстата России  
от 21.01.2003 № 7

Форма по ОКУД	
по ОКПО	

ГУП "Мосгортранс"

(наименование организации)

Филиал 21 автобусный парк ГУП Мосгортранс"

(структурное подразделение)

Дата списания с бухгалтерского учета

Счет, субсчет, код аналитического учета

### УТВЕРЖДАЮ

Номер документа	Дата составления	Руководитель	А.А. Иванов
АКТ	19	Директор (должность)	(расшифровка подписи)

### о списании автотранспортных средств

" 15 " июня 20\_\_ г.

Автотранспортное средство Автобус ЛиАЗ 52625

(наименование, марка, модель, тип)

Номер	заводской	XTY525625100 07838
	регистрационный	AC 097 77
	инвентарный	21512

Причина списания Предельный износ

Материально-ответственное лицо Начальник колонны

(должность)

Петров А.А.

(фамилия, инициалы)

Табельный номер

500

### 1. Сведения о техническом состоянии автотранспортного средства на дату списания

### 2. Сведения о стоимости автотранспортного средства на дату списания с бухгалтерского учета

Дата					Пробег, км		Первоначальная стоимость на момент принятия к бухгалтерскому учету или восстановительная стоимость, руб.	Сумма начисленной амортизации, руб.	Остаточная стоимость
года выпуска	ввода в эксплуатацию (месяц, год)	принятия к бухгалтерскому учету	последнего капитального ремонта	снятия с учета в ГИБДД (ГАИ)	с начала эксплуатации	после последнего капитального ремонта			
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
2001	2.2002	1.2.2002			588 230		1 637 091	1 637 091	—

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Продолжение приложения 1

## 3. Краткая характеристика объекта основных средств

Номер по порядку	Номер			Грузо-подъемность, вместимость	Масса объекта по паспорту, т	Содержание драгоценных металлов				
	технического паспорта	двигателя	шасси			наименование драгоценного металла	номенклатурный номер	единица измерения	количество	масса
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	50 KA 523276	CAT3116 ДИААААС/7 JL01908	XFY52562510 007838	89 чел.	9,305	золото  серебро палладий		грамм  грамм грамм	0,0197  2,6854 0,0087	

Другие характеристики

Автобус имеет коррозионное разрушение каркаса кузова и обрыв ферм в узлах крепления подвески переднего и заднего мостов

Заключение

комиссии: В результате коррозийного разрушения каркаса кузова и обрыва ферм в узлах крепления подвески переднего и заднего мостов автобус к эксплуатации не пригоден и подлежит списанию

Перечень прилагаемых документов

Справка о годности агрегатов, справка о годности шин,

Пояснительная записка по списанию основных средств, выписка из паспорта имущественного комплекса

Председатель комиссии

Главный инженер  
(должность)

(подпись)

(расшифровка подписи)

Члены комиссии

Главный бухгалтер  
(должность)

(подпись)

(расшифровка подписи)

Начальник ОТК  
(должность)

(подпись)

(расшифровка подписи)

Зам. главного инженера  
(должность)

(подпись)

(расшифровка подписи)

## 4. Сведения о принятии к бухгалтерскому учету демонтированных основных деталей и узлов

Подлежат принятию к бухгалтерскому учету детали, узлы								
номер			наименование	единица измерения	число	стоимость, руб.		Примечание
по порядку	по каталогу	номенклатурный				единицы	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			Двигатель	шт.	1	12 500	12 500	
2			ГМП	шт.	1	12 300	12 300	
3			Задний мост	шт.	1	7100	7100	
4			Жидкостной подогреватель	шт.	1	1400	1400	
5			Аккумуляторы	шт.	2	2064,4	4128,8	
6			Автошины	шт.	6	—	—	
7			Металлолом черный	т	5	7800	39 000	
8			Металлолом цветной	т	0,1	26 000	2600	
						Итого:	79028,8	

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

## **Продолжение приложения 1**

##### **5. Сведения о затратах, связанных со списанием автотранспортных средств с бухгалтерского учета, и о поступлении материальных ценностей от их списания**

Затраты на демонтаж и списание					Поступило от списания								
вид работы	документ, дата, номер	корреспонденция счетов		сумма, руб.	документ, дата, номер	материальные ценности						корреспонденция счетов	
		дебет	кредит			наименование	номер	единица измерения	число	стоимость, руб.		дебет	кредит
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Наряды на разработку и резку				4800									
Итого				4800						Итого			

Результаты списания \_\_\_\_\_

Выручка от реализации \_\_\_\_\_ руб.

В инвентарной карточке учета объектов основных средств списание отмечено

Главный бухгалтер  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

П.П. Сидоров  
(расшифровка подписи)

## Приложение 2

"Согласовано"

# Начальник отдела автобусного транспорта ГУП "Мосгортранс"

" " 20 г.

**Ведомость**  
**на списание подвижного состава линейного транспорта по филиалу**

ГУП "Мосгортранс" в \_\_\_\_\_ месяце 201 \_\_\_ г.

№ по пор.	
Марка автобуса	
Государственный номер	
Гаражный номер	
Номер шасси (кузова)	
Годы выпуска	
Пробег с начала эксплуатации, км	
Дата последнего капитального ремонта	
Пробег после капитального ремонта, км	
Перво-надальная	Балансовая стоимость, руб.
Восстановленная	
Начислено, износ, руб.	Остаточная стоимость, руб.
Всего	
В том числе от пересечки	
	Основание для списания

## Директор

## Главный бухгалтер

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

**Приложение 3**

## Выписка из паспорта имущественного комплекса филиала

ГУП "Мосгортранс" на "\_\_\_" 201\_\_\_ г.

№ по пор.	Инвентарный номер	Марка и модель объекта списания	Год ввода в эксплуатацию	Балансовая стоимость, руб.	Фактический износ		Остаточная стоимость, руб.
					руб.	%	
1							
2							
3							
4							
5							

Директор парка

Главный бухгалтер

**Приложение 4**

## СПРАВКА

о сроках службы агрегатов автобуса марки \_\_\_\_\_, гаражный № \_\_\_\_\_  
государственный № \_\_\_\_\_, подлежащего списанию

№ по пор.	Основные узлы агрегата	Дата ввода в эксплуатацию год, месяц	Состояние при вводе в эксплуатацию (новый или б/у)	Наработка		Остаточный ресурс, %
				км	мoto-ч	
1	2	3	4	5	6	7
1	Кузов					
2	Двигатель					
3	КПП (ГМП)					
4	Ведущий мост					
5	Средняя ось					
5	Передняя ось					
6	Карданный вал					
7	Рулевое управление					
8	Жидкостной подогреватель					
9	Радиатор					
10	Аккумуляторы					

Главный бухгалтер

Начальник производства

**Приложение 5**

## СПРАВКА

о пробегах автошин автобуса марки \_\_\_\_\_  
гаражный номер \_\_\_\_\_, подлежащего списанию

№ по пор.	Маркировка автошины	Марка автошины	Заводской номер	Новая, б/у или восстановленная методом наложения протектора	Дата установки	Пробег на дату списания	% годности по пробегу
1							
2							

Техник по учету шин \_\_\_\_\_  
(подпись, число и расшифровка)

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

---

Приложение 6

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА по списанию основного средства (линейного автобуса) по филиалу \_\_\_\_\_ ГУП "Мосгортранс"

Автобус марки \_\_\_\_\_, гос. № \_\_\_\_\_, гаражный № \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ года выпуска, поступил на предприятие \_\_\_\_\_ (дата ввода в эксплуатацию) с первоначальной балансовой стоимостью \_\_\_\_\_ руб.

На 01.01.1998 г. — деноминация

Балансовая стоимость \_\_\_\_\_ руб.

В апреле 2003 г. — произвели капитальный ремонт автобуса авиозо \_\_\_\_\_ от ГУП "Мосгортранс"

Балансовая стоимость \_\_\_\_\_ руб.

На дату списания (указать точную дату)

Балансовая стоимость \_\_\_\_\_ руб.

Износ \_\_\_\_\_ руб.

Остаточная стоимость \_\_\_\_\_ руб.

Срок полезного использования автобуса \_\_\_\_\_ лет

Код по ОКОФ \_\_\_\_\_ (если автобус введен в эксплуатацию до 01.01.2002 г., то необходимо указать норму амортизационных отчислений и шифр)

Главный бухгалтер

УДК 629.341:621.182.3

В. А. Максимов, д-р техн. наук, проф., А. В. Михайлов, магистр,

Ю. М. Серенький, инж., МАДИ

E-mail: vamaximov57@mail.ru

---

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСХОД ТОПЛИВА ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

---

*Меняющаяся дорожная ситуация в г. Москве, вносит корректировки в нагрузочный и скоростной режимы движения городских автобусов. Изменяются объемы расхода топливо-смазочных материалов (ТСМ), что приводит к необходимости периодического пересмотра маршрутных норм расхода ТСМ.*

**Ключевые слова:** автобус, эксплуатационная скорость, сложность маршрута, атмосферные условия, пассажировместимость, расход топлива, светофоры на маршруте.

---

Авторами был проведен эксперимент, в процессе которого были собраны данные по расходу топлива автобусов ЛиАЗ-6212 в условиях 14-го автобусного парка ГУП "Мосгортранс".

Были выделены факторы, оказывающие влияние на расход топлива городских автобусов на маршруте. В частности, к ним относятся факторы сложности маршрута движения:

- эксплуатационная скорость и скорость сообщения, км/ч;
- среднее расстояние между технологическими остановками (средняя длина перегона), км;
- удельное число технологических остановок на маршруте, шт/км;
- удельное число светофоров на маршруте, шт/км;
- удельное число поворотов на маршруте, шт/км;
- плотность транспортного потока, авт/100 м;
- коэффициент использования пассажировместимости;
- удельное число пересечений с главной дорогой, шт/км;
- загрузка салона автобуса;
- вид перекрестка;
- число торможений;
- число полос в направлении движения автобуса;
- состояние дорожного покрытия;
- время рейса;
- время наполнения салона на технологических остановках;
- атмосферные условия (температура, влажность, атмосферное давление и т. д.).
- время задержек на случайных остановках.

Существует гораздо больше факторов, но приведенные выше, оказывают наибольшее влияние на расход топлива.

Так же можно учитывать:

- личные качества водителя (стаж, класс, стаж работы на конкретном маршруте, и т. д.);
- своевременность проведения плановых ремонтов и ТО;
- качество выполнения ТО, ТР и КР (качество запасных частей, стаж работы ремонтного рабочего, добросовестность ремонтного рабочего и т. д.);
- качество ТСМ;
- особенности конструкции транспортного средства (модель двигателя, АКПП или КПП, и т. д.);
- пробег транспортного средства с начала эксплуатации;
- состояние шин.

Последние факторы почти не применяются, так как сложно их оценить в численном виде. Чем больше факторов влияющих на расход топлива, будет учитываться при построении математической модели, тем более достоверный результат получим.

Обзор исследований по проблеме нормирования маршрутного расхода топлива городскими автобусами, а также теоретических разработок по данному вопросу позволил выделить группу из пяти факторов, которые оказывают значительное влияние на расход топлива на маршруте:  $X_1$  — средняя эксплуатационная скорость, км/ч;  $X_2$  — средняя длина перегона, км;  $X_3$  — удельное число поворотов на маршруте, шт/км;  $X_4$  — фактическое наполнение салона на 1  $m^2$ ;  $X_5$  — среднесуточный пробег, км.

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Матрица коэффициентов парной корреляции

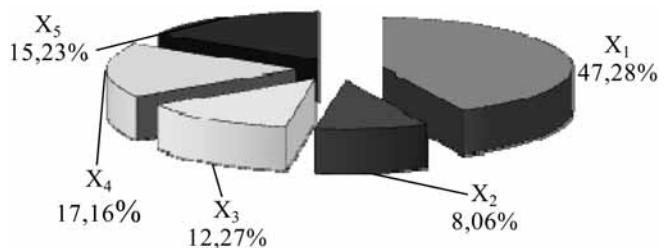
	Q	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
Q	1,00	-0,42	-0,27	0,17	-0,04	-0,26
X <sub>1</sub>	-0,42	1,00	0,62	-0,39	-0,30	0,48
X <sub>2</sub>	-0,27	0,62	1,00	-0,07	0,14	0,55
X <sub>3</sub>	0,17	-0,39	-0,07	1,00	0,21	-0,08
X <sub>4</sub>	-0,04	-0,30	0,14	0,21	1,00	0,39
X <sub>5</sub>	-0,26	0,48	0,55	-0,08	0,39	1,00

Для выявления влияния приведенных выше факторов на маршрутный расход топлива автобусов ЛиАЗ-6212 проводился корреляционно-регрессионный анализ. Для этого была построена матрица коэффициентов парной корреляции (таблица). Данная матрица может быть построена и по большему числу факторов, а численные значения коэффициентов парной корреляции помогут оценить степень влияния фактора на расход топлива на маршруте и степень влияния факторов друг на друга.

С помощью этой матрицы были определены взаимно-коррелируемые факторы, которые были подвергнуты компонентному анализу, методом главных компонент. Из таблицы видно, что таковыми являются все рассматриваемые факторы.

В результате проведения компонентного анализа были вычислены собственные значения, дисперсии, факторные нагрузки главных компонент. Было определено оптимальное положение главных компонент (вращение осей различными методами). По результатам расчетов была выбрана трехкомпонентная модель, без вращения компонент. Проверка выделенной математической модели на значимость подтвердила хорошую сходимость функции с экспериментальными данными.

$$Q_{\text{АСКП}}^{\text{ЛиАЗ-6212}} = 65,832 - 0,105X_1 - 1,046X_2 + \\ + 1,157X_3 + 0,166X_4 - 0,007X_5.$$



Влияние факторов условий эксплуатации на расход топлива автобуса ЛиАЗ-6212

В результате данного анализа выбранной математической модели было выяснено, что доминирующее значение на расход топлива автобуса ЛиАЗ-6212, оснащенного АСКП, оказывает средняя эксплуатационная скорость — 47,28 %, на втором месте по влиянию находится фактическое наполнение салона — 17,16 %, на третьем месте по влиянию находится среднесуточный пробег — 15,23 %, на четвертом месте — удельное число поворотов на маршруте — 12,27 %, и, наконец, самое маленькое влияние оказывает средняя длина перегона — 8,06 %.

Графическая интерпретация весового влияния факторов на расход топлива отображена на рисунке.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дубров А. М. Многомерные статистические методы: Учебное пособие для экономических специальностей вузов [Текст] / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 350 с.
2. Сошникова Л. А. Многомерный статистический анализ в экономике: Учебное пособие для вузов [Текст] / Л. А. Сошникова, В. Н. Тамашевич, Г. Уэбе, М. Шеффер. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. — 598 с.
3. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ [Текст] / Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др.; пер с англ. А. М. Хотинского, С. Б. Королева. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 215 с.
4. Электронный учебник по статистике. — М.: StatSoft, Inc. (2001).

## Набор персонала продолжается

ОАО "КАМАЗ" продолжает набор персонала на рабочие специальности. Требуются работники самых разных направлений — операторы, слесари, машинисты, наладчики, электрогазосварщики, фрезеровщики, водители и другие.

Так, по плану комплектования подразделений ОАО "КАМАЗ" на июнь 2012 года, Металлургический комплекс готов принять на работу 203 человека, автомобильный завод — 244 человека, прессово-рамный завод — 387, завод двигателей — 219. Как правило, требуются люди со средним и средним специальным образованием. Предусмотрена возможность их дальнейшего обучения и повышения квалификации. Для многих вакансий существуют дополнительные социальные гарантии, в том числе предоставление общежития, что позволит привлечь иногородних специалистов.

Всего планируется трудоустроить почти 1200 представителей как основных, так и вспомогательных рабочих специальностей.

Департамент по связям с общественностью ОАО "КАМАЗ"

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

УДК 621.436

Л. В. Грехов, д-р техн. наук, проф., В. А. Марков, д-р техн. наук, проф.,

В. С. Акимов, асп., Ц. Чжао, асп., МГТУ им. Н. Э. Баумана,

В. В. Фурман, инж., ООО "ППП Дизельавтоматика"

E-mail: markov@power.bmstu.ru

## РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТОПЛИВОПОДАЧЕЙ ДИЗЕЛЯ

Представлена конструкция электронной системы управления топливоподачей транспортного дизеля.

Приведены результаты расчетных исследований системы топливоподачи с электронным управлением.

Показана возможность оптимизации конструктивных параметров этой системы для снижения расхода топлива, а в дальнейшем — улучшения показателей токсичности отработавших газов.

**Ключевые слова:** дизель, система управления, переходный процесс, оптимизация, токсичность отработавших газов.

Жесткие нормы на выбросы вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) дизельных двигателей транспортного назначения невозможно выполнить без использования возможностей гибкого электронного управления процессом топливоподачи. Применение в системах регулирования электронных элементов существенно расширяет формирование сложных законов регулирования: появляется возможность комплексной оптимизации работы двигателя как основного элемента энергетической установки [1]. Проведение такой оптимизации осложняется тем, что возникает необходимость комплексного взаимосвязанного управления сразу несколькими параметрами по некоторым критериям, ряд критериев оптимизации имеет разнонаправленный характер, а транспортный дизельный двигатель является многорежимным и работает в широком диапазоне изменения скоростных режимов и нагрузок. При этом на каждом эксплуатационном режиме необходимо обеспечить наиболее благоприятный компромисс между показателями топливной экономичности и токсичности ОГ. В частности, на режимах с высокой нагрузкой приоритет в регулировании угла опережения впрыскивания топлива (УОВТ) имеет критерий минимума выбросов оксидов азота  $\text{NO}_x$ , а на режимах малых нагрузок для сокращения расхода топлива и дымности УОВТ может быть увеличен. Противоречивую задачу снижения расхода топлива и эмиссии твердых частиц с одной стороны, шумности работы и эмиссии  $\text{NO}_x$  — с другой можно решить с помо-

щью электронного управления. В разделенных системах топливоподачи с топливным насосом высокого давления (ТНВД) и механическим регулятором, как правило, реализуется управление УОВТ по одному режимному параметру (по частоте вращения), в то время как для всесторонней оптимизации рабочего процесса необходимо учитывать, по крайней мере — 5–8 параметров (частоту вращения, нагрузку, параметры воздуха и топлива и др.). Требуемые сложные законы регулирования УОВТ реализуются при использовании топливоподающей аппаратуры (ТПА) с электронным управлением.

Следует отметить, что оснащение двигателя системой электронного управления топливоподачей не всегда связано с полной заменой ТПА. При использовании ТПА с индивидуальными ТНВД с электроуправляемым клапаном на сливе отпадает необходимость в привычной дозирующей рейке, механизме поворота плунжера, а плунжер лишается усложненной золотниковой части. Но при этом используется обычная форсунка, сохраняются привычные компоновочные решения, приемы обслуживания и регулировки. В отличие от традиционных ТНВД с дросселированием топлива на линии нагнетания, здесь нет потерь топлива во время подачи, впрыскивание начинается энергично, имеет место четкая отсечка, а способ регулирования не снижает давления впрыскивания, сохраняется возможность индивидуальной подачи топлива по цилиндрам. В такой ап-

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

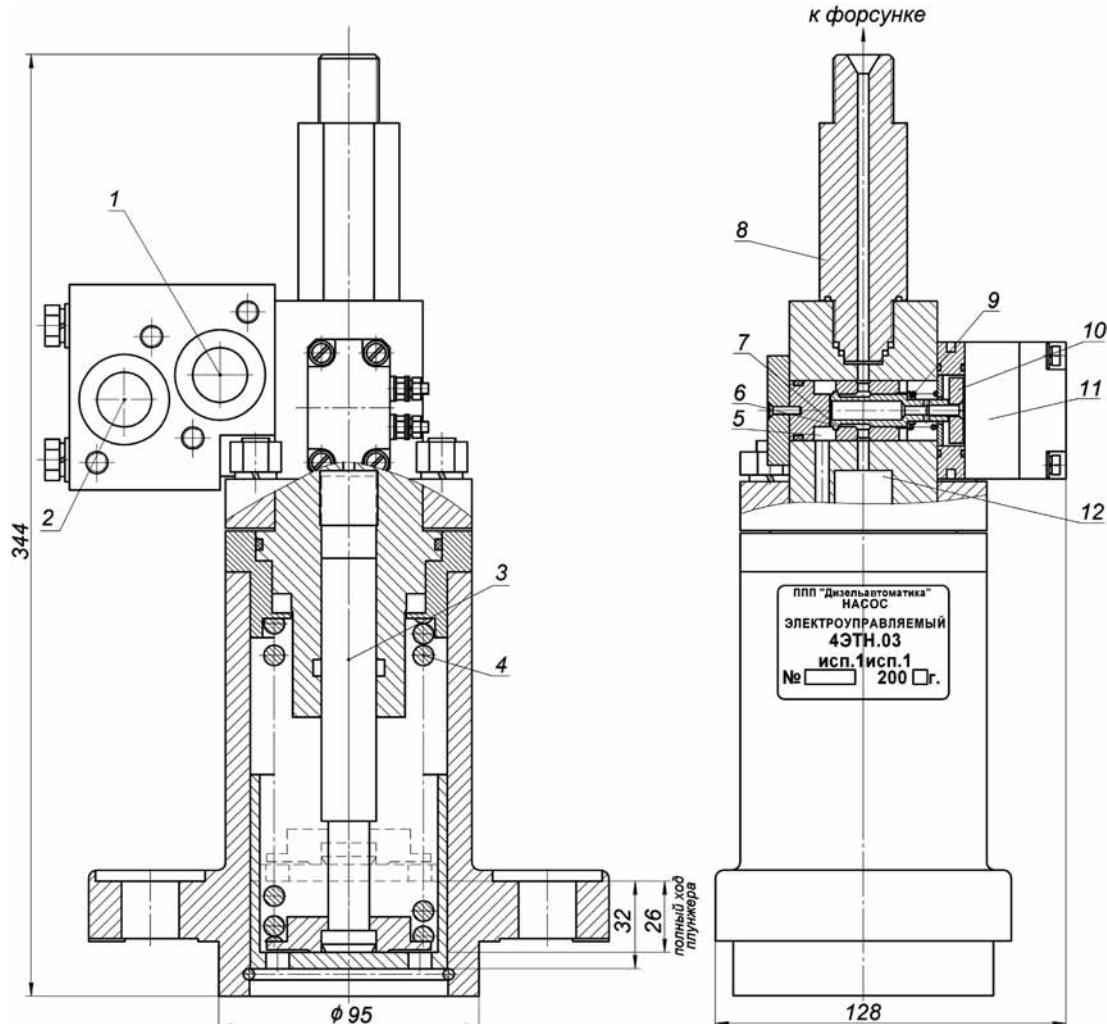
паратуре в перспективе возможно осуществление двухстадийного впрыскивания.

Подобная схема использована при создании опытной электронной системы управления топливоподачей для дизелей типа Д50 (6 ЧН 31,8/33) производства ОАО "Пензадизельмаш" (Пензенский дизельный завод) [2]. Это среднеоборотный дизель мощностью  $N_e = 730\text{--}880 \text{ кВт}$  (1000—1200 л. с.) для силовых установок железнодорожного и водного транспорта. Этот двигатель широко используется, в частности, в дизель-генераторах маневровых, магистральных и промышленных тепловозах. Дизель типа Д50 оснащен неразделенной камерой сгорания в поршне типа Гессельман диаметром  $d_{kc} = 256 \text{ мм}$  и в нем реализуется объемное смесеобразование.

Проведенные сотрудниками МГТУ им. Н. Э. Баумана поисково-оптимизационные расчеты рабо-

чего процесса и топливоподачи применительно к дизелю Д50 производства ОАО "Пензадизельмаш" показали, что в условиях жесточайших ограничений, накладываемых существующей конструкцией, например, по максимальному давлению в цилиндре, имеются пути обеспечения требований экологических нормативов, вплоть до норм Евросоюза 2012 EU Stage IIIb. Разумеется, это требует дополнительных мероприятий (глубокая рециркуляция ОГ, цикл Миллера, давление наддува до 0,5 МПа и др.). Но в любом случае также выдвигаются строгие требования к наличию электронного управления, формированию необходимых характеристик впрыскивания и управления УОВТ по каждому контрольному режиму, интенсификации впрыскивания.

Система топливоподачи для тепловозного дизельного двигателя, обеспечивающая вышеуказанные



**Рис. 1. Конструктивная схема топливного насоса высокого давления с электромагнитным клапаном управления подачей:**

1 — подвод топлива; 2 — отвод топлива; 3 — плунжер; 4 — пружина плунжера; 5 — линия низкого давления ТНВД; 6 — клапан; 7 — кромка клапана; 8 — штуцер ТНВД; 9 — возвратная пружина; 10 — якорь; 11 — электромагнит; 12 — надплунжерная полость

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

возможности, разработана производственно-промышленным предприятием ООО "ППП Дизельавтоматика" (г. Саратов) [2]. Конструктивная схема топливного насоса высокого давления с электромагнитным клапаном управления подачей топлива приведена на рис. 1. Она включает насосную секцию ТНВД с плунжером 3, приводимым в движение от кулачка кулачкового вала ТНВД. При движении плунжера вверх топливо вытесняется в надплунжерную полость 12, в которой установлен клапан 6. При нахождении клапана 6 в крайнем левом положении надплунжерная полость 12 сообщена с линией 5 низкого давления ТНВД. Электронно-управляемый клапан 6 соединен с якорем 10 электромагнита 11. В требуемый момент времени на электромагнит 11 подается управляющий сигнал от электронного блока управления САУ, и якорь 10 притягивается к электромагниту. При этом клапан 6 смещается вправо и своей кромкой 7 разобщает надплунжерную полость 12 с линией 5 низкого давления ТНВД. Далее топливо под высоким давлением вытесняется в штуцер 8 ТНВД.

Использование клапана 6 (см. рис. 1) для регулирования фаз начала и окончания подачи топлива позволяет гибко управлять топливоподачей. В частности, при этом появляется возможность реализации сложных законов регулирования УОВТ в соответствии с изменениями скоростного и нагрузочного режимов работы.

В дизеле Д50 используется топливная аппаратура (ТА) разделенного типа, содержащая ТНВД, топливопроводы высокого давления и форсунки. Насосная секция ТНВД базового дизеля выполнена с плунжерами диаметром  $d_{\text{пл}} = 20$  мм и полным ходом  $h_{\text{пл}} = 26$  мм. Диаметр ролика толкателя был равен  $d_{\text{рол}} = 56,5$  мм, ширина ролика  $b_{\text{рол}} = 32$  мм.

В базовой системе топливоподачи дизеля Д50 для разных цилиндров применяются топливопроводы различной длины. Это приводит как к различиям в характеристиках впрыскивания, так и неуправляемому рассогласованию УОВТ и других показателей подачи по тепловозной характеристике работы дизеля. С учетом этих соображений для системы производства "ППП Дизельавтоматика" изначально планировался нагнетательный топливопровод длиной 1650 мм. Его внутренний диаметр первоначально составлял  $d_{\text{вн}} = 3,5$  мм.

В исследуемой системе топливоподачи применены многосопловые закрытые форсунки. Распылитель форсунки выполнен с числом распыливающих отверстий  $i_p = 9$  диаметром  $d_p = 0,38$  мм. Угол конуса иглы

форсунки равен  $\gamma_i = 60^\circ$ , ее ход —  $h_i = 0,45 \pm 0,05$  мм, давление начала впрыскивания  $p_{\text{фо}} = 27,5$  МПа.

В соответствии с принятой схемой в ООО "ППП Дизельавтоматика" (г. Саратов) изготовлены опытные секции ТНВД с электроуправляемыми клапанами с системой управления ЭСУВТ.01. Электронно-управляемый клапан 6 (см. рис. 1) насосной секции ТНВД выполнен диаметром  $d_{\text{кл}} = 12$  мм и ходом  $h_{\text{кл}} = 0,3$  мм. Жесткость пружины электромагнитного клапана составляла  $C_{\text{пр}} = 17$  Н/мм. Площадь сечения жиклера за клапаном  $f_{\text{ж}} = 8$  мм<sup>2</sup>. Объем полости электромагнита при закрытом клапане составлял  $V_{\text{кл}} = 4000$  мм<sup>3</sup>. Размеры якоря электромагнита —  $24 \times 17 \times 5,5$  мм, минимальный зазор между якорем и электромагнитом — 0,08—0,1 мм, максимальное усилие (расчетное) электромагнита  $F_{\text{эм}} = 350$  Н, максимальная продолжительность действия электромагнита — 8 мс, время переходного процесса по переднему фронту тока — 1,3 мс, время переходного процесса по заднему фронту тока — 0,2 мс.

Для оценки работоспособности предложенной топливной системы с электронным управлением топливоподачей, а также возможности получения требуемых показателей топливной экономичности и токсичности ОГ, в дизельной лаборатории отдела главного конструктора ОАО "Пензадизельмаш" проведены сравнительные испытания серийной системы топливоподачи и электронной системы управления впрыском топлива ЭСУВТ.01. При испытаниях на моторном стенде объектом испытаний являлся дизель-генератор типа 1-ПДГ4Д производства ОАО "Пензадизельмаш". Тепловозный дизель этого генератора имел номинальную мощность  $N_e = 880$  кВт при частоте вращения  $n = 750$  мин<sup>-1</sup> [2].

Экспериментальные исследования подтвердили работоспособность и перспективность разработанной системы топливоподачи с электронным управлением. Однако стендовые испытания двигателя с такой системой управления не позволили провести оптимизацию параметров процесса топливоподачи. В то же время, при оснащении ТПА с электроуправляемым клапаном, установленным в линии высокого давления, необходима оптимизация параметров всей ТПА в целом для улучшения показателей топливоподачи, впрыскивания и распыливания топлива. Например, важно определить наиболее подходящий момент включения электромагнита (геометрический УОВТ) на всех режимах работы дизеля, большое влияние на топливоподачу могут оказывать также геометрия управляющего клапана (характер-

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

ные диаметры, ход клапана и др.), длина и диаметр нагнетательного трубопровода, профиль кулачка.

Такую оптимизацию параметров системы топливоподачи целесообразно проводить с использованием современных расчетных программных комплексов, позволяющих учитывать большое число факторов, оказывающих влияние на процесс топливоподачи. Применение таких комплексов обеспечивает возможность расчетных исследований различных конструктивных разновидностей систем топливоподачи и большой перечень варьируемых параметров. Таким программным комплексом является программный комплекс "Впрыск", разработанный в МГТУ им. Н. Э. Баумана и предназначенный для расчетного анализа процесса топливоподачи и оптимизации топливных систем различных схем [1, 3].

Для оценки влияния параметров ТПА на топливоподачу и показатели впрыскивания и распыливания топлива были проведены моделирование, численные эксперименты и оптимизация процесса топливоподачи в программном комплексе "Впрыск". Расчеты производились для номинального режима работы дизеля. Объектом исследования являлась упомянутая электронная система управления впрыском топлива ЭСУВТ.01 (производства ООО "ППП Дизельавтоматика" г. Саратов), которой оснащен двигатель Д50 в составе дизель-генераторной установки 1-ПДГ4Д. Некоторые параметры дизеля Д50 приведены в табл. 1. Состав ТПА и ее основные параметры приведены в табл. 2.

Таблица 1

**Параметры дизеля Д50 в составе дизель-генераторной установки 1-ПДГ4Д**

Параметры	Значения
Диаметр цилиндра $D$ , мм	318
Ход поршня $S$ , мм	330
Число цилиндров двигателя	6
Степень сжатия	12,6
Номинальная частота вращения $n$ , мин <sup>-1</sup>	750
Номинальная мощность $N_c$ , кВт	900

Таблица 2

**Состав ТПА с электронной системой управления впрыском топлива ЭСУВТ.01 и ее основные параметры**

ТНВД	4ЭТН.03
Нагнетательные трубопроводы	$L = 1650$ мм, $d_{\text{вн}} = 3,5$ мм
Распылители	$LU9 \times 0,38$
Цикловая подача, г	1,54



**Рис. 2. График хода плунжера по углу поворота кулачкового вала ТНВД**



**Рис. 3. Закон движения затвора клапана и зависимость скорости плунжера от угла поворота вала ТНВД:**

*a* — закон движения затвора клапана  $H_{\text{кл}}$ ; *b* — скорость плунжера  $W_{\text{пл-ра}}$

Следует отметить, что необходимым условием дальнейшего совершенствования процесса топливоподачи является увеличение давления впрыскивания. Повышение этого давления в сочетании с реализацией оптимизированных законов управления УОВТ обеспечит дальнейшее улучшение показателей топливной экономичности и токсичности ОГ, которые являются в настоящее время основными показателями дизельных двигателей различного назначения (тепловозных, автомобильных, тракторных, комбайновых и др.) [1, 4—7]. Поэтому при расчетных исследованиях в качестве параметра, отражающего качество процессов впрыскивания и распыливания топлива, выбрано максимальное давление впрыскивания  $P_{\text{впр.макс}}$ .

Закон движения плунжера (зависимость подъема плунжера от угла поворота кулачкового вала ТНВД), формируемый кулачком вала ТНВД, приведена на рис. 2. На рис. 3 показан закон хода затвора клапана  $H_{\text{кл}}$  и график скорости плунжера  $W_{\text{плун}}$  по углу поворота кулачкового вала ТНВД. На рис. 4 приведены

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

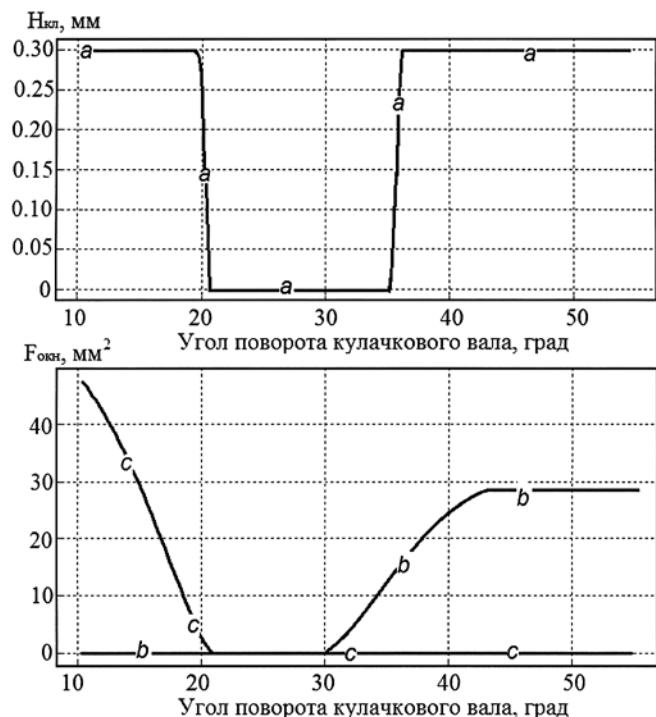
графики давления впрыскивания для штатной системы, не оснащенной электроуправляемым клапаном, и для системы ЭСУВТ.01.

Данные рис. 4 свидетельствуют о том, что при всех прочих равных параметрах двух ТПА, при использовании системы ЭСУВТ.01 мы сразу получаем значительный прирост давления впрыскивания и, кроме того, исключается всякая возможность под-



**Рис. 4. Характеристика давления впрыскивания топлива по углу поворота вала ТНВД:**

a — штатная система без электронного управления; b — система ЭСУВТ.01



**Рис. 5. Характеристики параметров топливоподачи по углу поворота вала ТНВД:**

a — закон движения затвора клапана системы ЭСУВТ.01; b — площадь сечения отсечного окна штатной системы; c — площадь сечения впускного окна штатной системы

впрыска. Прирост давления впрыскивания объясняется тем, что электроуправляемый клапан срабатывает значительно быстрее, чем открываются и закрываются окна в штатном ТНВД (рис. 5). Подвпрыск исключается из-за отсутствия в новой системе нагнетательного клапана.

Для оценки мелкости распыливания топлива, в том числе негативного влияния крупных капель в начале и конце подачи, помимо давления впрыскивания, представляют интерес также зависимости среднего диаметра капель по Заутеру  $D_{32}$  от конструктивных параметров системы ЭСУВТ.01. Для оценки влияния диаметра клапана этой системы на показатели впрыскивания и распыливания топлива сравним две комплектации систем с электроуправляемым клапаном диаметром 10 и 12 мм. Приведенные на рис. 6 характеристики давления впрыскивания для двух исследуемых вариантов ТПА показывают, что эти характеристики практически не отличаются друг от друга.

С другой стороны, сочетание таких параметров, как диаметр клапана и его максимальный ход определяется качеством наполнения плунжерной полости. Оставляя диаметр клапана неизменным (12 мм), были получены значения максимального содержания газов в плунжерной полости за время наполнения при различных значениях хода в диапазоне от 0,15 до 0,4 мм. При любом значении хода в этом диапазоне содержание газов в плунжерной полости оказалось нулевым.

Значительное влияние на процесс топливоподачи оказывают параметры нагнетательного трубопровода, такие как его длина и диаметр. На рис. 7 представлены изолинии максимального давления впрыскивания  $P_{\text{впр},\max}$  (МПа) и среднего диаметра капель по Заутеру  $D_{32}$  (мкм) в зависимости от длины  $L_{tr}$  и внутреннего диаметра  $D_{tr}$  нагнетательного трубопровода.

Данные рис. 7 показывают, что оптимальной является область значений параметров  $D_{tr}$  около 3 мм и длины нагнетательного трубопровода  $L_{tr}$  менее 1540 мм. Однако на практике длина нагнетательного трубопровода определяется, как правило, компоновочными соображениями и с трудом поддается изменению. Поэтому рассмотрим варианты изменения внутреннего диаметра при неизменной длине. При значении  $D_{tr} = 2,5$  мм имеется локальный минимум функции  $D_{32}$ , при этом максимальное давление впрыскивания оказывается выше, чем при  $D_{tr} = 3,5$  мм. На рис. 8 представлены зависимости параметров  $P_{\text{впр},\max}$  и  $D_{32}$  от внутреннего диаметра нагнетательного трубопровода в расширенном диапазоне изменения этого параметра.

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

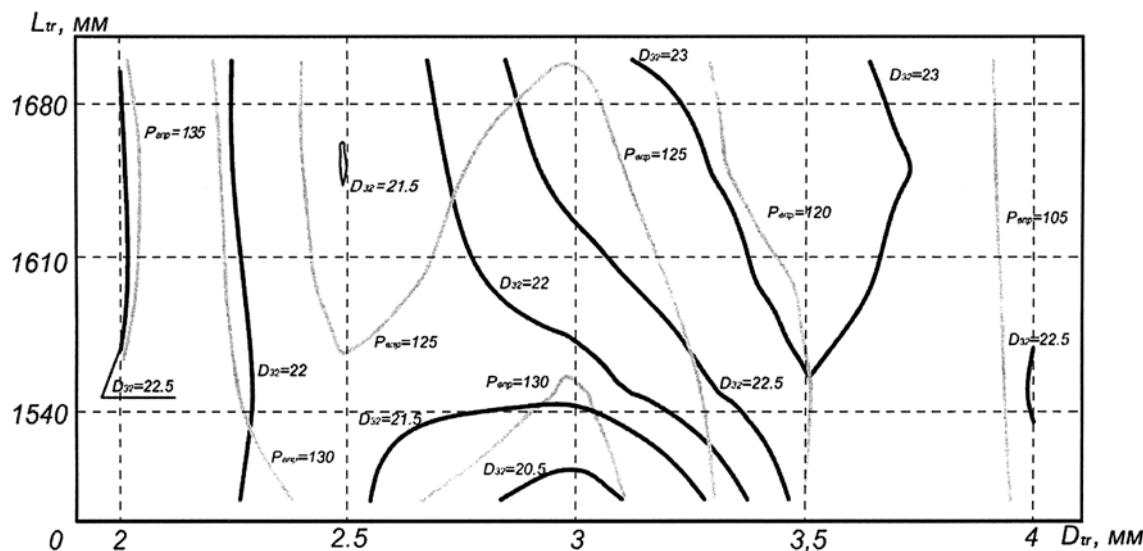


Рис. 6. Изолинии параметров  $P_{\text{впр. max}}$  (МПа) и  $D_{32}$  (мкм) в зависимости от длины  $L_{tr}$  и внутреннего диаметра  $D_{tr}$  нагнетательного трубопровода

С одной стороны, при больших диаметрах нагнетательного трубопровода увеличивается мертвый объем всей ЛВД и, как следствие, снижается давление впрыскивания. С другой стороны, при слишком малом диаметре трубопровода силы граничного трения будут сильно уменьшать давление впрыскивания. Из данных рис. 7 и 8 видно, что наилучшее качество распыливания топлива (минимальный средний диаметр капли по Заутеру  $D_{32}$ ) достигается при значении  $D_{tr}$ , равном около 2,5 мм.

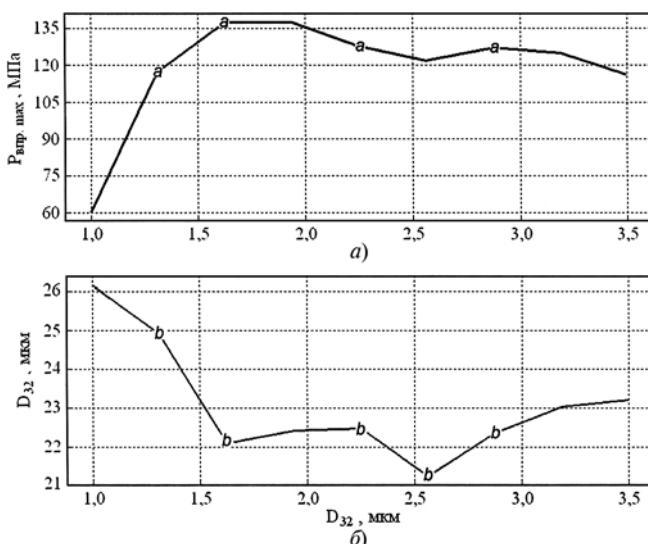


Рис. 7. Зависимости параметров  $P_{\text{впр. max}}$  (МПа) (а) и  $D_{32}$  (мкм) от внутреннего диаметра  $D_{tr}$  (б) нагнетательного трубопровода

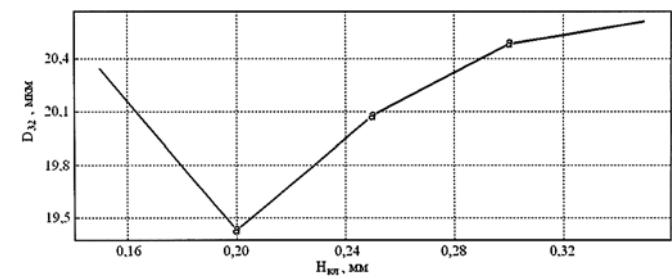


Рис. 8. Зависимость среднего диаметра капель по Заутеру  $D_{32}$  (мкм) от максимального хода затвора клапана  $H_{\text{кл}}$

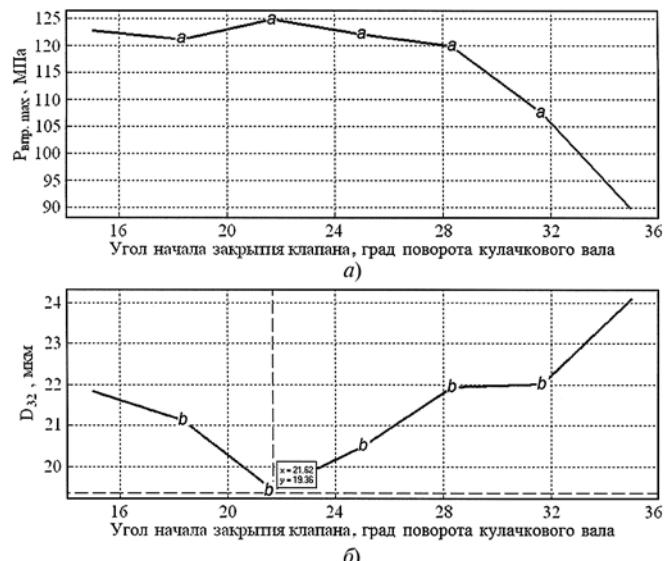


Рис. 9. Зависимости параметров  $P_{\text{впр. max}}$  (МПа) (а) и  $D_{32}$  (мкм) от угла начала закрытия электроуправляемого клапана системы ЭСУВТ.01 (б)

# ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

Таблица 3

**Основные показатели впрыскивания и распыливания для различных систем топливоподачи дизеля Д-50**

Параметр	Штатная система без электронного управления	Система ЭСУВТ.01, клапан диаметром 10 мм	Система ЭСУВТ.01, клапан диаметром 12 мм	Система ЭСУВТ.01, клапан диаметром 12 мм после оптимизации
Максимальное давление впрыскивания $P_{\text{впр.макс}}$ , МПа	92,5	115,9	116,4	124,9
Средний диаметр капель по Заутеру $D_{32}$ , мкм	25,9	23,1	23,2	19,4
Наличие подвпрыска	есть	нет	нет	нет

На рис. 9 представлена зависимость среднего диаметра капель по Заутеру  $D_{32}$  от максимального хода клапана  $H_{\text{кл}}$ , полученная при  $D_{tr} = 2,5$  мм. При значении  $H_{\text{кл}} = 0,2$  имеется минимум функции  $D_{32}$ . При этом содержание газов в плунжерной полости остается равным нулю во всем исследуемом диапазоне изменения параметра  $H_{\text{кл}}$ .

На последнем этапе расчетных исследований был проведен поиск оптимального момента начала закрытия электроуправляемого клапана системы ЭСУВТ.01 (оптимального участка профиля кулачка, на котором происходит впрыск) для заданного номинального режима. На рис. 9 изображены зависимости параметров  $P_{\text{впр.макс}}$  и  $D_{32}$  от угла начала закрытия клапана, в соответствии с которыми выбран оптимальный угол начала закрытия клапана для данного режима, равный 21,6 град. поворота кулачкового вала. Основные показатели впрыскивания и распыливания для различных систем топливоподачи дизеля Д-50 сведены в табл. 3.

Отметим, что наиболее значительный вклад в прирост максимального давления впрыскивания и уменьшение среднего диаметра капли по Заутеру при варьировании параметров  $D_{\text{кл}}$ ,  $H_{\text{кл}}$ ,  $D_{tr}$ ,  $L_{tr}$  дает уменьшение внутреннего диаметра нагнетательного трубопровода. Влияние же остальных параметров в данном случае гораздо менее значительно. Большое влияние на давление впрыскивания оказывает также выбор оптимального момента начала закрытия клапана, т. е. выбор участка профиля кулачка, на котором происходит топливоподача. Следует принимать во внимание, что в электронной системе ЭСУВТ.01 изменение угла начала закрытия клапана (изменение рабочего участка профиля кулачка) сопровождается смещением действительного УОВТ, что может привести к ухудшению рабочего процесса. Изменение участка профиля кулачка, на котором происходит топливоподача, без изменения действительных УОВТ возможно при изменении установочного положения вала ТНВД относительно коленчатого вала двигателя.

По результатам расчетных исследований можно сделать следующие выводы:

- использование системы ЭСУВТ.01 позволяет значительно повысить давление впрыскивания, а следовательно, и качество распыливания топлива;
- установка системы ЭСУВТ.01 исключает возможность подвпрыска топлива;
- система ЭСУВТ.01 позволяет осуществлять управление УОВТ на каждом контрольном режиме работы двигателя;
- целесообразно применение нагнетательного трубопровода с уменьшенным до 2,5 мм диаметром, что позволяет повысить давление впрыскивания;
- уменьшение максимального хода затвора электронно-управляемого клапана системы ЭСУВТ.01 до 0,2 мм позволяет немного улучшить качество распыливания топлива;
- необходимо определение оптимальных геометрических углов опережения впрыскивания топлива для каждого контрольного режима тепловозной характеристики дизельного двигателя.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грехов Л. В., Иващенко Н. А., Марков В. А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. — М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2005. — 344 с.
2. Система управления для дизельного двигателя // В. А. Марков, В. В. Фурман, В. А. Миронов и др. // Грузовик. 2011. — № 12. — С. 36–47.
3. Грехов Л. В., Марков В. А., Девянин С. Н. Параметры процесса топливоподачи и показатели дизеля, работающего на смесевых биотопливах // Грузовик, 2009. — № 7. — С. 39–47.
4. Симсон А. Э., Хомич А. З. Повышение эксплуатационной экономичности транспортных дизелей // Двигателестроение. 1986. — № 2. — С. 40–42.
5. Марков В. А., Баширов Р. М., Габитов И. И. Токсичность отработавших газов дизелей. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. — 376 с.
6. Новиков Л. А. Технологии снижения вредных выбросов тепловозов // Двигателестроение, 1997. — № 1–2. — С. 49–51.
7. Коссов В. Е., Шапран Е. Н., Фурман В. В. Совершенствование режимов работы силовых энергетических систем тепловозов. Луганск: Изд-во Восточноукраинского университета им. В. Даля, 2009. — 240 с.

# КАЧЕСТВО

УДК 621.43:620.3

**С. М. Гайдар**, д-р техн. наук, **А. Л. Дмитревский**, канд. техн. наук, **К. В. Быков**, аспирант,  
ФБГОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячина

E-mail: avtokon93@yandex.ru

## УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Применение наноматериалов снижает внутреннее трение и позволяет увеличить тяговое усилие и снизить расход топлива. Установлено, что при добавлении нанопрепарата УМ-2 в моторное и трансмиссионное масла снижается расход топлива и дымность, а компрессия увеличивается. Экспериментально установлено, что расход топлива снижается на 16,7 %.

**Ключевые слова:** наноматериал, тяговая сила, расход топлива, компрессия, дымность, моторное масло, трансмиссионное масло.

В качестве наноматериалов использованы амфи菲尔ные соединения, являющиеся поверхностноактивными веществами. Применение таких наноматериалов позволяет сформировать граничный молекулярный слой на поверхностях трибосопряжений, позволяющий защитить поверхности от износа в режиме граничного трения и уменьшить внутреннее трение при гидродинамическом режиме [1].

Такой нанопрепарат универсальный модификатор УМ-2 разработан ЗАО "Автоконинвест" (в дальнейшем "Модификатор") [2].

Испытания проводились с целью определения эффективности "Модификатора" в случае его применения в качестве добавки в моторное и трансмиссионное масла [3].

В качестве объекта испытаний использовался автомобиль ЗИЛ-4331 стандартного исполнения с дизелем и пробегом 49 853 км. В двигателе использовалось товарное моторное масло, в коробке передач и редукторе заднего моста товарное трансмиссионное масло.

Испытания проводились в аэроклиматической камере КЭП АМО ЗИЛ на динамометрическом стенде фирмы Schenck с процессором SPC 16/45 и беговыми барабанами диаметром 2,5 м, что позволяло обеспечивать соответствие пятна контакта шин автомобиля с барабанами пятну контакта автомобиля с дорогой, имеющей твердое покрытие. В процессе испытаний поддерживалась постоянная температура  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Контролируемые параметры:

- температура моторного масла в картере двигателя,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- температура трансмиссионного масла в коробке передач,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- температура трансмиссионного масла в редукторе заднего моста,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- тяговое усилие, кгс;
- расход топлива, л/ч;
- дымность, усл. ед.;
- скорость автомобиля, км/ч;
- скорость набегающего потока воздуха, км/ч;
- компрессия, кгс/см<sup>2</sup>.

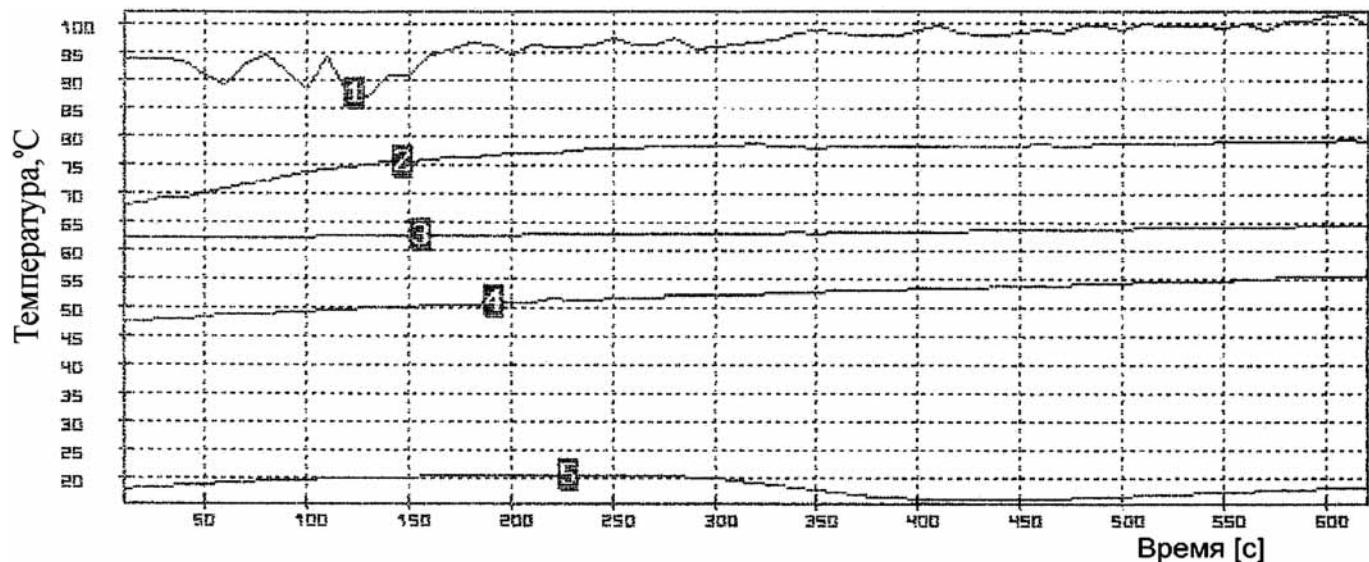
Для измерения перечисленных параметров использовались:

- стенд динамометрический с беговыми барабанами:
  - пределы измерений: скорость: 0÷200 км/ч, сила: 0÷1750 кгс; точность измерений: в статическом режиме — скорость  $\pm 0,1$  км/ч
  - сила  $\pm 0,5\%$  полной шкалы
  - в динамическом режиме — скорость  $\pm 1,0$  км/ч
- сила  $\pm 2,5\%$  полной шкалы;
- подсистема измерения температуры:
  - тип 3487, фирма YEW, способ измерения — хромель-копелевые ТХК-термопары; предел измерения:  $-60 \div +150^{\circ}\text{C}$ ; точность измерения:  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ;
  - подсистема измерения расхода топлива:

# КАЧЕСТВО

## Данные по замерам компрессии в цилиндрах двигателя

Номер этапа испытаний	Значение компрессии в цилиндрах двигателя, МПа							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I этап	2,25	2,25	2,3	2,1	2,1	2,0	2,1	2,1
III этап	2,4	2,2	2,45	2,5	2,1	2,25	2,3	2,4
IV этап	2,4	2,4	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4



Скор 1 - движения автомобиля на беговых барабанах, км/ч

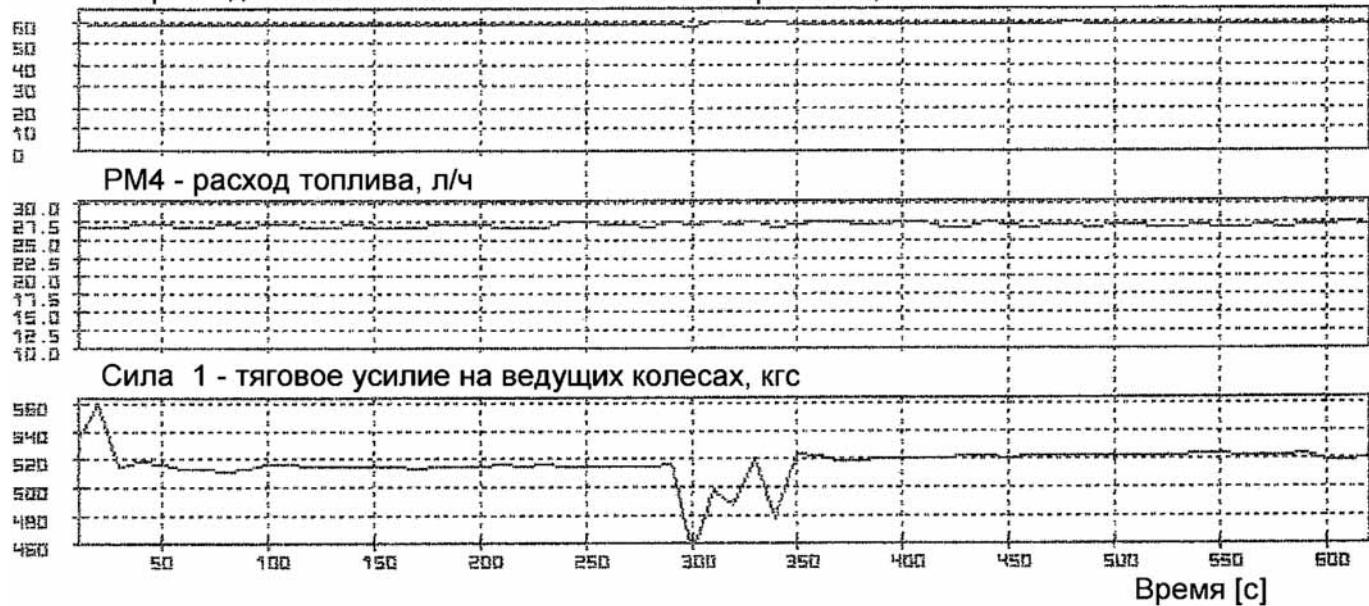


Рис. 1. Фрагменты осциллограмм результатов испытаний I этапа:

1 — температура масла в поддоне двигателя; 2 — температура воды в терmostате; 3 — температура масла в коробке передач; 4 — температура масла в ведущем мосту; 5 — температура воздуха в камере

# КАЧЕСТВО

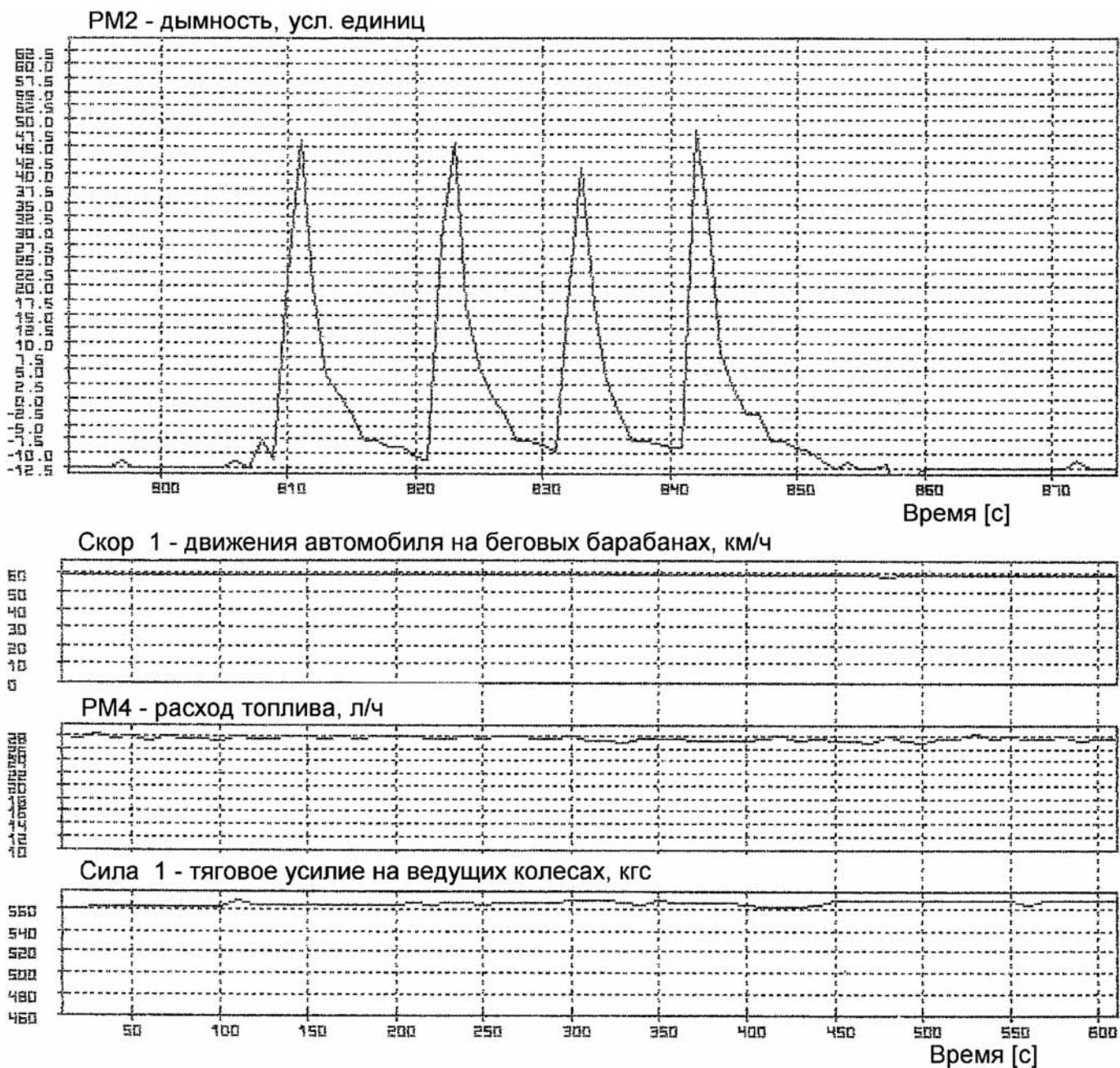


Рис. 1. Фрагменты осциллограмм результатов испытаний I этапа (продолжение)

модель DF 303, фирма ONO SOKI, способ измерения объемный (л/ч), предел измерения: 0 ÷ 90 л/ч, точность измерения в статическом режиме: 0,5 % полной шкалы:

— дымомер Hartridge HR 150, способ измерения: оптическая плотность, предел измерения: 0 ÷ 100 ед., точность измерения: 1 %.

— компрессометр, способ измерения: манометр образцовый, предел измерения: 0 ÷ 25 кгс/см<sup>2</sup>, точность: 0,1 кгс/см<sup>2</sup>.

Все датчики и приборы были предварительно оттюнированы и отвечали метрологическим требованиям.

Информация с подсистем измерения выводилась на ПЭВМ с выдачей результатов в виде графиков.

Методика проведения испытаний.

I этап:

- замер компрессии во всех цилиндрах двигателя;
- работа двигателя на холостом ходу до достижения рабочих температур охлаждающей жидкости и масла;

# КАЧЕСТВО

— имитация движения автомобиля со скоростью 60 км/ч и 100 %-ной нагрузке до стабилизации температур в коробке передач и редукторе заднего моста;  
— производство замеров температур, тягового усилия, расхода топлива, дымности.

## II этап:

— заправка "Модификатора" в количестве четырех единиц товарной упаковки в моторное масло двигателя;

— работа двигателя на холостом ходу в течение 20 мин;

— имитация движения автомобиля со скоростью 60 км/ч при полной нагрузке в течение 30 мин;

— производство замеров всех параметров.

## III этап:

— заправка "Модификатора" в коробку передач в количестве четырех единиц товарной упаковки и в

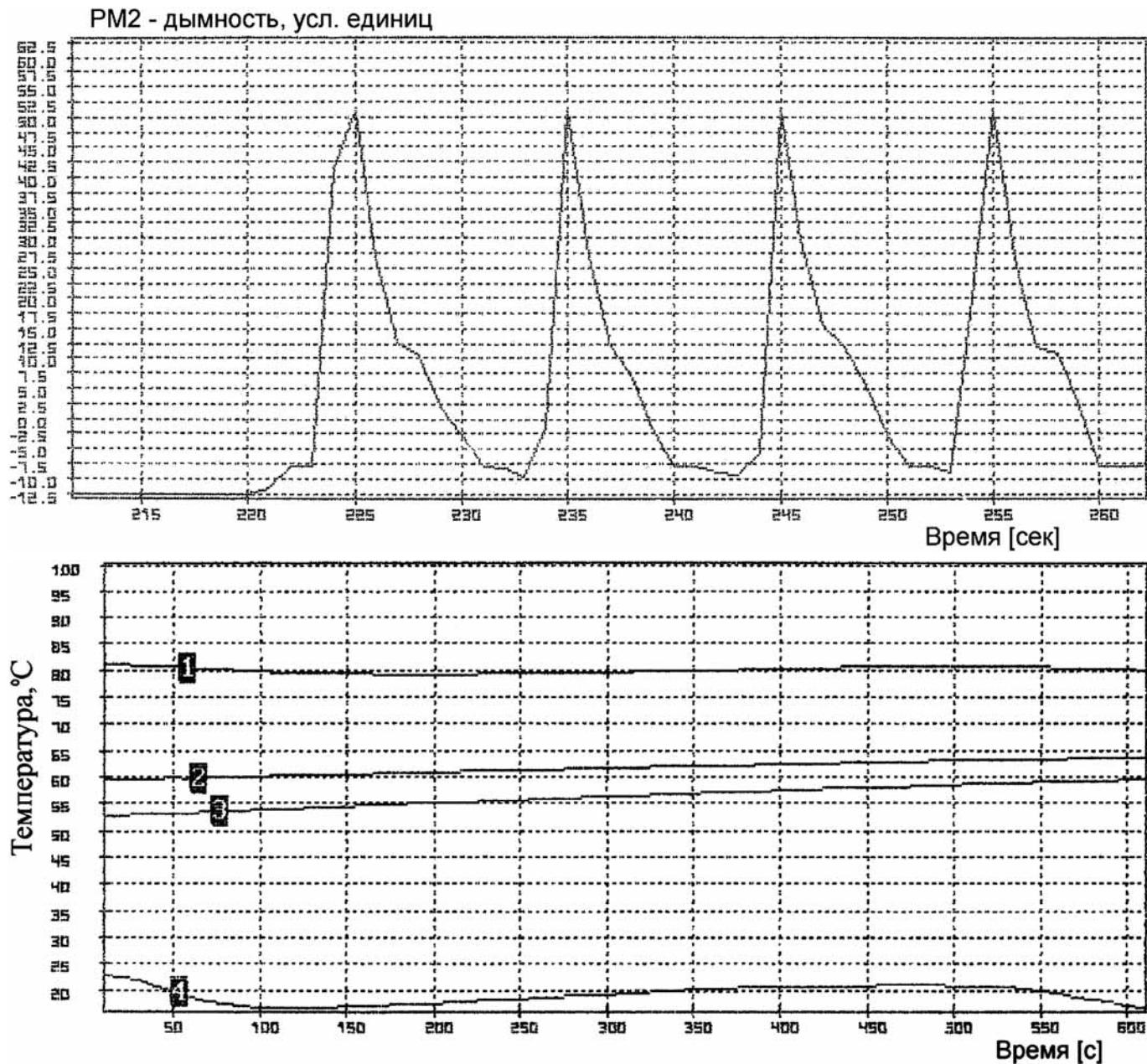


Рис. 2. Фрагменты осциллографов результатов испытаний II этапа:

1 — температура воды в термостате; 2 — температура масла в коробке передач; 3 — температура масла в ведущем мосту; 4 — температура воздуха в камере

# КАЧЕСТВО

редуктор заднего моста в количестве четырех единиц товарной упаковки;

— имитация движения автомобиля со скоростью 60 км/ч на расстояние 30 км при полной нагрузке;

— производство замеров всех параметров (кроме дымности);

— замер компрессии в цилиндрах (после остывания двигателя).

IV этап:

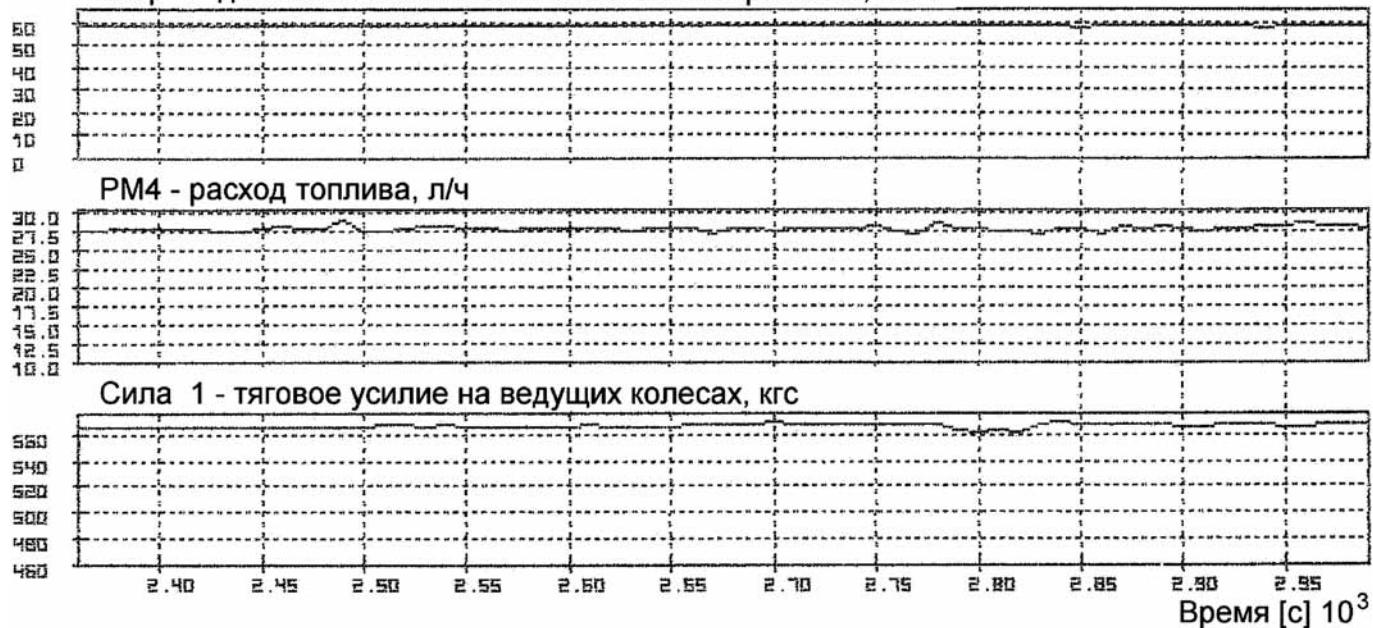
— имитация движения автомобиля на пробег 1000 км со скоростью 80 ÷ 100 км/ч с нагрузкой 25 % номинала;

— производство замеров всех параметров.

— замер компрессии в цилиндрах (после остывания двигателя).

Результаты испытаний представлены в таблице и рис. 1—6.

Скор 1 - движение автомобиля на беговых барабанах, км/ч



Сила 1 - тяговое усилие на ведущих колесах, кгс

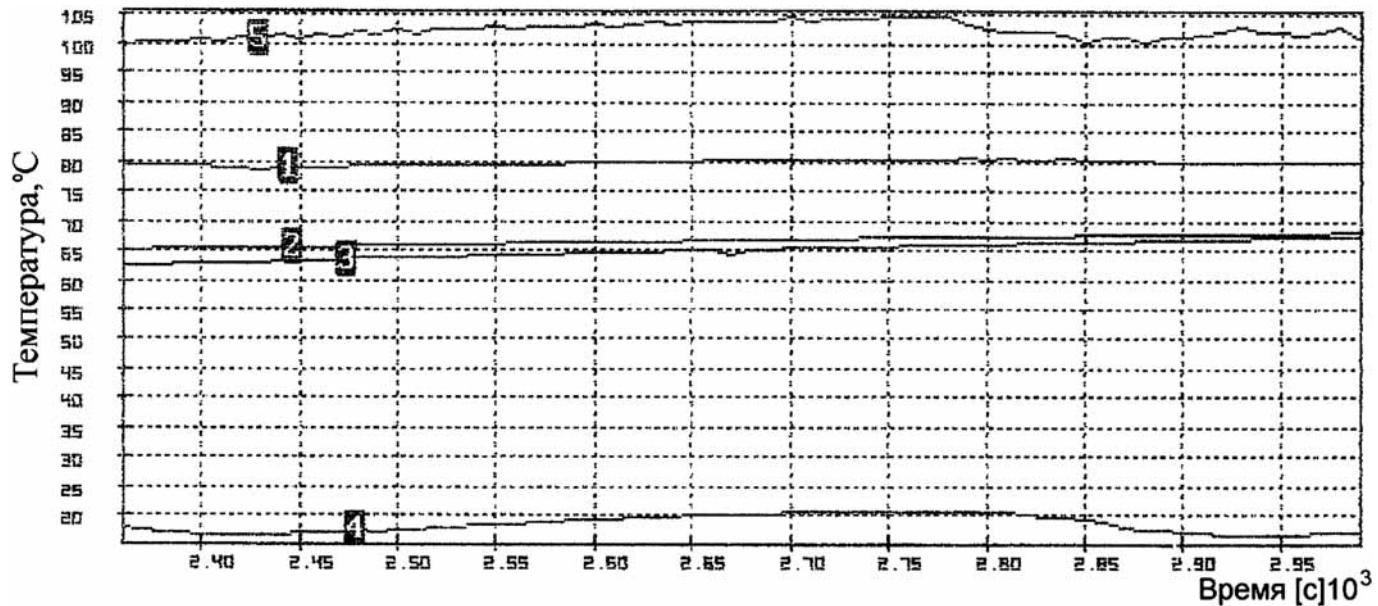
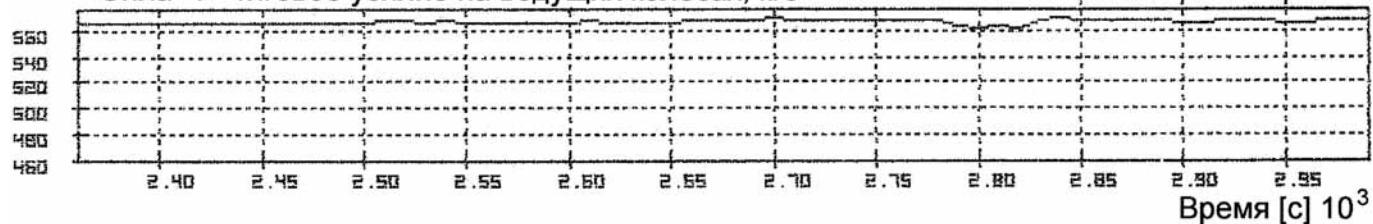


Рис. 3. Фрагменты осциллограмм результатов испытаний III этапа:

1 — температура воды в термостате; 2 — температура масла в коробке передач; 3 — температура масла в ведущем мосту; 4 — температура воздуха в камере; 5 — температура масла в картере двигателя

# КАЧЕСТВО

На рис. 1 показаны результаты замеров параметров по I этапу испытаний.

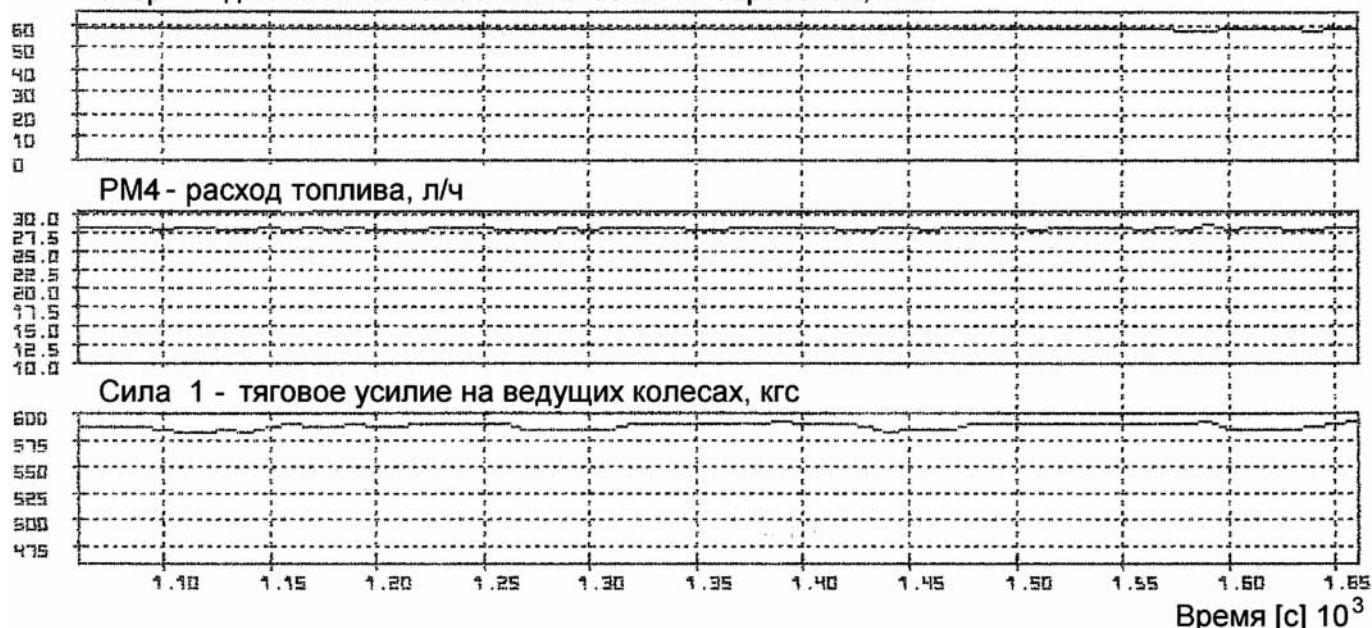
На рис. 2 показаны результаты замеров параметров по II этапу испытаний.

Расход топлива увеличился на 1,4 %. Тяговое усилие увеличилось на 9 %. Дымность увеличилась на 8,5 %.

Незначительное увеличение расхода при значительном увеличении тягового усилия приводит к снижению удельного расхода топлива.

Увеличение дымности возможно связано с моющим действием "Модификатора", обеспечивающего снятие нагара с зеркала цилиндров и поршней.

Скор 1 - движения автомобиля на беговых барабанах, км/ч



PM2 - дымность, усл. единиц

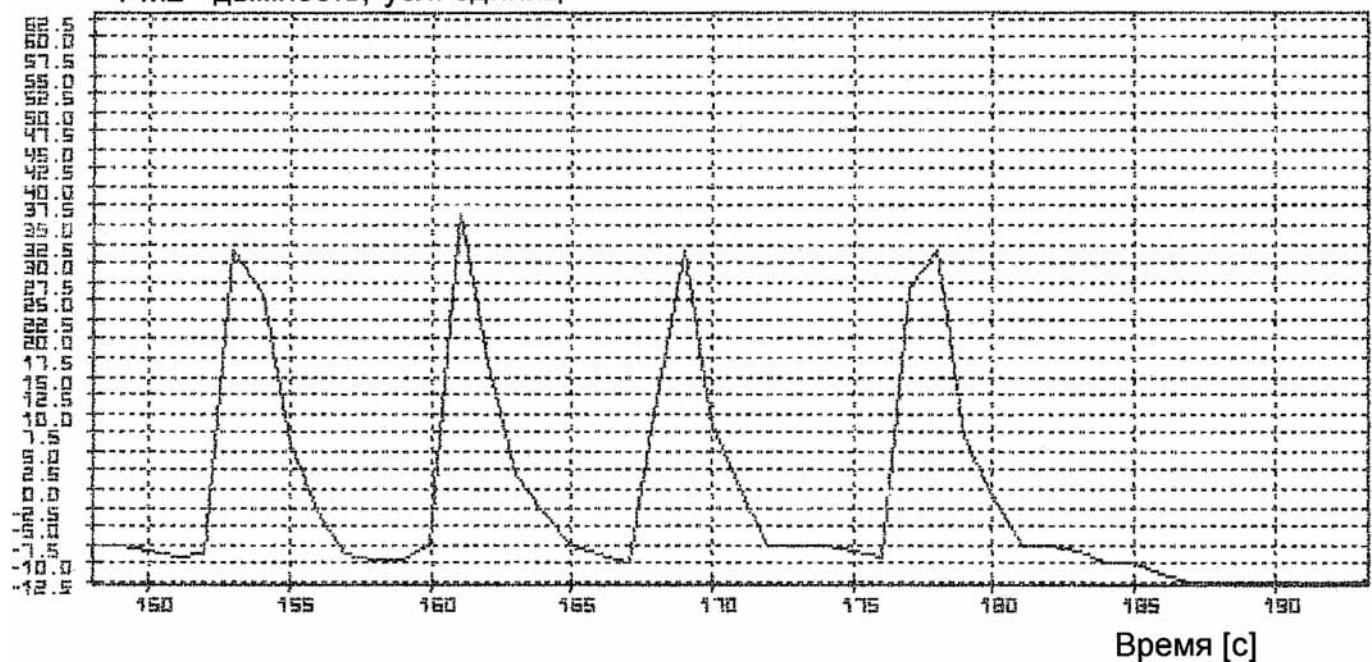


Рис. 4. Фрагменты осциллографм результатов испытаний IV этапа:

1 — температура воды в термостате; 2 — температура масла в коробке передач; 3 — температура масла в ведущем мосту; 4 — температура воздуха в камере; 5 — температура масла в картере двигателя

# КАЧЕСТВО

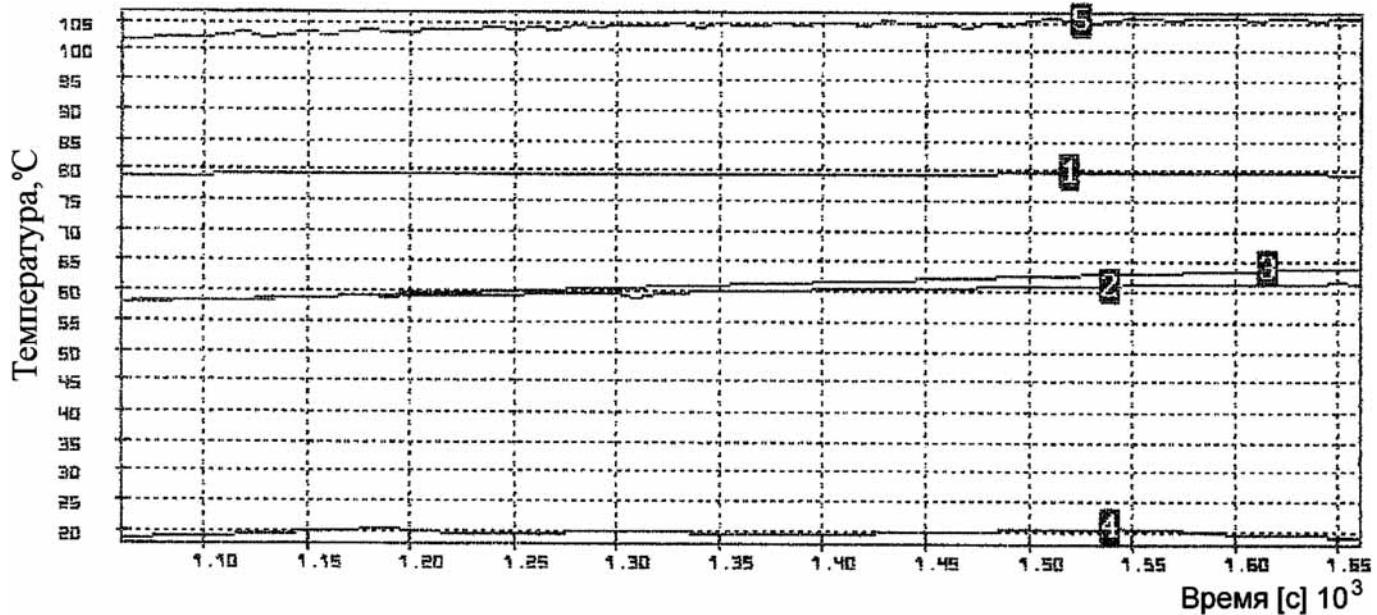


Рис. 4. Фрагменты осциллограмм результатов испытаний IV этапа (продолжение)

На рис. 3 показаны результаты замеров параметров по III этапу испытаний.

По сравнению с результатами II этапа расход топлива уменьшился на 8 %, а тяговое усилие осталось тем же.

На рис. 4 показаны результаты замеров параметров по IV этапу испытаний при полной нагрузке и скорости 60 км/ч.

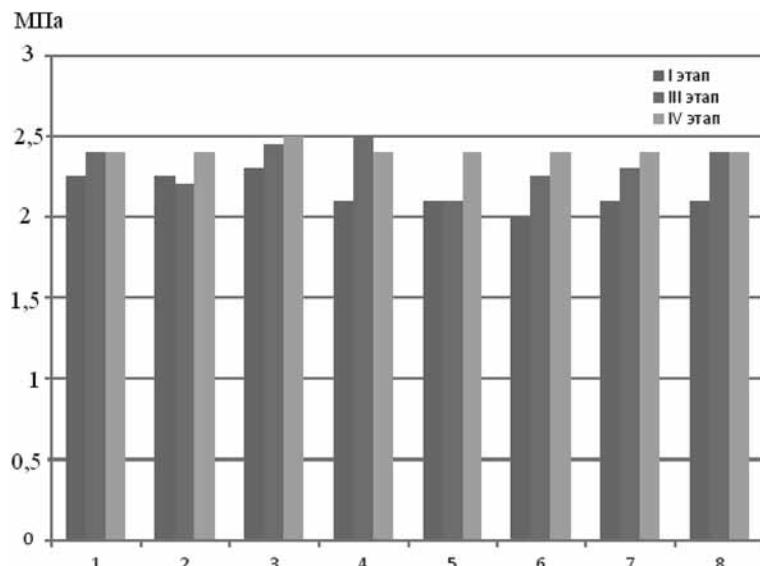


Рис. 5. Данные по замерам компрессии в цилиндрах

По сравнению с замерами I этапа, когда использовались масла без "Модификатора":

- расход топлива увеличился на 2,8 %,
- тяговое усилие увеличилось на 13,2 %,
- дымность уменьшилась на 7,4 %.

Анализ результатов значений компрессии в цилиндрах показал, что применение модификатора позволяет повысить ее в среднем на 2,6 единицы и существенно выровнять значение по цилиндрам.

На завершающей стадии испытаний было установлено значение нагрузки, соответствующее величине нагрузки I этапа (без использования "Модификатора") и определен часовой расход топлива, который составил в среднем 22,5 л/ч, вместо 27 л/ч, т. е. достигнуто снижение расхода топлива на 16,7 % (см. рис. 6).

Таким образом, введение "Модификатора" в качестве добавки в моторное и трансмиссионное масло приводит к снижению механических потерь в трибосопряжениях двигателя и трансмиссии автомобиля, обеспечивая повышение мощностных и экономических показателей автомобиля, при снижении дымности.

# КАЧЕСТВО

Скор 1 - движения автомобиля на беговых барабанах, км/ч



Сила 1 - тяговое усилие на ведущих колесах, кгс

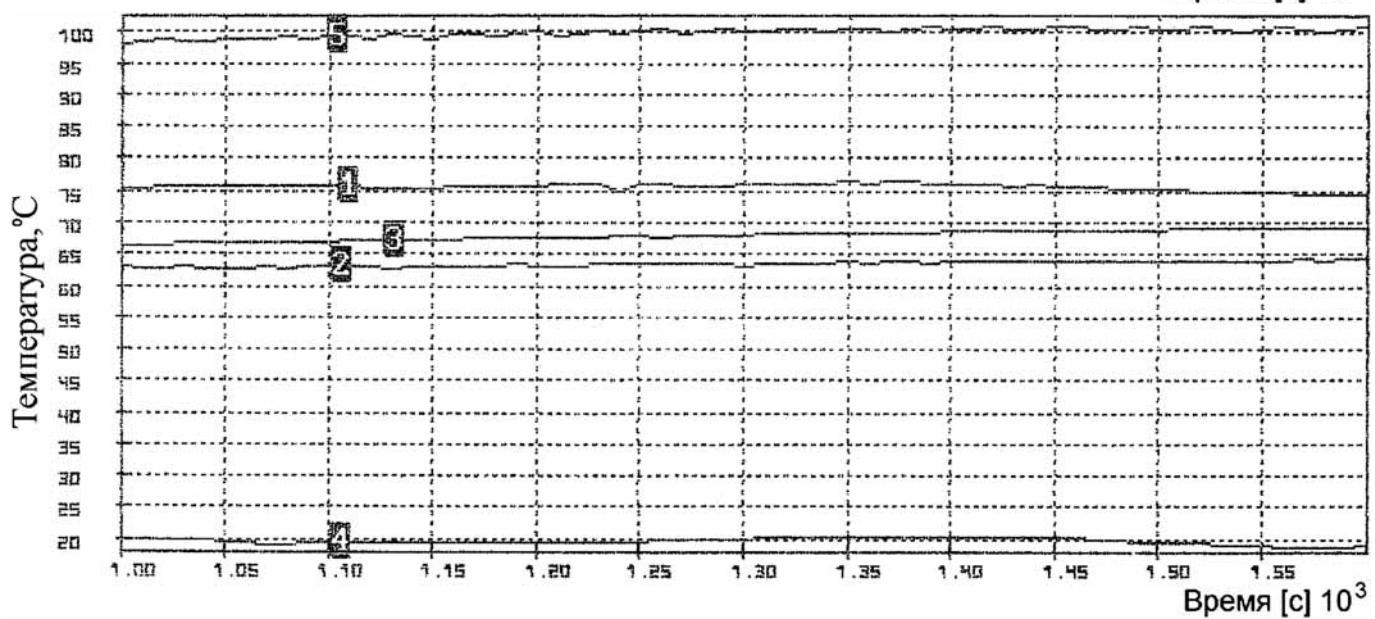
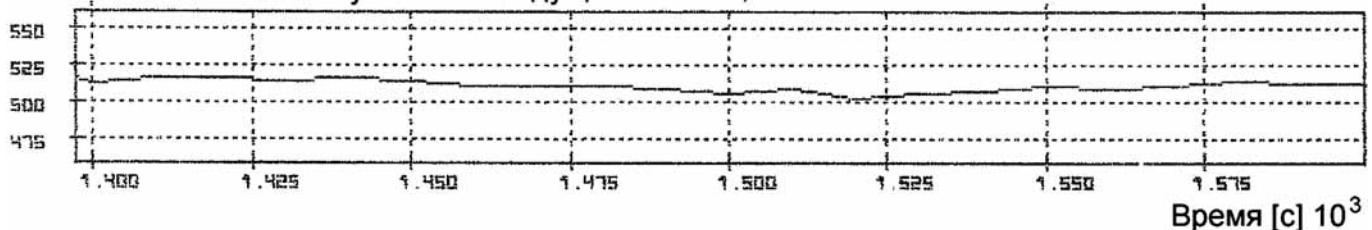


Рис. 6. Фрагменты осциллографов испытаний на завершающей стадии:

1 — температура воды в термостате; 2 — температура масла в коробке передач; 3 — температура масла в ведущем мосту; 4 — температура воздуха в камере; 5 — температура масла в картере двигателя

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гайдар С. М., Чумаков А. Г. Перспективы применения нанотехнологий в двигателестроении // Авиационно-космическая техника и технология. — 2009. — № 10 (67). — С. 12—16.
2. Промышленные фторорганические продукты: Справ. изд. / Б. Н. Максимов, В. Г. Барабанов, И. Л. Серушкин и др. — 2-е изд., пер. и доп. — СПб: Химия, 1996. — 544 с.
3. Протокол испытаний от 01.04.1994 г. КЭП АМО ЗИЛ.

УДК 621.436

А. А. Прохоренко, канд. техн. наук, доц., Национальный технический университет "ХПИ",  
Харьков, Украина  
E-mail: prokhorenko@kpi.kharkov.ua

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ФОРСУНКИ ДИЗЕЛЯ НА ЕЁ БЫСТРОДЕЙСТВИЕ

---

*В статье описан метод расчета основных конструктивных параметров электрогидравлической форсунки дизеля, позволяющий провести предварительный выбор их значений при проектировании новой конструкции форсунки, исходя из обеспечения ее работоспособности и требуемого быстродействия.*

**Ключевые слова:** дизель, электрогидравлическая форсунка, конструктивные параметры, быстродействие.

---

### *Рисунки на 2-й полосе обложки*

Основным типом топливной аппаратуры современных дизелей является аккумуляторная система (Common Rail) с теми или иными конструктивными особенностями [1]. При любой комплектации, главным узлом такой системы, обеспечивающим регулируемую цикловую подачу топлива в камеру сгорания, является форсунка с электрогидравлическим управлением (ЭГФ).

ЭГФ представляет собой разветвленную гидравлическую систему, состоящую из полостей переменных объемов, каналов, золотников, клапанов и жиклеров, взаимодействующих между собой. Сложность ее конструкции приводит к тому, что работоспособность ЭГФ лежит в узкой области рациональных значений параметров перечисленных элементов: масс, объемов, проходных сечений, длин и пр. Кроме того, помимо обеспечения общей работоспособности, к гидромеханической схеме ЭГФ предъявляются жесткие требования по быстродействию [2]. Быстродействие, в свою очередь, во многом зависит от скорости опорожнения (при открытии иглы) и наполнения (при закрытии) камеры управления (КУ), обязательно находящейся в ЭГФ. Именно в КУ создается требуемый перепад давления топлива, перемещающий иглу (запорный орган) форсунки под действием гидравлической силы.

На этапе проектирования новых конструкций ЭГФ сложно определить значения перечисленных

конструктивных параметров без подробного математического моделирования работы ЭГФ [4]. Предлагаемый ниже метод расчета позволяет провести предварительный выбор основных конструктивных параметров КУ при проектировании ЭГФ, исходя из обеспечения ее работоспособности и требуемого быстродействия.

В работе [3] представлены результаты выполненного исследования быстродействия камеры управления ЭГФ по достижении равновесного давления в ее объеме при срабатывании управляющего клапана:

$$p = \frac{p_2 + x^2 p_0}{1 + x^2}, \quad (1)$$

где  $x = \mu f_2 / \mu f_1$  — отношение площадей эффективных проходных сечений, соответственно, стравливающего и наполнительного жиклеров,  $p_2, p_0$  — соответственно давление топлива в топливном аккумуляторе и в дренажной полости форсунки.

Причем слагаемым числителем  $x^2 p_0$  ввиду его малости можно пренебречь и получить упрощенную зависимость:

$$p \approx \frac{p_2}{1 + x^2}. \quad (2)$$

# КАЧЕСТВО

---

Однако в действительности подъем иглы происходит раньше достижения этого равновесного давления, а точнее — при выполнении условия [3]:

$$p \leq p_2 \frac{F_d}{F_{M3}}. \quad (3)$$

Здесь  $F_d$  и  $F_{M3}$  — соответственно, площади дифференциальной площадки и поперечного сечения мультипликатора запирания. Поскольку эта величина давления в КУ несколько больше величины равновесного давления, то и время его достижения будет меньше. Тем самым быстродействие (т. е. время до начала подъема иглы) определяется еще и таким важным конструктивным параметром форсунки, как отношение  $F_d/F_{M3}$ .

Настоящая статья посвящена описанию исследования влияния этого параметра на быстродействие ЭГФ.

Обозначим отношение  $F_d/F_{M3} = Y$  и сведем уравнение (2) и неравенство (3) в систему:

$$\begin{cases} p = \frac{p_2}{1+x^2}, \\ p \leq p_2 Y. \end{cases} \quad (4)$$

Решение системы (4) имеет вид:

$$Y \geq \frac{1}{1+x^2}. \quad (5)$$

Графическое представление полученного неравенства, приведенное на рис. 1, является областью работоспособности ЭГФ при различных значениях ее конструктивных параметров:  $\mu f_2$ ,  $\mu f_1$ ,  $F_d$  и  $F_{M3}$ , которая снизу ограничена кривой  $1/(1+x^2)$ .

Для оценки быстродействия ЭГФ по достижении в КУ давления, соответствующего условию поднятия иглы, воспользуемся формулой, полученной в работе [3]:

$$t = \sqrt{2\rho\alpha V} \frac{(A_1 + A_2 + A_3 - A_1(p_2) - A_3(p_2))}{\sqrt{(\mu f_1^2 + \mu f_2^2)^3}}, \quad (6)$$

где  $A_1 = -(\mu f_1 \sqrt{p_2 - p} + \mu f_2 \sqrt{p - p_0}) \sqrt{\mu f_1^2 + \mu f_2^2}$ ;  $A_2 = \mu f_1 \mu f_2 \sqrt{p_2 - p_0} \operatorname{arcth} \left( \frac{\sqrt{\mu f_1^2 + \mu f_2^2} \sqrt{p_2 - p}}{\mu f_2 \sqrt{p_2 - p_0}} \right)$ ;  $A_3 = \mu f_1 \mu f_2 \times$

$$\begin{aligned} & \times \sqrt{p_2 - p_0} \operatorname{arcth} \left( \frac{\sqrt{\mu f_1^2 + \mu f_2^2} \sqrt{p - p_0}}{\mu f_1 \sqrt{p_2 - p_0}} \right); A_1(p_2) = -\mu f_2 \times \\ & \times \sqrt{p_2 - p_0} \sqrt{\mu f_1^2 + \mu f_2^2}; A_3(p_2) = \mu f_1 \mu f_2 \sqrt{p_2 - p_0} \times \\ & \times \operatorname{arcth} \left( \frac{\sqrt{\mu f_1^2 + \mu f_2^2}}{\mu f_1} \right), \rho — \text{плотность топлива, } \alpha — \text{ко-} \\ & \text{эффициент сжимаемости, } V — \text{объем КУ.} \end{aligned}$$

Приведенное выражение (6) получено из объемного баланса для полости КУ:

$$\alpha V \frac{dp}{dt} = \mu f_1 \sqrt{\frac{2}{\rho}(p_2 - p)} - \mu f_2 \sqrt{\frac{2}{\rho}(p - p_0)}, \quad (7)$$

путем интегрирования по  $dp$  относительно переменной  $t$  — текущего времени от момента открытия электромагнитного клапана стравливающего жиклера.

При рассмотрении гидравлических процессов в КУ приняты следующие допущения:

1. Объем полости КУ в результате движения иглы (мультипликатора запирания) меняется незначительно, следовательно, можно принять:  $V = \text{const}$ .

2. Коэффициент сжимаемости топлива не зависит от давления, т. е.:  $\alpha = \text{const}$ .

3. Временем открытия управляющего клапана можно пренебречь.

При выполнении анализа также учтем, что условие закрытия иглы определяется из баланса действующих на нее сил:

$$p_3 \geq \frac{p_2 F_i - P_{\text{пр}}}{F_{M3}}. \quad (8)$$

Учитывая, что отношение  $F_d/F_i = \delta$  — есть относительная площадь дифференциальной площадки (имеет величину в пределах 0,5...0,65 [5]) и, пренебрегая силой пружины  $P_{\text{пр}}$ , выражение (8) можно представить в более простом виде:

$$p_3 \geq \frac{Y}{\delta} p_2. \quad (9)$$

Очевидно, что в конструкции ЭГФ должно быть обеспечено условие  $p_3 \geq p$ , которое выполняется автоматически, поскольку в уравнении (9)  $\delta$  — величина всегда меньше единицы.

# КАЧЕСТВО

Для определения быстродействия по посадке иглы воспользуемся полученным также в работе [3] выражением:

$$t_1 = \frac{\alpha V}{\mu f_1} \sqrt{2\rho(p_3 - p)}. \quad (10)$$

Здесь  $t_1$  — это текущее время от момента закрытия электромагнитного клапана справляющего жиклера до момента достижения в КУ давления начала посадки иглы  $p_3$ . Значение  $p_3$  определяется как граничное из нестрогого неравенства (9).

Результаты выполненного анализа для примера конструкции ЭГФ со следующими значениями отдельных параметров: плотность топлива  $\rho = 850 \text{ кг}/\text{м}^3$ , коэффициент сжимаемости  $\alpha = 42 \cdot 10^{-11} \text{ Па}^{-1}$ , объем КУ  $V = 200 \text{ мм}^3$ , давление в дренажной полости:  $p_0 = 0,25 \text{ МПа}$ , давление в аккумуляторе:  $p_2 = 130 \text{ МПа}$ , площадь проходного сечения дросселя и  $\mu f_1 = 0,1 \text{ мм}^2$  приведены на рис. 2. В виде острых пиков на графике (рис. 1) отражена граница области работоспособности.

Анализ полученных данных показывает, что:

1. Быстродействие ЭГФ по опорожнению КУ увеличивается при увеличении отношений  $F_d/F_{M3}$  и  $\mu f_2/\mu f_1$ .

2. Изменение быстродействия ЭГФ по посадке иглы (по наполнению КУ от равновесного давления до  $p_3$ ) имеет прямо противоположный характер.

3. Очевидно, что рационально иметь одинаковое быстродействие, как по подъему, так и по посадке иглы. С этой точки зрения оптимальные значения параметров как следует из рис. 2, лежат в области  $\mu f_2/\mu f_1 = 1\dots1,5$ , а  $F_d/F_{M3} = 0,4\dots0,55$  [2].

## Вывод

На основе представленного в статье метода расчета можно создать достаточно простую методику, позволяющую произвести предварительный выбор основных конструктивных параметров электрогидравлической форсунки дизеля с аккумуляторной топливной системой, с учетом обеспечения как ее работоспособности, так и заданного быстродействия, не прибегая к сложному математическому моделированию гидродинамических процессов. Такой упрощенный подход, естественно, не исключает применения математических моделей и экспериментальных исследований, необходимых для полной доводки конструкции форсунки.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mollenhauer K. Handbook of Diesel Engines / K. Mollenhauer, H. Tschoeke. — Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, 2010. — 636 p.
2. Грехов Л. В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. Учебник для вузов / Л. В. Грехов, Н. А. Иващенко, В. А. Марков. — М.: Легион-Автодата, 2004. — 344 с.
3. Прохоренко А. А. Выбор основных конструктивных параметров электрогидравлической форсунки дизеля / А. А. Прохоренко, Д. В. Мешков, Д. Е. Самойленко // Авиационно-космическая техника и технология. — Харьков: "ХАИ", № 10/87, 2011. — С. 192—196.
4. Прохоренко А. А. Оптимизация конструктивных параметров пьезоэлектрической дизельной форсунки / А. А. Прохоренко, Д. В. Мешков, Д. Е. Самойленко // Відії Автомобільно-дорожнього інституту: Науково-виробничий збірник / АДІ ДонНТУ. — Горлівка, 2010. — № 1 (10). — С. 47—53.
5. Казачков Р. В. Проектирование топливных систем высокого давления дизелей: Учеб. пособие. — Харьков: ХГПУ, 1994. — 308 с.

## "КАМАЗ" на "ТВМ—2012"

ОАО "КАМАЗ" принял участие во втором Международном Форуме "Технологии в машиностроении—2012" ("ТВМ—2012"). "КАМАЗ" представил 10 моделей автотехники. Часть из них посетители выставки смогли оценить во время динамической демонстрации. Среди таких экспонатов – бортовой автомобиль для служб ВДВ КАМАЗ-43501, "летающий" КАМАЗ, десантируемый с воздуха на парашютных платформах, бортовые автомобили КАМАЗ-6350, КАМАЗ-65224 и броневик КАМАЗ-43269 "Выстрел". Впервые на выставке будет показан прототип армейского автомобиля КАМАЗ-63968 "Тайфун". Вниманию гостей Форума были предложены гоночный грузовик команды "КАМАЗ-мастер" КАМАЗ-4911 EXTREME, артиллерийский тягач с бронированной кабиной и обитаемым отсеком для расчета КАМАЗ-63501, шасси КАМАЗ-6560, КАМАЗ-65224 и защищенный многофункциональный модуль ММ-501.

Форум продемонстрировал первостепенное значение машиностроения в реализации национальных экономических приоритетов, обозначенных Президентом и Правительством Российской Федерации.

Департамент по связям с общественностью ОАО "КАМАЗ"

# ЭКОНОМИКА

УДК 656.13:339.9

П. Б. Комов, канд. техн. наук, Украина, Автомобильно-дорожный ин-т гос. вуза  
"Донецкий национально-технический университет"

E-mail: pobeda5128@yandex.ru

## ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Особенность экономического и социального содержания современного этапа научно-технического прогресса (НТП) – это принципиальная переоценка роли человека. Сегодня в современном цивилизованном мире капитал уже не является решающим фактором экономического роста. В стратегии экономической политики и тенденциях и факторах развития мировой экономики упор сделан на НТП, эффективность которого определяет новый "экономический" человек [1].*

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт, предпринимательская деятельность, организация, техническое обслуживание, организационные структуры.

Одна из основных причин кардинальных перемен, произошедших в последнее время как на автомобильном транспорте (АТ), так и в других отраслях народного хозяйства, а также в технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) – это естественный мировой процесс НТП.

Поведение человека и, прежде всего, человека с высшим образованием обязано отвечать запросам того общества, в котором он живет. Навыки современного инженера, опирающиеся на его знания и творческое мышление, т. е. умение инженера должно обеспечить ему успешное решение новых задач XXI века, формируемых временем.

Специалист XXI столетия это, прежде всего, предприниматель. Это аксиома современного капиталистического мира. Она определена VI предпринимательским этапом его развития, а также международными требованиями, которые к концу XX века сформировались в мировой системе высшего образования и которые отражены в программном документе ЮНЕСКО "Реформирование и развитие высшего образования" и докладе Международной комиссии по образованию – "Образование: сокровище".

Поэтому, например, в Украине предпринимательская деятельность в ТЭА определена Законом "Об автомобильном транспорте" в его редакции от 5.04.01 г., где в статье № 26 "Требования к техническому обслуживанию и ремонту автомобильных

транспортных средств" записано: "Исполнителем технического обслуживания и ремонта (ТОиР) является субъект предпринимательской деятельности, ...".

Организация предпринимательской деятельности – явление абсолютно новое для АТ. Однако для ТЭА в целом она таковой не является. Хозрасчет, высшая современная форма которого есть предпринимательство, всегда рассматривался в ТЭА как важнейший элемент повышения надежности транспортного процесса и эксплуатационной надежности подвижного состава (ПС).

Еще в 1978 г. проф. Н. Я. Говорущенко определил эффективную организацию выработки хозяйственных решений, как важнейший фактор, определяющий действенность управления АТ.

В 1987 г. проф. Е. С. Кузнецов предложил рассматривать схемы хозяйственных отношений за использование автомобилей в качестве мероприятия для повышения надежности транспортного процесса и эксплуатационной надежности ПС [6].

В 1988 г. проф. Е. С. Кузнецов и проф. И. П. Курников установили, что тенденция подсистем коммерческой эксплуатации и ТЭА к полному хозяйственному выделению является специфическим свойством, которое позволяет выделить подсистемы при системном анализе.

В 1990 г. проф. Е. С. Кузнецов предложил переориентировать тематику научных исследований

# ЭКОНОМИКА

---

ТЭА по фактору "Система и организация ТОиР", уделив особое внимание функционированию инженерно-технической службы в условиях хозрасчета и самоокупаемости.

Сегодня в ТЭА, согласно исследованиям НИИАТ, необходимо создание современной, с обратной связью, гибкой системы управления работоспособностью и техническим состоянием автомобильного парка, которая бы определяла эффективную техническую политику отрасли и позволяла функционировать в новых предпринимательских условиях хозяйствования, не нарушая права хозяйствующих субъектов.

Особенность ТЭА состоит в том, что ее современные структурные производственные подразделения в абсолютном большинстве это малые предприятия частного бизнеса. Поэтому основой их "жизни" во всех ее проявлениях, естественно, является прибыль.

Однако прибыль это не единственная цель инженерно-технической службы (ИТС) в целом. Предприниматели ИТС работают в сфере безопасности жизнедеятельности человека.

Как известно, любое повышение безопасности достигается за счет необходимого дополнительного увеличения расходов. Поэтому всегда существует проблема определения оптимального уровня расходов, при котором технология и производство остаются рентабельными.

Для современной ТЭА решение проблемы — это теоретическое обоснование и создание новых предпринимательских принципов ее деятельности. По мнению ученых ХАДИ, основная цель современной ТЭА как науки состоит в создании системотехнической методологии решения практических и научных задач ТЭА, а современный специалист АТ обязан иметь соответствующую методологическую подготовку, позволяющую ему достаточно свободно ориентироваться в непрерывно изменяющемся многогранном мире техники и различных управляемых структур и систем.

Задача системотехники — изучение вопросов структурной организации составных объектов, методов анализа и синтеза сложных систем. Системотехника должна увязать в единый комплекс разрозненные методы исследования систем на различных уровнях их изучения и фазах существования.

Эксплуатация и обслуживание техники это, как известно, прикладная отрасль знаний — наука о взаимодействии человека с техникой в процессе ее ис-

пользования и внешней средой. Другими словами — это наука о комплексе "человек — машина — среда".

В ТЭА роль и место человека является главенствующей. В соответствии с чем, в современной технической эксплуатации автомобилей человек формирует две основные концепции ее познания.

Концепция первая — традиционная. Она представляет ТЭА как большую систему. Особенность таких систем состоит в том, что для их изучения достаточно одного наблюдателя. При этом под наблюдателем имеется в виду не число людей, принимающих участие в исследовании или проектировании системы, а относительная однородность квалификации человека.

В ТЭА это инженер, который ведет свои исследования по подсистемам, где объект моделирования описан как бы на одном языке, т. е. с помощью единого метода моделирования ("дерева целей"), хотя и по частям (подсистемам).

Концепция вторая — системотехническая. Она рассматривает ТЭА как систему сложную. Для исследования таких систем, как известно, необходимо несколько наблюдателей принципиально разной квалификации.

В ТЭА, по мнению ученых ХАДИ, таким наблюдателем является системотехник. Авторы данной концепции считают, что транспортный комплекс в целом — это сложная динамично развивающаяся система и ее появление — это закономерный результат бурной научно-технической революции (НТР), произошедшей во внешней среде, окружающей современного человека.

Проблема состоит в том, что поведение сложных человеко-машинных систем, а точнее, нарушение устойчивости их функционирования трудно поддается математическому описанию и, следовательно, управлению. Подтверждением этому являются многочисленные техногенные и природные катализмы последней трети XX века. Сегодня ученые и инженеры так и не смогли справиться с проблемами проектирования, создания и эксплуатации высоко опасных и ответственных сложных систем.

В ТЭА таким негативным примером является плохое техническое состояние транспортных машин, которое, по-прежнему остается существенной составляющей дорожных транспортных происшествий.

В соответствии с чем основополагающая задача ТЭА состоит в теоретическом обосновании и создании новых предпринимательских принципов практической деятельности ИТС в условиях, которые

# ЭКОНОМИКА

---

в современном мире направлены на обеспечение техногенной, экологической, медицинской и террористической безопасности человека. Для АТ, как и для многих других отраслей во всем мире — это условия, вызванные глобализацией технической диагностики и неразрушающего контроля.

По мнению проф. Б. З. Мильнера все это, т. е., во-первых, радикальные изменения экономических отношений, а, во-вторых, сложность и наукоемкость современного производства требуют фундаментальных изменений в организациях XXI века. Главное условие успеха современных экономических реформ, отмечает Б. З. Мильнер, это переход к эффективным формам организации и управления, построенным на научных принципах. Научно обоснованное формирование организационных структур управления — актуальная задача современного этапа адаптации хозяйствующих субъектов к рыночной экономике".

Рыночные отношения, предпринимательская активность, развитие различных форм собственности, изменение функций и методов государственного регулирования и управления предъявляют новые требования к построению и поведению организаций. Не понимая современной сущности организаций и закономерностей их развития, нельзя ни управлять ими, ни эффективно использовать их потенциал, ни осваивать современные технологии их деятельности.

Поэтому цель обучения и воспитания нового "экономического" человека в сфере ТЭА — это формирование современной рыночной методологии его деятельности. Для инженера АТ это, прежде всего, создание возможности решения задач инжиниринга.

Инжиниринг (*engineering*) — тип услуг, а также сфера деятельности инженера по предоставлению различных инженерно-консультационных услуг на коммерческой основе. Реинжиниринг (*reengineering*) — переосмысление и перепроектирование бизнес-процессов, позволяющие достичь качественных улучшений деятельности фирмы, оцениваемой такими показателями, как стоимость, качество, сервис и темпы.

Наиболее эффективным источником новых идей для предпринимателя является его собственная научно-исследовательская и опытно-конструкторская деятельность, которая должна представлять инновационный проект — совокупность документов, определяющих систему научно обоснованных целей и мероприятий по решению какой-либо проблемы, организацию инновационных процессов в пространстве и времени.

Первооснова, исходное начало всего — организаторская деятельность. Любой человек начинает познание окружающего его мира с исследования того, как все организовано. Все, что окружает людей, или то, что можно себе представить, так или иначе, рассматривается с позиций организации.

Организация предшествует самой деятельности, т. е. осуществляется до начала достижения некоторой цели дела.

Сегодня практика располагает многочисленными фактами, поучительными примерами недооценки человеком роли организации в решении его насущных проблем. Наиболее ярким примером этого является современное кризисное состояние общества. Во второй половине XX века, проигнорировав именно "путь организации", руководящие органы СССР без соответствующих знаний не только не решили новых задач социалистического строительства, но и потеряли ранее завоеванное.

Деятельность организаторская — это создание или усовершенствование механизма управления в соответствии с целями и задачами организационных систем.

Считают, что "организация" отвечает на вопрос, чем управлять, а "управление" — зачем и как воздействовать на объект, т. е. понимание организации — первично, оно создает основу для изучения управления.

ТЭА определяет пути и методы наиболее эффективного управления работоспособностью автомобильного парка согласно поставленной цели. В соответствии с чем организаторскую деятельность следует признать основой современной ТЭА.

# ЭКОЛОГИЯ

УДК 662.6/.7

**Ю. В. Панов**, канд. техн. наук, проф., **М. И. Почукаев**, асп., **М. А. Назаров**, инж. МАДИ  
E-mail: madi-chim@mail.ru

## ВНЕДРЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В ФИЛИАЛАХ ГУП "МОСГОРТРАНС"

*Продолжается внедрение природного газа на пассажирском транспорте. Экономическая эффективность внедрения альтернативного топлива в первую очередь базируется на стоимости и объеме потребляемого метана по сравнению с замещаемым жидким топливом.*

**Ключевые слова:** альтернативное топливо, компримированный природный газ (КПГ), условия эксплуатации, инструментальные методы измерения, подвижной состав, эксплуатация.

### *Рисунки на 3-й полосе обложки*

В последние годы в филиал (11-й автобусный парк ГУП "Мосгортранс") поступило 77 серийных газовых автобусов большой вместимости ЛиАЗ 5293.7 с двигателями Cummins CG 250, изготовленных серийно Ликинским автобусным заводом при участии ООО "Д.В.С. эко".

По мере увеличения подконтрольной выборки автобусов проводится уточнение и корректировка маршрутных норм, методов измерения расхода КПГ. Для каждого маршрута разрабатываются индивидуальные нормы, которые для упрощения анализа объединены в четыре группы сложности условий движения и эксплуатации. Полученные в первые годы эксплуатации данные по расходу КПГ автобусами ЛиАЗ 5293.7 показывали, что в зависимости от сложности маршрута показатели отличаются от базовых норм, разработанных в НИИАТе (таблица), и от нормативных значений, установленных в инструкции по эксплуатации.

Отклонение реальных расходов газа от нормированных, видимо, связано с тем, что условия перво-

начального нормирования соответствовали первой группе сложности маршрута.

В реальных условиях эксплуатации на "легких" маршрутах 1-й группы сложности автобусы ЛиАЗ 5293.7 укладываются в базовую норму ( $55,5 \text{ м}^3/100 \text{ км}$ ). В 2008 г. была рекомендована дальнейшая корректировка разработанных норм по мере насыщения 11-го автобусного парка газовым подвижным составом.

Фактические данные, полученные в автопробегах на участках различной сложности, отличающихся рельефом и режимом движения (городской и загородный) для междугородного автобуса ЛиАЗ 5256.57, оснащенного аналогичным двигателем Cummins CG-250, достаточно близки к тем, которые получаются в результате эксплуатации на реальных маршрутах. При этом нижняя граница ( $40,7 \text{ м}^3/100 \text{ км}$ ) соответствует движению по ровным участкам загородной трассы, а верхняя ( $59,1 \text{ м}^3/100 \text{ км}$ ) — смешанному по горной местности и городу.

В 2010 г. число автобусов ЛиАЗ 5293.7, эксплуатируемых на маршрутах, увеличилось. Ежедневно

**Сравнение маршрутных норм и фактического расхода КПГ**

Модель	Номер группы сложности маршрута	Средний фактический расход, $\text{м}^3/100 \text{ км}$	Установленная норма по парку, $\text{м}^3/100 \text{ км}$	Разница установленной нормы и полученного расхода, $\text{м}^3/100 \text{ км}$
ЛиАЗ 5293.7	1	47,583	55,5	7,917
ЛиАЗ 5293.7	4	65,156	55,5	-9,656
ЛиАЗ 5256.57	Данные автопробега	40,7—59,1	—	—

# ЭКОЛОГИЯ

---

на линию выходили около 70 автобусов данной модели. В 2009 г. в составе АЗС 11-го автобусного парка ГУП "Мосгортранс" ОАО "Московская газовая компания" проводила эксплуатационные испытания передвижного автогазозаправочного комплекса (ПАГЗК), осуществлявшего сжатие и регазификацию сжиженного метана. Наличие ПАГЗК позволило провести сравнительную оценку следующих методов измерения расходов КПГ для автобусов:

- опробованы и оценены инструментальные методы измерения расхода газа непосредственно при заправке;
- проведено опытное внедрение приборного обеспечения для регистрации расхода топлива газовыми автобусами на маршрутах;
- оборудование для оценки расхода КПГ по остаточному давлению;
- оборудование для оценки расхода КПГ массовым способом с использованием ЭСУД Cummins CG 250.

Работы проводились в трех направлениях:

1. Оценка расхода газового топлива по остаточному давлению в баллонах с помощью цифрового датчика давления модели МИДА-ДИ-13ПК-Ex.

2. С помощью считывания данных о расходе газа из блока управления двигателем автобуса (ЭСУД Cummins CG 250).

3. Анализ отчетных данных отдела ГСМ 11-го автобусного парка ГУП "Мосгортранс" по расходу газового топлива автобусами ЛиАЗ 5293.7.

Экспериментальные исследования топливной экономичности проводились в условиях реальной маршрутной сети ГУП "Мосгортранс", оценка выполнялась при штатной эксплуатации автобусов во время перевозки пассажиров на маршрутах, обслуживаемых подвижным составом 11-го автобусного парка.

Для сравнения полученных результатов использовался традиционный способ оценки расхода КПГ по разности давлений после предыдущей заправки и перед началом следующей.

Для оценки расхода КПГ массовым способом применялся персональный компьютер (ноутбук) с установленным программным обеспечением и специальный декодер Inline для диагностики газовых двигателей Cummins через его электронную систему управления (ЭСУД). Программное обеспечение и декодер сигналов электронного блока управления двигателем Inline 5 были предоставлены для выполнения данной работы изготовителем газовых автобусов ООО "Д.В.С. эко".

Принцип действия типовой диагностической программы Insite фирмы Cummins основан на опросе электронного блока управления двигателем (ЭБУ).

Топливо подается по команде ЭБУ ЭСУД, который рассчитывает оптимальные момент впрыскивания метана и его количество в смеси в зависимости от данных, получаемых от различных датчиков. В том числе ведется и учет расхода топлива. Эти данные являются справочными, и их можно получить с помощью программы Insite, которая, образно выражаясь, позволяет заглянуть в записную книжку ЭБУ. Эта программа выполняет и другие функции. Необходимая информация выводится на экран в виде таблицы (рис. 1).

Для сравнения результатов, полученных с использованием компьютерной программы, с результатами, рассчитанными по остаточному давлению, компьютерные замеры также выполнялись дважды: на заправке в первый день и на заправке через сутки.

Помимо данных о суточном расходе газа, проведенные замеры позволили получить информацию о среднем расходе газового топлива автобусами с начала эксплуатации. Расчетная часть метода заключается в определении расхода газа в  $\text{м}^3/100 \text{ км}$  по известному общему потреблению топлива с начала эксплуатации в фунтах.

Следует отметить, что расчет расхода газа по данным электронного блока управления двигателем более точен и предпочтителен для получения маршрутных норм.

Сравнение расходов газового топлива, полученных инструментальным способом и по данным системы ЕАСУ ФХД ГУП "Мосгортранс", позволило сделать вывод, что нормы расхода газа, установленные в 11-м автобусном парке ГУП "Мосгортранс", завышены и определены с большим запасом (рис. 2). В то же время фактический расход газа, учтенный системой ЕАСУ ФХД ГУП "Мосгортранс", также может отличаться от рассчитанного по инструментальным замерам.

В целом же анализ показал, что действовавшая на момент проведения исследовательской работы система учета расхода газа на АГНКС № 2 и № 8 Управления "Мосавтогаз", основанная на определении объема заправленного газа по разности давлений в начале и конце заправки с использованием переводных таблиц, является несовершенной из-за влияния субъективных факторов.

Полученные данные по расходу КПГ автобусами ЛиАЗ-5293.7 показали, что в зависимости от сложности маршрута в среднем показатели на 13,3 % ниже нормативных значений. Было рекомендовано уменьшить нормативные значения. Такое отклонение, видимо, связано с тем, что первоначальное нормирование проводилось с определенным запасом и поправкой на значительную погрешность, которую дает расчет объема заправленного газа по ос-

таточному давлению, чтобы исключить перерасход газового топлива. Замеры инструментальным способом, особенно по данным электронного блока управления двигателем, было бы рационально взять за основу при нормировании.

Результаты проделанной работы показали ее значимость для рациональной эксплуатации автобусов, использующих в качестве топлива КПГ. При этом более пристальное внимание следует обратить на технологии с использованием бортовой ЭСУД при оценке расхода и последующем нормировании. При этом сохраняется и ряд нерешенных задач в области учета расхода КПГ и нормирования. Такие исследования надо проводить и в дальнейшем для установления оптимальных маршрутных норм расхода.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Панов Ю. В., Зенченко В. А., Корякин А. А. Исследование закономерностей нормирования расхода топлива газодизельных автобусов. Тезисы докл. 4-й Международной научно-технической конференции "Реше-

ние экологических проблем в автотранспортном комплексе". — М.: МАДИ (ГТУ), 2000. — С. 117–118.

2. Бушуев П. В., Панов Ю. В., Зенченко В. А., Назаров А. А. Современные методы оценки расхода газового топлива городскими автобусами // "Автотранспортное предприятие". — 2007. — № 4 — С. 29–34.
3. Лукшо В. А., Миронов М. В. Экономическая эффективность использования КПГ как моторного топлива на транспортных средствах с дизельными силовыми установками // "Транспорт на альтернативном топливе". — 2010. — № 2 (14). — С. 20–25.
4. Семенюга В. В., Люгай С. В., Никаноров Б. И., Панов Ю. В. Эксплуатационные расходы топлива автомобилей пробега // "Газовая промышленность". — 2009. — № 11. — С. 10–12.
5. Панов Ю. В., Чижкова Н. Н., Назаров А. А., Бушуев П. В. Оценка расхода КПГ городских автобусов ЛиАЗ на маршрутах различной сложности. Сб. тр. "Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта". — М.: МАДИ (ГТУ), 2009. — С. 79–84.
6. Хорьков В. И. Газовые автобусы ЛиАЗ. Руководство по эксплуатации ЛиАЗ. — 2008.

# Грузовик ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

**“ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ”**  
принимает подписку на журнал на 2013 г.

Индексы: 37349 – “Роспечать”, 39799 – “Пресса России”, 25782 – “Почта России”

При подписке через издательство Вы

- получите журналы с первого номера;
- сэкономите на стоимости почтовой доставки;
- узнаете о новых книгах и журналах Издательства.

*Постоянным подписчикам предоставляется скидка  
на подписку и публикацию рекламных объявлений.*

Присылайте заказ и обращайтесь за дополнительной информацией  
в отдел продаж, маркетинга и рекламы. 107076, Москва, Строгинский пер., д.4.

Тел.: (499) 269-66-00, 269-52-98; факс (499) 269-48-97.

E-mail: [realiz@mashin.ru](mailto:realiz@mashin.ru); [www.mashin.ru](http://www.mashin.ru)

# ВЫСТАВКИ

УДК 629.113

**А. С. Савченко**, главный редактор журнала "Автомобилестроение за рубежом"

E-mail: avtorubezh@mashin.ru

## МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СТТ-2012. ЧАСТЬ 2

*Прошедшая недавно в Москве крупнейшая в мире ежегодная специализированная выставка "Строительная техника и технологии-2012". (СТТ-2012) порадовала посетителей большим количеством новой автотранспортной техники.*

**Ключевые слова:** выставка, грузовик, двигатель, кабина.

### MERCEDES-BENZ

На международной выставке СТТ-2012 компания "Мерседес-Бенц Тракс Восток" представила технику для строительства в особо сложных условиях и условиях бездорожья. Так, полноприводный самосвал Mercedes-Benz Actros 3341AK предназначен для работы в тяжелых условиях, таких как бездорожье, мягкий грунт, гравий, зимники. На автомобиль установлено специальное оборудование: оригинальная подвеска, мощные оси для достижения максимальной грузоподъемности, усиленные рессоры с большим запасом прочности, усиленная коробка передач, двухдисковое сцепление, задние оси с планетарными бортовыми редукторами и постоянный полный привод с возможностью блокировки всех межосевых и межколесных дифферен-

циалов. Снизу двигатель оснащен защитой толщиной 10 мм. Все это позволяет перевозить более 25 т груза даже в климатических условиях Севера. Автомобиль оборудован жидкостным отопителем, позволяющим прогревать двигатель перед пуском, а также подогреваемым топливопроводом и дополнительной теплоизоляцией кабины. Самосвальный кузов производства Meiller специального исполнения из высокопрочной стали также предназначен для работы при температурах ниже  $-45^{\circ}\text{C}$ .

Представленный на стенде "Мерседес-Бенц Тракс Восток" Zetros может быть использован в качестве шасси для специальных надстроек и оборудования в строительстве, электроэнергетическом секторе, геологоразведывательных и спасательных операциях, тушении пожаров, ликвидации послед-



Самосвал Mercedes-Benz Actros 3341AK с кузовом фирмы Meiller



Mercedes-Benz Zetros для строительных работ в условиях бездорожья

# ВЫСТАВКИ

ствий природных и техногенных катастроф. На шасси Zetros может быть установлено любое специальное оборудование: самосвальный кузов, бетоносмеситель, бурильная установка, эвакuator, кран-манипулятор и др. Капотная компоновка автомобиля позволила уменьшить высоту и снизить центр тяжести, что делает Zetros устойчивым и маневренным на любом рельефе местности. Высокая проходимость автомобиля обусловлена полным приводом колес, блокировкой межосевых и межколесных дифференциалов и односторонним исполнением колес. Zetros оснащен шестицилиндровым рядным двигателем с рабочим объемом 7,2 л и мощностью 326 л. с. Кроме универсальности и высокой проходимости, этот автомобиль отличают комфортные условия для работы водителя.

## DAF

Компания VH-DAF не впервые участвует в выставке СТТ. В этом году в экспозиции было представлено три единицы техники: два магистральных седельных тягача (DAF FTT CF85, DAF FT XF 105) и цистерна-полуприцеп Kassbohrer SSL30.

Седельный тягач DAF серии CF85 с колесной формулой  $4 \times 2$  может оснащаться на выбор тремя двигателями, мощность которых составляет 360, 410 и 462 л. с. За счет большой грузоподъемности, высокой производительности, превосходной эргономике и дизайна кабины является идеальным вариантом для средне- и крупнотоннажных между городских перевозок. Для комфорта водителя предлагается два варианта кабины: Sleeper Cab и Space Cab.

Сегодня тягач DAF FT XF105 — пожалуй, лучшее предложение на отечественном рынке. Высокоэкономичный двигатель обеспечивает низкий расход



Рис. 3. Сегодня тягач DAF FT XF105 — пожалуй, лучшее предложение на рынке



Рис. 4. Цистерна-полуприцеп Kassbohrer SSL30 предназначена для перевозки цемента

топлива, увеличивает интервалы между циклами технического обслуживания и ведет к дополнительному снижению эксплуатационных расходов. Трансмиссия седельного тягача может быть идеально подобрана с учетом ваших конкретных потребностей.

Цистерна-полуприцеп Kassbohrer SSL30 предназначена для перевозки цемента. Ее объем составляет  $30 \text{ м}^3$ , грузоподъемность — 40 т. Корпус цистерны сварной самонесущего типа облегченной конструкции. Он сварен из высокопрочного алюминиевого сплава. Имеются два разгрузочных конуса с приваренными отсеками рыхления. Загрузка материала осуществляется через две горловины DN450.

VH-DAF имеет свой собственный лизинг, который позволяет сделать грузовые автомобили DAF доступными для каждого российского потребителя. При нынешних непростых условиях VH-DAF продолжает держать низкие цены. Фирма предлагает не только финансовый лизинг, но и комбинацию с сервисом и другими услугами под одной крышей. VH-DAF берет на себя гарантийные обязательства по техническому обслуживанию и ремонту лизинговых транспортных средств.

## МАЗ

Минский автозавод на СТТ-2012 показал первый плод сотрудничества с российским КАМАЗом. На новом самосвале МАЗ-5516W4 были установлены передняя ось и задние ведущие мосты от КАМАЗа (как у модели 65115). Причем новый минский самосвал находится в той же весовой категории, что и упомянутый самосвал КАМАЗ-65115: грузоподъемность 15 т, полная масса 25 т.

Мы уже привыкли, что белорусские грузовики оснащаются современной кабиной типа МАЗ-6440,

# ВЫСТАВКИ

но перспективное семейство МАЗ-5516W4, будучи младшим подсемейством, комплектуется давно известной перевозчикам угловатой кабиной типа МАЗ-6422. При этом немного модернизирован нижний пояс кабины: бампер снизу опоясывает пластиковый обтекатель с противотуманными фарами, подножка теперь состоит из двух ступеней, а пластиковая накладка над колесной аркой получила более современные формы. Грузовики могут комплектоваться силовыми агрегатами различных производителей, а представленная на СТТ-2012 модель была оснащена рядной "шестеркой" Cummins 6ISBe4 мощностью 300 л. с. и девятиступенчатой коробкой передач 9JS135TA китайского производства.

Отметим, что для самосвала изготовили оригинальный кузов полукруглого сечения объемом 9 м<sup>3</sup>. Цена грузовика с силовым агрегатом ЯМЗ будет аналогична самосвалу КАМАЗ-65115.

## HINO

Компания Hino Motors входит в корпорацию Toyota и является ведущим японским производителем грузовиков среднего и тяжелого класса. На российском рынке грузовики Hino зарекомендовали себя как надежные, экологически чистые, технологически безопасные, экономичные и комфортабельные автомобили, во многом опережающие свое время.

Так, у Hino 500 облегченная кабина, корпус коробки передач (LX06) из алюминиевого сплава, что значительно снижает общую массу грузовика, обеспечивая отличную грузоподъемность. Кроме того, применение однолистовых рессор переменного сечения позволило резко увеличить срок службы и надежность этой модели.

Автомобиль Hino 500 оборудован простой в эксплуатации и надежной кран-манипуляторной уста-



Рис. 5. Грузовой автомобиль Hino 500, оснащенный краном-манипулятором Palfinger PK 1200

новкой PK 12000, грузовой момент которой составляет 11,6 тм. В стандартной комплектации КМУ способна поднять груз весом 2510 кг на минимальном вылете 4,5 м. На максимальном вылете 8,1 м она обеспечивает работу с грузами более 1300 кг.

Также на стенде японской фирмы Hino посетители выставки увидели грузовики 300 и 700 серий, причем в разных модификациях.

## SCHMITZ CARGOBULL

В рамках проведения международной выставки СТТ-2012 компания Schmitz Cargobull устроила праздничное мероприятие на Тушинском кольце в Москве по случаю 120-летия создания предприятия. Как сообщила пресс-секретарь компании Ольга Лойер, в честь этого события ведущий производитель полуприцепов представил в российской столице самые популярные решения для восточноевропейского рынка. Среди представляющей техники были новые тентовый полуприцеп S.CS, самосвальные полуприцепы S.KI, разработанные специально для восточноевропейского рынка, а также последнее поколение рефрижераторных полуприцепов S.KO COOL.

В своей речи член правления фирмы Андреас Шмитц, ответственный за продажи в Центральной и Восточной Европе, остановился на том, как именно развивалась компания: из семейной деревенской кузницы, расположенной в Альтенберге, предприятие превратилось в широко признанного лидера на европейском рынке в сфере инноваций и технологий. По словам г-на Шмитца, традиции и инновации для компании являются двумя сторонами одной медали: "Мы всегда предлагаем потребителям только самое лучшее. Самую лучшую продукцию и самое лучшее обслуживание".

На территории всей Восточной Европы компания Schmitz Cargobull вкладывает большие средства в расширение и улучшение сервисных услуг. Проводится регулярное обучение для повышения квалификации сотрудников сервисных станций. Постоянно расширяется и спектр дополнительных услуг. Новая услуга, предлагаемая компанией Schmitz Cargobull в России — прием поддержанной техники в счет оплаты новой.

С краткой поздравительной речью выступил и Дирк Хоффманн, совладелец компании Schmitz Cargobull AG и владелец EWT Truck & Trailer Handels GmbH, представляющей интересы Schmitz Cargobull в Польше, Чехии и Словакии. В своей речи он рассказал и о новом центре EWT Truck & Trailer Center в г. Стрыкув (Польша) на транзитном пути Москва—Варшава—Берлин.

# ABSSTRACTS OF ARTICLES

- 2** *Kurmaev R. K., Korkin S. N., Kramer A. S.* Prospect of use of independent hydraulic active wheel modules in cross-country capacity road trains  
The paper presents the design of various types of active-terrain trucks. Provided technical solutions and methods for linking trains active wheel modules with hydrostatic drive wheels. The analysis of the traction capabilities and an estimate of the damaging effects of trucks on the ground with the active and inactive trailing links.  
**Keywords:** articulated truck with active trailing link, hydrostatic transmission, capability, soil, wheel module
- 11** *Maksimov V. A., Ismailov R. I., Maksimov P. V.* Write-offs of linear bus, operated by the in the branches of the state unitary enterprise "Mosgortrans"  
The article considers a rational procedure of write off of linear bus, operated in the branches of the state unitary enterprise "Mosgortrans"  
**Keywords:** the article considers a rational procedure of write off of linear bus, operated in the branches of the state unitary enterprise "Mosgortrans"
- 19** *Maximov V. A., Michailov A. V., Serenkiy Y. M.* Factors affecting the fuel consumption of city buses during exploitation  
Road situation is constantly changing in Moscow. Load driving mode and speed driving mode of city buses is changing too. Also there is changing of fuel and lubricant consumption. These leads to the need of periodic review of routing rates of fuel and lubricant consumption.  
**Keywords:** bus, operating speed, the complexity of the road, atmospheric conditions, passenger capacity, fuel consumption, traffic lights on the route
- 21** *Grekhev L. V., Markov V. A., Akimov V. S., Chzhao J., Furman V. V.* Calculation analysis of electronic system for controlling fuel supply in diesel engine  
An electronic system design for controlling fuel supply in a transport diesel engine is presented. The results of calculation analysis for an electronically-controlled fuel supply system are given. The potential for optimizing the system design parameters in order to decrease fuel consumption and to improve exhaust toxicity characteristics at a later date is demonstrated.  
**Keywords:** diesel engine, control system, transient process, optimization, exhaust gases toxicity
- 28** *Gaidar S. M., Dmitrevsky A. L., Bykov K. V.* Improved performance of internal combustion engines with the use of nanomaterials  
The use of nanomaterials reduces internal friction and allows you to increase traction and reduce fuel consumption. Found that the addition of nanomaterial "UM-2" in the engine and transmission oil reduces fuel consumption, and smoke, and the compression increases. It was established experimentally that the fuel consumption is reduced by 16,7 %.  
**Keywords:** nanomaterials, traction power, fuel, compression, smoke, motor oil, gear oil
- 36** *Prokhorchenko A. A.* Investigation of the basic design parameters of diesel electro-injector its performance  
This paper describes a method for calculating the basic design parameters of electro-injector diesel engine that allows you to pre-selection of their values in the design of the new design of a nozzle on the basis of ensuring its efficiency and performance required.  
**Keywords:** diesel, electro-injector, design parameters, performance
- 39** *Komov P. B.* Trends and factors of the world economy in road transport  
The feature of economic and social content of present stage of scientific and technical progress is revaluation of the human role. The capital isn't the decisive factor of economic growth anymore in the modern civilized world. The strategy of economic policy and trends and factors of the global economy development focuses on scientific and technical progress. The efficiency of scientific and technical progress is determined by the new "economical" human.  
**Keywords:** automobile transport, entrepreneurship, corporation, maintenance, organizational structure
- 42** *Panov Y. V., Pochukaev M. I., Nazarov M. A.* The introduction of alternative fuels in subsidiaries of state unitary enterprise "Mosgortrans"  
The introduction of natural gas in passenger transport goes on. Economical efficiency of introduction of natural gas is based on cost and volume of consumption of natural gas compared to oil fuel.  
**Keywords:** alternative fuel, compressed natural gas, operating conditions, instrumental methods of measuring, vehicles, exploitation
- 45** *Savchenko A. S.* Editor-in-chief Automotive industry foreign magazine International specialised exhibition STT-2012  
Held recently in Moscow, the world's largest annual specialized exhibition "Construction Equipment and Technologies-2012". (STT-2012) were pleased with the visitors plenty of new motor vehicles.  
**Keywords:** exhibition, truck, engine, cabine

Художественный редактор Т. Н. Галицина. Технический редактор Е. М. Патрушева. Корректор Е. В. Комиссарова  
Сдано в набор 04.09.2012. Подписано в печать 15.10.2012. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5.88. Уч.-изд. л. 6.83.

Отпечатано в ООО «Белый ветер», 115407, г. Москва, Нагатинская наб., д. 54, пом. 4