Грузовик

3
2018

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство "Инновационное машиностроение"
Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО

Редакционный совет

Д.Х. Валеев, д-р техн.наук
В.А. Волчков
С.М. Гайдар, д-р техн.наук
Л.В. Грехов, д-р техн.наук, проф.
В.А. Зорин, д-р техн.наук
В.В. Комаров, канд.техн.наук
В.А. Марков, д-р техн.наук, проф.
А.Н. Ременцов, д-р пед.наук, канд.техн.наук
О.Н. Румянцева, ген.дир.ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"
А.Ф. Синельников, канд.техн.наук, проф.
А.А. Солнцев, д-р техн.наук
В.С. Устименко, канд.техн.наук
Х.А. Фасхиев, д-р техн.наук, проф.
Н.Д. Чайнов, д-р техн.наук, проф.

Корпункт:
Я.Е.Карповский (г.Минск)

Адрес редакции:
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр.12
Тел.(499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; http://www.mashin.ru

Адрес издательства
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр.2
Тел.(495) 661-03-36

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Регистрационный номер ПИ № ФС77-63955 от 09.12.2015 г.

Подписной индекс:
по объединенному каталогу
"Пресса России" 39799

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», "Грузовик", 2018

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

В НОМЕРЕ:

Конструкция

3 *Ерохов В. И.* Однотопливный газобаллонный автомобиль, работающий на компримированном природном газе. Часть 2

10 *Макеев В. Н., Плешков Д. Д.* Один из конструктивных способов повышения эффективности применения гидравлических экскаваторов при строительстве лесовозных дорог

Исследования. Расчет

15 *Антипенко В. С., Строев А. А.* Влияние деформации при изготовлении вольфрамовых электродов на их термостойкость

22 *Череповский А. С., Сапронов Ю. Г.* Исследование рабочих характеристик акустических парковочных систем

Транспортный комплекс

27 *Подхалюзина В. А.* Транспорт Санкт-Петербурга в современных условиях

33 *Орехов М. П., Осипов А. В., Зайчников О. А.* Техника для очистки щебеночного балласта при ремонте железнодорожного пути

Энергетическое машиностроение

36 *Ковальчук И. Н., Фам Т., Поживилов Н. В.* Интеллектуальное управления расходом электроэнергии для бортовых систем электротранспорта

Экология

41 *Нагорнов С. А., Романцова С. В., Марков В. А.* Использование эфирных смесей в качестве альтернативных моторных топлив для дизелей. Часть 1

48 ***Пресс-тур***

Журнал входит в Перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней http://perechen.vak2.ed.gov.ru/
Система Российского индекса научного цитирования www.elibrary.ru.
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ 2015 г.— 0,208.
Место в рейтинге SCIENCE INDEX за 2014 г.по тематике "Транспорт" — 11; по тематике "Машиностроение" — 44. http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9777

Информация на сайте "Autotransportnik.ru"

Truck

3
2018

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House "Innovative Engineering"
Editor-in-Chief S.N. PEDENKO

Editorial council

D.Kh. Valeev, dr.en.s.
V.A. Volchkov
S.M. Gaydar, dr.en.s., prof,
L.V. Grekhov, dr.en.s., prof.
V.A. Zorin, dr.en.s.
V.V. Komarov, PhD in en.s.
V.A. Markov, dr.en.s., prof.
A.N. Rementsov, dr.Hab, PhD in en.s.
O.N. Rumyantseva, General Director, JSC "Publisher "Innovative Engineering"
A.F. Sinel'nikov, PhD in en.s., prof.
A.A. Solntsev, dr.en.s.
V.S. Ustimenko, PhD in en.s.
Kh.A. Faskhiev, dr.en.s., prof.
N.D. Chaynov, dr.en.s., prof.

Correspondent's office:
Ya.E. Karpovsky (Minsk)

Address of the editorial office:
107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 12
Ph. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; snp748@yandex.ru
http://www.mashin.ru

Address of publishing house
107076, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 2
Ph. (495) 661-03-36

The magazine is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor).
Registration number PI number FS77.-63955 on December 9, 2015

Subscription index:
according to the integrated catalog "Press of Russia" 39799

JSC Innovatsionnoye mashinostroyeniye Publishing House, "Truck", 2018

The reprint of materials from the "Truck" magazine is possible at obligatory written coordination with editorial office of the magazine. At the link to the "Truck" magazine is obligatory for a reprint of materials.

For contents of advertizing materials responsibility is born by the advertiser.

CONTENTS:

Design

3 *Erokhov V. I.* Single-fuel LPG car with CNG. Part 2

10 *Makeev V. N., Pleshkov D. D.* One of constructive ways of increase in efficiency of use of hydraulic excavators at construction of forest roads

Research. Calculation

15 *Antipenko V. S., Stroev A. A.* Influence of deformation in course of production of tungsten electrodes on their termoissue

22 *Cherepovskij A. S., Sapronov Y. G.* Research of working characteristics of acoustic parking systems

Transportation complex

27 *Podhalyuzina V. A.* Transport of Saint-Petersburg in modern conditions

33 *Orekhov M. P., Osipov A. V., Zaychnikov O. A.* On the subject of cleaning of ballast during reconstruction of railway track

Energy engineering

36 *Kavalchuk I. N., Pham T., Pozhivilov N. V.* Intelligent management of power consumption of on-board systems for electric transport

Environment

41 *Nagornov S. A., Romantsova S. V., Markov V. A.* The use of ester mixtures as alternative motor fuels for diesel engines. Part 1

48 ***Press tour***

The journal is included in the list approved by the WAC RF publishers for publications of papers candidates degrees http://perechen.vak2.ed.gov.ru/
System of Russian Science Citation Index www.elibrary.ru.
Five-year impact factor INDEX 2015 — 0.208.
Place in rating of SCIENCE INDEX for 2014, on the theme "Transport" — 11; on the theme of "Engineering" is 44.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9777
Information on the site "Autotransportnik.ru"

УДК 629.113.004.55

В. И. Ерохов, д-р техн. наук, профессор, Московский политехнический университет

ОДНОТОПЛИВНЫЙ ГАЗОБАЛЛОННЫЙ АВТОМОБИЛЬ, РАБОТАЮЩИЙ НА КОМПРИМИРОВАННОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ. ЧАСТЬ 2

Приведены конструктивные и функциональные особенности современного газобаллонного автомобиля для работы на компримированном природном газе (КПГ). Дан анализ топливно-энергетических и экологических параметров современных газовых двигателей. Приведены параметры технической, социально-экономической и экологической эффективности газобаллонного автомобиля на КПГ.

Ключевые слова: *компримированный природный газ, газовая система питания, двухступенчатый редуктор, система управления,функциональные датчики и исполнительные устройства, система рециркуляции ОГ, система управления, эффективность системы питания КПГ, скоростная характеристика двигателя.*

The structural and functional features of modern gas-cylinder vehicle to run on compressed natural gas (CNG). The analysis of the fuel sinergeticheskij and environmental parameters of modern gas engines.Given the parameters of the technical, socio-economic and environmental efficiency of LPG car on CNG.

Keywords: *compressed natural gas, gas supply system, two-stage reducer, control system, functional sensors and actuators, EGR, control system, efficiency of the power system CNG speed characteristic of the engine.*

Дисперсный состав пыли, содержащейся в газе, приведен на рис. 4. Принципиальная схема двухступенчатого газового фильтра КПГ приведена на рис. 5.

Фильтр состоит из корпуса *8*, в котором размещен колпак *9*. Герметичность соединения обеспечивается непосредственно уплотнительной прокладкой *3*. Внутри колпака *9* размещен фильтрующий элемент *2*, поджатый снизу с помощью пружины *1*.

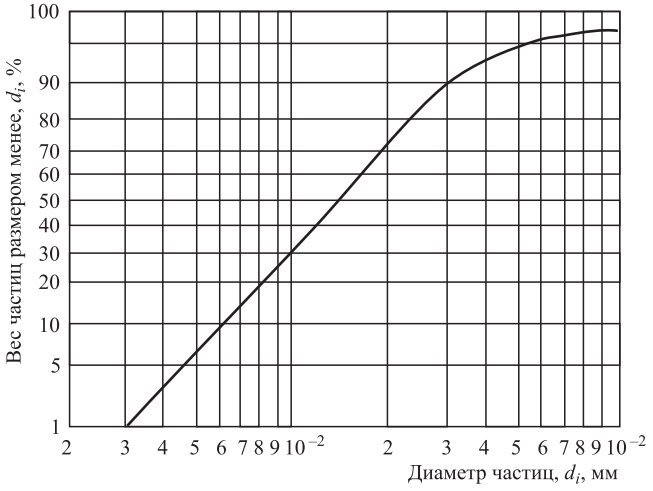


Рис 4. Дисперсный состав пыли КПГ

Герметичность соединения выходных отверстий с фильтрующим элементом обеспечена втулкой *7*. Подача газа осуществляется через входной штуцер *14*, имеющую коническую резьбу 1/2 дюйма. В выходные отверстия *11* и *13* вкручены штуцера 15 с резьбой 3/8 дюйма, заглушенные при транспортировке пробками *16*. Отверстие *5* в корпусе предназначено для датчика давления и температуры газа. На рисунке показано распределение потоков газа в фильтре. Фильтрация осуществляется по принципу снаружи — внутрь.

Внутренняя полость проверяют на герметичность избыточным давлением 0,5 МПа в течение 30—50 с. Воздух подводится через канал *14*. При этом каналы *11*, *13* и *5* должны быть заглушены пробками.

Главным требованием для обеспечения долговечности является фильтр отчистки газа. Проведены испытания других современных фильтров производства иностранных компаний (ParkerFFC110MKMZ — США; фирма UFIFxx.005,18,3 — Италия).

Установка фильтра очистки газа состоит из газового фильтра, фитингов, правой и левой трубки, ведущих к газовым рампам. Давление и температура газа в системе фиксируется непосредственно с датчика, который установлен в отверстие *5*

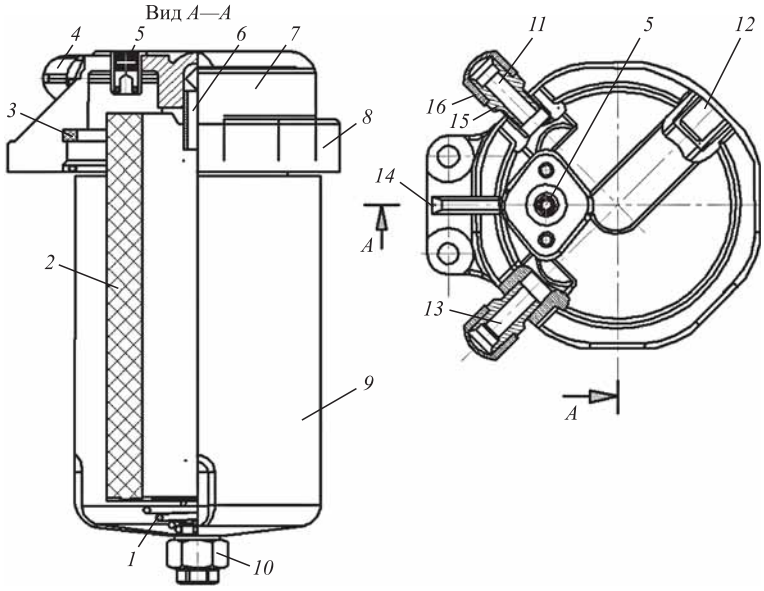


Рис. 5. Принципиальная схема двухступенчатого фильтра очистки газа:

1 — пружина; *2* — фильтрующий элемент; *3* — уплотнительная прокладка; *4* — штуцер; *5* — отверстие для установки датчика температуры и давления газа; *6* — втулка; *7* — штуцер подачи газа; *8* — корпус; *9* — колпак; *10* — стопорная гайка; *11* — выходное отверстие газа; *12* — транспортная пробка; *13* — выходное отверстие газа; *14* — входной штуцер газа; *15* — штуцер; *16* — транспортный колпачок

корпуса газового фильтра. Рабочее давление системы составляет 0,3 МПа.

Газовая форсунка обеспечивает впрыскивание заданного количества газа во впускной канал головки цилиндра в область впускного клапана.

Схема размещения газовой форсунки в системе подачи газа приведено на рис. 6.

Отсутствие напряжения на обмотке характеризует закрытое состояние дозатора. Сопротивление обмотки дозатора 11 ± 0,5 Ом. Оба контакта обмотки дозатора изолированы от его корпуса.

При установке форсунки в газовый трубопровод смазывают уплотнительные ее резиновые кольца 2. Необходимо использовать минимальное количество смазки, так как попадание масла в клапанный механизм дозатора может привести к его заклиниванию.

В каждый цилиндр двигателя индивидуально в строго определенной пропорции в зависимости от нагрузки и состояния двигателя и окружающей среды строго в определенное время на свечу подается искровой разряд определенной длительности и мощности.

Педаль управления подачей топлива содержит основной и дополнительный (резервный) датчики положения педали дросселя.

Датчик положения педали дросселя выполнен в виде потенциометра, напряжение на концах которого является функцией его положения. ЭБУ содержит программу характеристики, используемой для расчета хода или углового перемещения дроссельной заслонки по величине напряжения.

В случае неисправности основного датчика предусмотрен дополнительный датчик, являющийся частью системы управления. Величина напряжения на концах дополнительного датчика равна половине напряжения основного потенциометра. Датчик выдает два независимых сигнала, которые используются для поиска неисправностей.

В качестве дополнительного потенциометра используют выключатель минимальной частоты вращения ХХ, посылающий сигнал в ЭБУ при положении педали дросселя в режиме ХХ.

В современных системах управления действие водителя при нажатии на педаль дросселя в виде управляющих входных сигналов передают в ЭБУ от датчика положе-

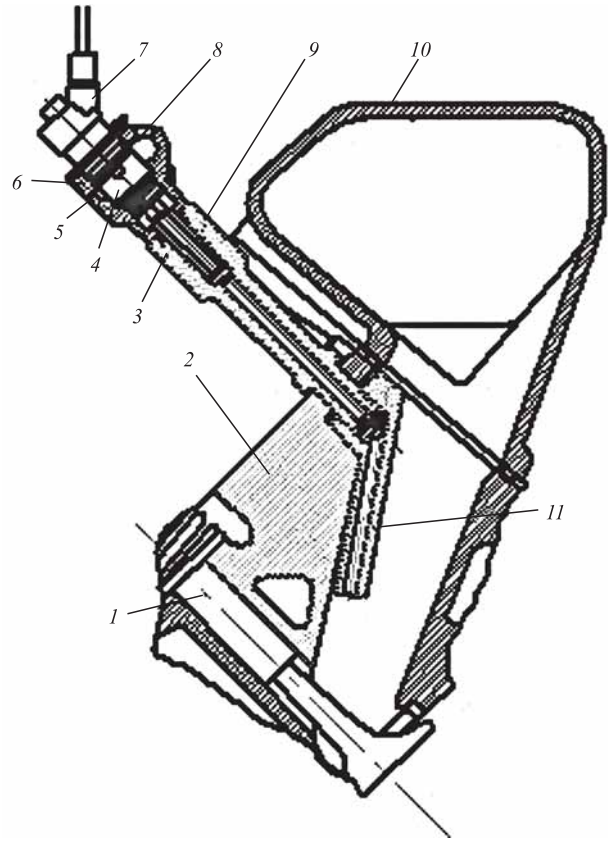


Рис. 6. Схема размещения газовой форсунки:

1 — впускной клапан; *2* — головка цилиндров; *3* — направляющая; *4* — корпус дозатора; *5* — газовый трубопровод; *6* — дозирующее отверстие; *7* — электрический разъем; *8* — канал подачи газа; *9* — винт; *10* — крышка головки блока; *11* — хвостовик

ния педали дросселя. Датчик регистрирует ход педали и посылает электрический сигнал в ЭБУ двигателя.

Модуль педальный включает в себя два независимых датчика положения педали. На основании показаний датчика производится расчет заданного положения дроссельной заслонки, а также производится переход в режимы поддержания заданной частоты вращения холостого хода и торможения двигателем. Существуют модификации педальных модулей с "параллельными" (при нажатии на педаль выходное напряжение обоих датчиков увеличивается) и "встречными" (при нажатии на педаль выходное напряжение датчика *1* увеличивается, а датчика *2* уменьшается) датчиками. Установленный на автомобиль педальный модуль должен соответствовать записанному в память электронного блока управления программному обеспечению. В противном случае при нажатии на педаль диагностируется неисправность "рассогласование датчиков педали" и двигатель работает только в режиме минимальной частоты вращения холостого хода.

Педаль управления содержит электронную схему, размещенную на металлической пластине, и катушки возбуждения. На электронную схему модуля педали дросселя подают питание напряжением 5 В, используемое для создания переменного тока высокой частоты, питающего катушки возбуждения. Катушки возбуждения создают переменное магнитное поле, действующее на подвижную металлическую пластину, вокруг которой создается собственное магнитное поле, воздействующее на приемные катушки, генерируя в них переменные токи для выработки выходного сигнала датчика.

В электронной схеме индуцируемые тремя катушками переменные токи выпрямляются и усиливаются, а их напряжения соотносятся друг с другом. После обработки получают сигнал, напряжение которого линейно изменяется по ходу педали.

Характеристика датчика положения педали управления приведена на рис. 7.

Дроссельная заслонка снабжена электроприводом и датчиками ее положения. Внешняя скоростная характеристика двигателя 8VЧ (12/13) 820-60 и 820-61 КАМАЗ приведена на рис. 8.

Нагрузочная характеристика двигателя КАМАЗ-820.60-260 приведена на рис. 9

По мере увеличения нагрузки возрастает содержание оксидов азота. Камера сгорания снабжена впускными каналами, создающими вихревое движения. Турбулизация рабочей смеси по всеми объему ведет к значительному росту температуры ОГ и содержанию оксидов азота. Поршень газового двигателя снабжен цилиндрической камерой.

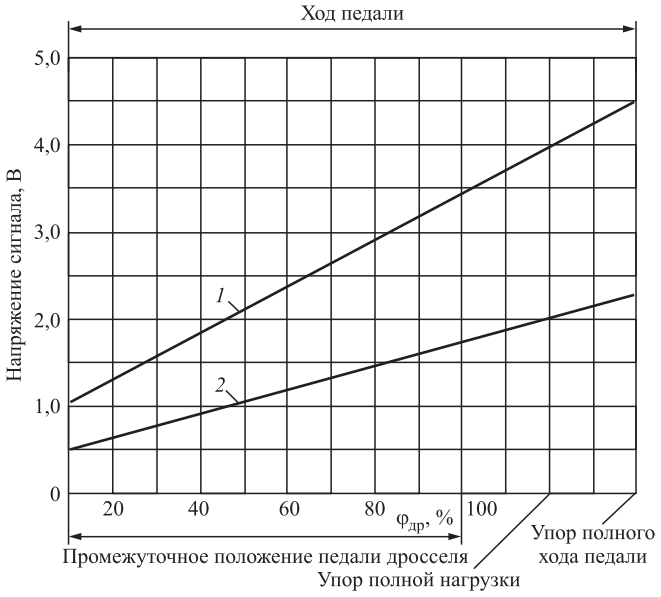


Рис. 7. Характеристика датчика положения педали управления:

1 — основной датчик; *2* — дополнительный датчик напряжения

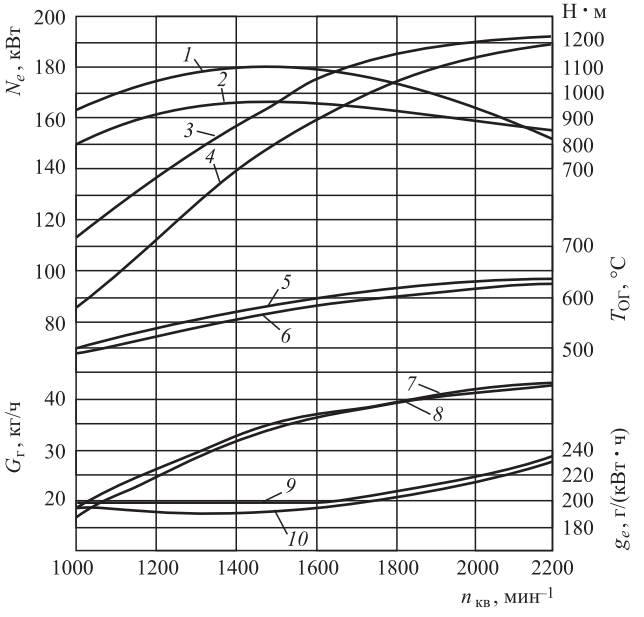


Рис. 8. Внешняя скоростная характеристика газового двигателя 8VЧ (12/13):

1, *2* — M_e, Н·м; *3*, *4* — N_e, кВт; *5*, *6* — температура ОГ, °С; *7*, *8* — $G_г$, кг/ч; *9*, *10* — g_e, г/(кВт·ч); *1*, *3*, *5*, *7*, *9* — показатели двигателя КАМАЗ-820.60-260; *2*, *4*, *6*, *8*, *10* — показатели двигателя КАМАЗ-820.61-260

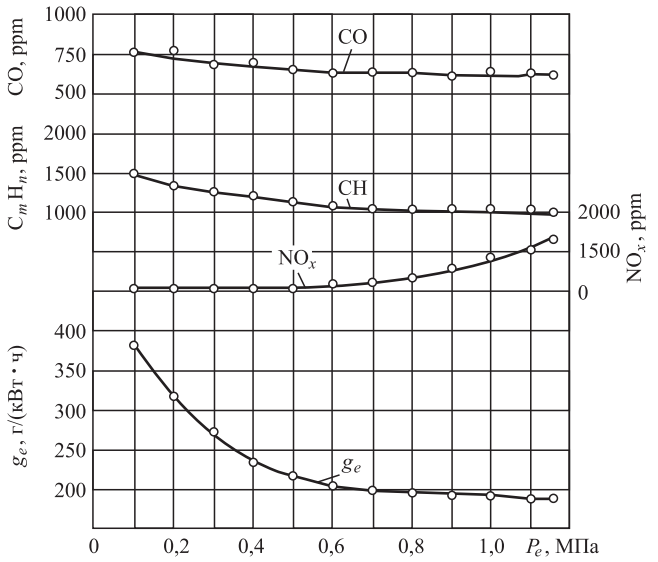


Рис. 9. Влияние степени РЦ ОГ на показатели работы газового двигателя

Газовоздушная смесь эффективно сгорает в узком диапазоне α = 1,6—1,8.

Влияние степени РЦ ОГ на показатели работы газового двигателя приведено на рис. 10.

По мере увеличения значения рециркуляции оксиды азота (кривая *3*) уменьшаются, а C_mH_n (кривая *1*) и твердые частицы ТЧ (кривая *2*) — возрастают.

Кислород обеспечивает повышение температуры горения. Введение ОГ представляет искусственное уменьшение содержания кислорода в составе рабочей смеси, что сопровождается снижением температуры сгорания.

Снижение количества кислорода, взаимодействующего с азотом, обеспечивает снижение количества NO_x.

Рециркуляция ОГ обеспечивает увеличение наполнения цилиндров при остающемся постоянном количестве подаваемого свежего воздуха. Присутствие ОГ в процессе сгорания приводит к снижению локальных и средних температур цикла, способствующих образованию NO_x [3, 4]. Определяющим параметром системы РЦ является коэффициент рециркуляции:

$$K_{рц} = \left[\frac{C^{вт}_{co_2} - C^{ос}_{co_2}}{C^{ог}_{co_2}}\right] 100\ \%, \qquad (1)$$

где $C^{вт}_{co_2}$, $C^{ос}_{co_2}$ и $C^{ог}_{co_2}$ — концентрации CO_2, соответственно во ВТ, окружающей среде и ОГ.

Коэффициент рециркуляции ($K_{рц}$) представляется в процентах относительно ОГ $G_{ог}$. Большие значения $K_{рц}$ соответствуют высокой частоте вращения КВ. Аналогичный подход использован фирмой RicardoConsultingEngineers путем введения параметра EGR (Exhaustgasrecirculation) — control [6].

Содержание ВВ в ОГ при работе газового двигателя на КПШ на режимах ХХ приведено в табл. 4

Газовые автомобили КАМАЗ укомплектованы двигателями серии 820.60. На автомобиле КАМАЗ 65115 двигатель имеет следующие показатели ОГ (табл. 5).

Проанализировав данные, можно сделать вывод, что автомобили, работающие на природном газе, в 2 раза экологичней дизельных автомобилей. Газовоздушная смесь эффективно сгорает в узком диапазоне α = 1,6—1,8. Система встроенной диагностики двигателя автоматически обеспечивает необходимый уровень токсичности в полном жизненном цикле автомобиля.

Система питания воздухом предназначена для очистки поступающего в двигатель воздуха от пыли, сжатия, охлаждения и распределения по цилиндрам. Система содержит датчик температуры входящего воздуха и датчик разрежения, размещенных во впускном трубопроводе.

Цикловое наполнение двигателя с учетом РЦ ОГ можно представить зависимостью [2]:

$$G_{цн} = \frac{M_{мн} i \eta_{рц}}{1,2n} 10^4\ \text{мг/цикл}, \qquad (2)$$

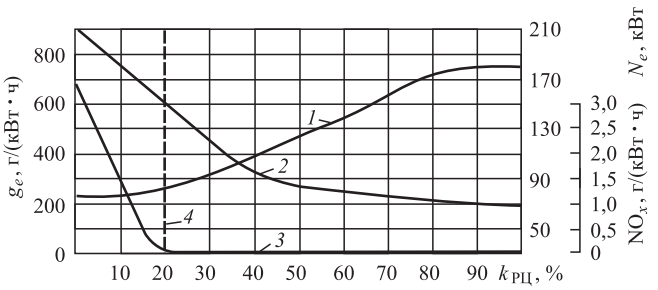


Рис. 10. Влияние степени РЦ ОГ на показатели работы двигателя:

1 — расход топлива; *2* — оксиды азота; *3* — мощность; *4* — граница эффективности РЦ

Таблица 4

Выброс ВВ ГБА на КПГпри работе на режиме ХХ

Наименование загрязняющих ВВ	Контро-лируемые параметры	Технический регламент п. 3 прил. 3, не более
Оксид углерода (CO), мг/м^2	2,70	5,0
Диоксид азота (NO_2), мг/м^2	0,23	0,2
Оксид азота (NO), мг/м^2	0,12	0,4
Метан (CH), мг/м^2	0	50

Таблица 5

Токсичность ОГ при работе двигателя на КПГ

Содержание, г/(кВт·ч)	Евро 4	Газовый двигатель 820.60	Дизельный двигатель с системой нейтрализации
CO	1,5	0,07	0,56
CH	0,46	0,34	0,02
NO_x	3,5	2,13	3,28
ТЧ (твердые частицы)	0,5	0	0,018

где $G_{цн}$ — цикловое наполнение цилиндра, мг/цикл; $M_{мн}$ — массовое наполнение цилиндра; i — тактность двигателя; n — частота вращения КВ двигателя; $\eta_{рц}$ — коэффициент рециркуляции ОГ.

Рециркуляция ОГ сопровождается уменьшением максимальной температуры цикла благодаря уменьшению свежего заряда и увеличению его теплоемкости. Присутствие их в процессе сгорания приводит к снижению локальных и средних температур цикла, способствующих образованию NO_x.

Зависимость РЦ имеет линейный характер: коэффициент остаточных газов равен нулю — мощность максимальная; с ростом коэффициента остаточных газов мощность всегда падает. Применение системы РЦ сопровождается улучшением экологических показателей энергетической установки.

Действие ОГ на протекание процесса сгорания проявляется в двух аспектах. Содержащийся в составе ОГ диоксид азота способствует ускорению протекания предпламенных химических реакций, в результате которых сокращающих период задержки воспламенения $\varphi_{\tau i}$. Сгорание протекает при меньшей скорости нарастания давления — $(dp/d\varphi)_{max}$, в результате чего снижается содержание оксидов азота NO и углеводородов C_mH_n (особенно альдегидов) в составе ОГ.

Образование NO_x в ОГ является следствием высокой температуры и давления в КС, связанных с повышением эффективности сжигания топлива в двигателе.

Для снижения выбросов NO_x до уровня Евро 5 необходимо повышать степень РЦ до 20 %. Снижение температуры ОГ на 1 °С способствует увеличению РЦ на 0,002—0,01 %.

Снижение выбросов NO_x при использовании РЦ обусловлено повышением удельной теплоемкости заряда вследствие добавления диоксида углерода, паров воды, а также запаздывания начала сгорания и замедления его развития. Уменьшение кислорода в горючей смеси при РЦ приводит к снижению максимальной и среднецикловой температуры сгорания и смещению процесса сгорания на линию расширения.

Уменьшение кислорода сопровождается снижением интенсивности тепловыделения в период кинетического сгорания, обеспечивая умеренные скорости образования NO_x. Однако при этом увеличивается неполнота сгорания топлива, дымность ОГ и выброс ТЧ.

Уменьшение температуры продуктов сгорания и выброса NOx при использовании РЦ на 90 % связано с уменьшением содержания кислорода и только 10 % эффекта связывают с повышением удельной теплоемкости заряда.

Применение РЦ приводит к запаздыванию начала сгорания и замедлению его развитию, что сопровождается снижением температуры сгорания рабочей смеси и сокращению периода, в течение которого максимальные температуры цикла остаются неизменными.

Основная масса NO_x образуется в первой половине процесса сгорания. Запаздывание процесса тепловыделения является основным фактором вносящим вклад в образование NO_x.

Содержащийся в составе ОГ диоксид азота способствует ускорению протекания предпламенных химических реакций, в результате которых сокращается период задержки воспламенения $\varphi_{\tau i}$. Сгорание протекает при меньшей скорости нарастания давления $(dp/d\varphi)_{max}$, в результате чего снижается содержание оксидов азота (NO) и углеводородов (C_mH_n).

Основными факторами, определяющими образование окиси азота в цилиндре дизеля, являются концентрация свободного кислорода, максимальная температура цикла и продолжительность высокотемпературного горения. Одним из средств уменьшения выделения окислов азота с ОГ дизелей является применение рециркуляции отработавших газов. В этом случае снижение концентрации окислов азота в ОГ происходит вследствие уменьшения максимальной температуры цикла ОГ.

Система РЦ с 1980 г. стала частью электронной системы автоматического управления двигателем.

ЭБУ контролирует эффективность работы системы РЦ ОГ. Система не работает при пуске холодного двигателя и его прогреве до температуры 40...60 °С.

Современные экологические стандарты OBD-II и EOBD второго поколения предполагают наличие бортовой диагностики, основанной на системе РЦ ОГ. Эффективным методом улучшения эксплуатационных показателей дизелей является рециркуляция отработавших газов. На состав ВВ ОГ рециркуляция влияет благодаря снижению выброса в атмосферу общей массы ОГ и снижения содержания свободного кислорода в рабочей смеси.

Рециркуляция с перепуском ОГ от 5 до 20 % снижает количество NO_x до 30 %, но увеличивает дымность дизеля и расход топлива на 2...3 %. Существует способ рециркуляции ОГ с их кислородным обогащением путем повышения объемной концентрации кислорода в воздушной смеси до 25—35 %, что способствует уменьшению дымности ОГ в 5—8 раз, оксида углерода на 30—50 %; углеводородов на 30—85 %, расхода топлива на 5—10 %, но при этом в 10—16 раз увеличивается эмиссия NO_x.

Влияние степени РЦ ОГ на показатели работы двигателя приведено на рис. 11.

Важной проблемой рециркуляции является сложность автоматического регулирования закона перепуска ОГ в зависимости от режима работы дизеля.

Принципиальная схема системы РЦ двигателя 8 VЧ (12/13) приведена на рис. 12.

Система РЦ "EGR" содержит левый *3* и правый *16* выпускной трубопровод, сообщенный через трубопровод *30* с турбиной *29* ТРК, теплообменник *17* с входным *23* и выходным *15* патрубками, полости *22* подачи ОЖ, сопло *11* Вентури, дроссельную заслонку *12* с пневмоприводом *14* и охладитель наддувочного воздуха (ОНВ) *6* с патрубками *5* и *10* подачи наддувочного воздуха до и после ОНВ, заслонку *9* с пневмоприводом *8* и компрессор *28*.

Степень РЦ ОГ регулируют путем изменения положения дроссельных заслонок *9* и *13* по величине наддувочного воздуха. Сопло Вентури *12* обеспечивает равномерное смешивание ОГ и наддувочным воздухом. Охлаждение ОГ в теплообменнике *17* осуществляется путем подачи ОЖ из внутреннего контура двигателя. Оптимальная температура ОЖ составляет 75...80 °С.

Оптимальная величина ОГ в системе РЦ составляет 150 °С. Отвод теплоты от ОГ составляет 265 МДж/ч. Расчетное количеств ОЖ для обеспечения перепада 10 °С составляет 6 м^3/ч. Перспективное решение системы РЦ обусловлено наличием сопла *12* Вентури после ТРК и наличием ОНВ.

Возврат ОГ в объеме 25 % обратно на впуск двигателя сопровождается ухудшением процесса сгорания, замедлением его скорости, снижением температуры и давления в цилиндре, т. е. создаются условия, способствующие уменьшению выброса NO_x.

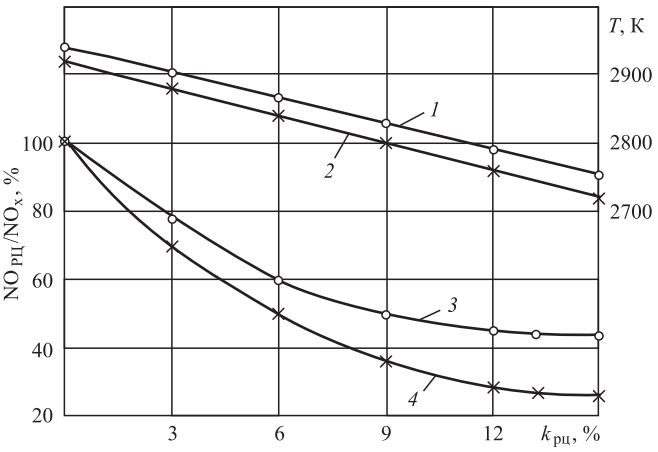


Рис. 11. Влияние рециркуляции ОГ на выброс оксидов азота и температуру ОГ:

1 — максимальная температура в зоне продуктов сгорания; *2* — максимальная температура в цилиндре; *3* — снижение оксидов азота при температуре рециркуляции газов 1000 К; *4* — снижение оксидов азота при температуре рециркулируемых газов 350 К

Попав в цилиндры, ОГ действуют как активные центры в начале сгорания, но вместе с тем они увеличивают количество балластных компонентов, замедляющих протекание реакции окисления и снижение температуры рабочего цикла. Система РЦ не работает на режимах ХХ и при полной нагрузке двигателя. Правильная работа систем РЦ ОГ проверяется на прогретом высокооборотном двигателе путем увеличения частоты вращения КВ с малой частоты вращения до 3000 мин$^{-1}$ (не более) и путем визуального наблюдения за перемещением штока клапана.

Предпочтительным методом управления степенью РЦ является регулировка подачи ОГ при помощи заслонки РГ приоткрытой заслонкой. Наиболее эффективна система РЦ ОГ при полностью открытой дроссельной заслонки. Для снижения выбросов NO_x до уровня Евро 5 необходимо повышать степень РЦ ОГ до 20 %. Снижение температуры ОГ на 1 °С способствует увеличению РЦ на 0,002—0,01 %.

Снижение выбросов NO_x при использовании РЦ обусловлено повышением удельной теплоемкости заряда вследствие добавления диоксида углерода, паров воды, а также запаздывания начала сгорания и замедления его развития. Уменьшение кислорода в горючей смеси при РЦ ОГ приводит к снижению максимальной и среднецикловой температуры сгорания и смещению процесса сгорания на линию расширения.

Уменьшение кислорода сопровождается снижение интенсивности тепловыделения в период

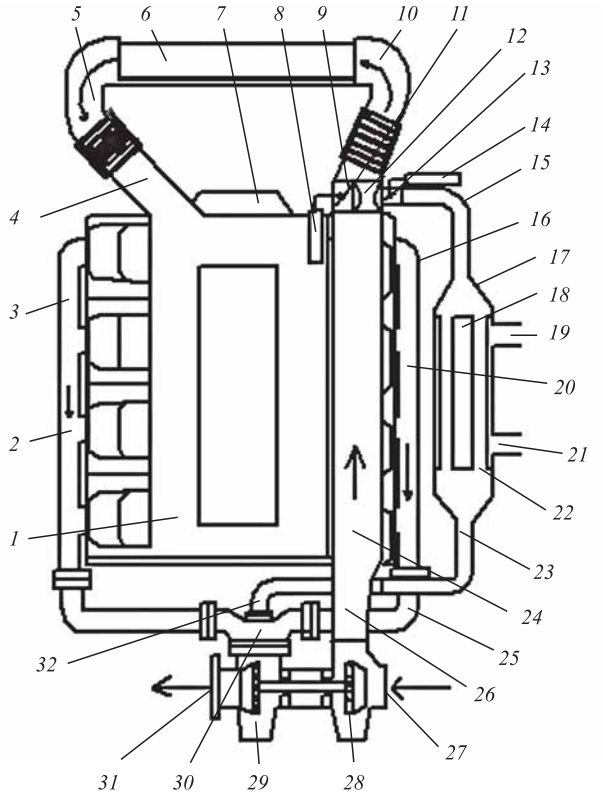


Рис. 12. Принципиальная схема системы РЦ ОГ:

1 — газовый двигатель; *2*, *20* — поток ОГ до турбины; *3* — выпускной трубопровод (левый); *4* — поток надувочного воздуха с РГ после ОНВ; *5* — патрубок наддувочного воздуха с ОГ после ОНВ; *6* — охладитель надувочного воздуха (ОНВ); *7* — привод вентилятора; *8* — привод заслонки нагнетательного воздуха; *9* — заслонка нагнетательного воздуха; *10* — патрубок наддувочного воздуха с РГ до ОНВ; *11* — смеситель; *12* — сопло Вентури; *13* — заслонка подачи ОГ; *14* — привод заслонки ОГ; *15* — патрубок подачи ОГ после ОНВ; *16* — выпускной трубопровод (правый); *17* — теплообменник; *18* — полости подачи ОЖ; *19* — штуцер отвода ОЖ; *21* — штуцер подвода ОЖ; *22* — полости подачи РГ; *23* — патрубок подачи ОГ до теплообменника; *24* — патрубок наддувочного воздуха после ТРК; *25* — патрубок; *26* — патрубок потока воздуха; *27* — патрубок входа компрессора; *28* — компрессор ТКР; *29* — турбина ТКР; *30* — трубопровод; *31* — ОГ на выходе турбины; *32* — патрубок ОГ до теплообменника

кинетического сгорания, обеспечивая умеренные скорости образования NO_x. Однако при этом увеличивается неполнота сгорания топлива, дымность ОГ и выброс ТЧ.

Уменьшение температуры продуктов сгорания и выброса NO_x при использовании РЦ ОГ на 90 % связано с уменьшением содержания кислорода и только 10 % эффекта связывают с повышением удельной теплоемкости заряда.

Применение РЦ ОГ приводит к запаздыванию начала сгорания и замедлению его развития, что сопровождается снижением температуры сгорания рабочей смеси и сокращением периода, в течение которого максимальные температуры цикла остаются неизменными.

Таблица 6

Влияние РЦ на выброс вредных веществ газового двигателя

Вариант	Выброс вредных веществ, г/(кВт·ч)			
	NO_x	CH	CO	ТЧ
Отсутствие РЦ	10,4	0,19	0,67	0,012
Наличие РЦ	7,5	0,17	0,52	0,014

Основная масса NO образуется в первой половине процесса сгорания. Запаздывание процесса тепловыделения является основным фактором вносящим вклад в образование NO_x. Содержание в составе ОГ двуокиси азота NO_2 способствует ускорению протекания предпламенных химических реакций, в результате которых сокращается период задержки воспламенения горючей смеси и продолжительность сгорания протекает при меньшей скорости нарастания давления $(dp/d\varphi)_{max}$.

Влияние РЦ на выброс вредных веществ газового двигателя при работе на КПГ с системой РЦ и без нее приведено в табл. 6.

Применение ПГ в качестве моторного топлива обеспечивает решение экологических проблем автомобильного транспорта как на ближайшую перспективу, так и на отдаленное будущее. Наземные транспортные средства с газовыми двигателями соответствуют экологическому стандарту Евро 4. Наиболее эффективным методом снижения выбросов NO_x газовых двигателей является система РЦ ОГ. Система РЦ снижает максимальную температуру во фронте пламени, в результате чего происходит снижение эмиссии NO_x. Применение КПГ характеризуется достаточной безопасностью эксплуатации НТС, их экологической и экономической эффективностью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ерохов В. И.** и др. Перспективы использования природного газа на автомобильном транспорте // Автодорожник Украины. — 1981. — № 2. — С. 21—23.
2. **Ерохов В. И.** Газобаллонные автомобили (конструкция, расчет, диагностика): Учебник для вузов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2016. — 598 с.
3. **Молибога А. Г., Хафизов Р. Х.** ОАО "КАМАЗ": решение проблем экологии больших городов России // Транспорт на альтернативном топливе. — 2010. — № 6 (18). — С. 19—21.
4. **Валеев Д. Х., Гатауллин Н. А.** и др. Влияние конструктивных факторов на образование вредных веществ в газовом двигателе КАМАЗ // Транспорт на альтернативном топливе. — 2011. — № 1. — С. 52—56.
5. **Автомобили КАМАЗ-65115, -65116** с газовым двигателем 65115-39020001 РТ / Отв. ред. Д. Х. Валеев. — 2010. — 79 с.
6. **Ерохов В. И.** Экологическая эффективность газобаллонного автомобиля на компримированном природном газе // Транспорт на альтернативном топливе. — 2017. — № 2. — С. 21—32.

УДК 630*621.879

В. Н. Макеев, канд. техн. наук, профессор, **Д. Д. Плешков,** соискатель, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова (ВГЛТУ), г. Воронеж
E-mail: pleshkov2012@yandex.ru

ОДИН ИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЭКСКАВАТОРОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

В статье рассматривается один из возможных способов повышения эффективности применения гидравлических экскаваторов при строительстве лесовозных дорог, за счет применения запатентованной системы для контроля за положением элементов рабочего оборудования. Система проста и достаточно информативна, она позволяет осуществлять процесс разработки грунта на заданную величину, информирует оператора о неблагоприятных условиях проведения земляных работ в условиях строительства лесовозных дорог и дает возможность более рационально использовать потенциал гидравлического экскаватора.

Ключевые слова: *конструкция, гидравлический экскаватор, грузоподъемный механизм, рабочее оборудование, разработка грунта, производительность.*

One of the possible methods of the effectiveness increase of the hydraulic excavators application building timber-carrying roads at the expense of the patented system for the elements of the working equipment position control is considered in the article. The system is simple and rather informative, it allows to implement soil engineering process to the desired value, informs the operator about the adverse conditions of the soil work process building timber-carrying roads and gives the possibility of the more rational usage of the hydraulic excavator potential.

Keywords: *construction, hydraulic excavator, load lifting mechanism, operational equipment, excavation works, productivity.*

Гидравлические экскаваторы являются универсальными машинами, которые способны выполнять практически любые операции в условиях строительства лесовозных дорог, заменяя тем самым другие технологические машины.

Гидравлические экскаваторы являются основным видом выемочно-погрузочного оборудования в следующих условиях строительства лесовозных дорог: при сосредоточенных земляных работах, в зимний период времени, при разработке карьеров со строительными материалами, при наличии сильно переувлажненных грунтов и на болотах. Более 40 % земляных работ в этих условиях строительства лесовозных дорог выполняются гидравлическими экскаваторами, поэтому задача повышения эффективности их применения в данном случае является актуальной. Ее решение в первую очередь будет способствовать ускорению темпов строительства лесовозных дорог и восполнению недостающей дорожной инфраструктуры.

Расширение технологических возможностей, повышение производительности гидравлических экскаваторов в условиях лесного комплекса возможно путем усовершенствования конструкции грузоподъемного механизма (ГМ) [1, 2].

Усовершенствование конструкции ГМ обеспечит возможность применения ковшей повышенной емкости, позволит увеличить вылет рабочего оборудования в комплексе с удлиненной рукоятью, даст выигрыш в усилии, развиваемом гидроцилиндром поворота стрелы, будет способствовать разработке более прочных грунтов и в конечном счете позволит увеличить производительность.

Однако вместе с этим при производстве земляных работ оператор не всегда обладает достаточной информацией, касающейся глубины (высоты) разрабатываемого забоя, что существенным образом тормозит технологический процесс производства этих работ.

Решение этой задачи возможно при передаче части функций оператора системам управления (системам контроля), а именно устройствам для визуального контроля за положением элементов рабочего оборудования одноковшовых гидравлических экскаваторов и задания по их показаниям параметров копания и выгрузки грунта.

В нашем случае необходимо простое устройство, направленное на улучшение условий труда при проведении земляных работ в условиях лес-

ного комплекса путем увеличения эксплуатационной информации, имеющейся в распоряжении оператора.

Поставленная цель достигается тем, что на элементах рабочего оборудования размещаются гравитационные маятниковые приборы, контролирующие положение стрелы, рукояти, а также указатель положения ковша. Они имеют шкалы и показывающие стрелки [3]. Шкалы и стрелки размещены на элементах рабочего оборудования. Прибор стрелы имеет две шкалы и две показывающие стрелки для указания глубины копания и высоты выгрузки грунта. Они расположены на одном циферблате. Шкала прибора рукояти имеет цветовую окраску зон, соответствующих различным по величине развиваемым усилиям механизма поворота и одну стрелку, которая указывает на шкале глубину копания. Указатель положения ковша содержит неподвижно закрепленную вдоль рукояти на ее боковой поверхности стрелку и неподвижно закрепленный на проушине ковша сектор со шкалой, имеющей деления в градусах угла поворота ковша относительно рукояти. За "ноль" шкалы принят угол, при котором механизмом поворота ковша обеспечивается максимальная передача усилия от цилиндра ковша на его зуб. Шкала указателя имеет аналогичную со шкалой прибора рукояти цветовую окраску зон различных по передаваемым усилиям механизмом поворота ковша.

На рис. 1 показано размещение приборов на экскаваторе с оборудованием обратная лопата; на рис. 2 — то же на экскаваторе с оборудованием прямая лопата; на рис. 3 изображен прибор стрелы; на рис. 4 — прибор рукояти; на рис. 5 — указатель положения ковша, установленный на обратную лопату; на рис. 6 — то же на прямой лопате.

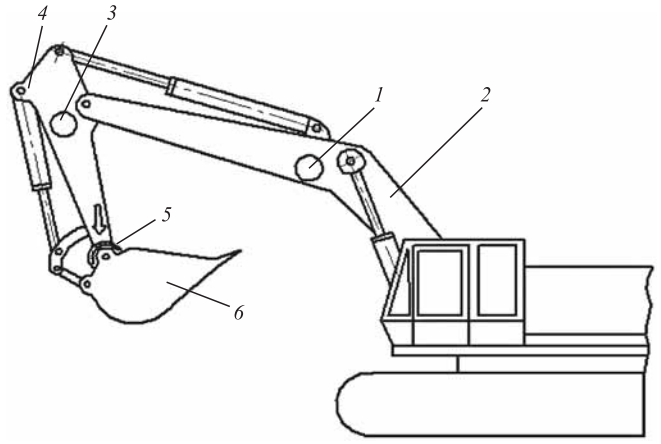


Рис. 1. Схема размещения приборов на элементах конструкции экскаватора с рабочим оборудованием обратная лопата

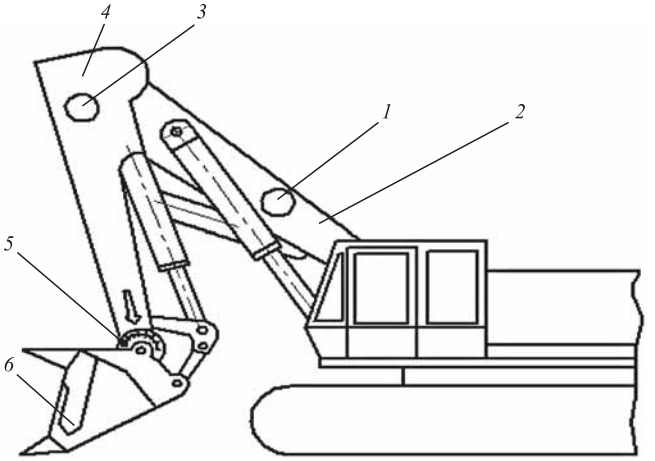


Рис. 2. Схема размещения приборов на элементах конструкции экскаватора с рабочим оборудованием прямая лопата

Прибор стрелы *1* (см. рис. 1 и рис. 2) расположен на боковой поверхности стрелы *2* в удобном для наблюдения месте. Прибор рукояти *3* находится

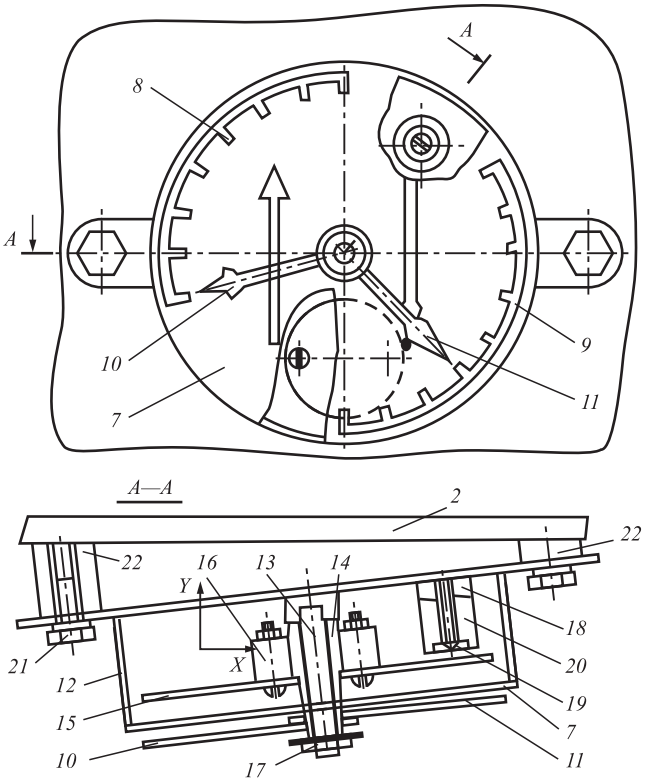


Рис. 3. Прибор, расположенный на стреле

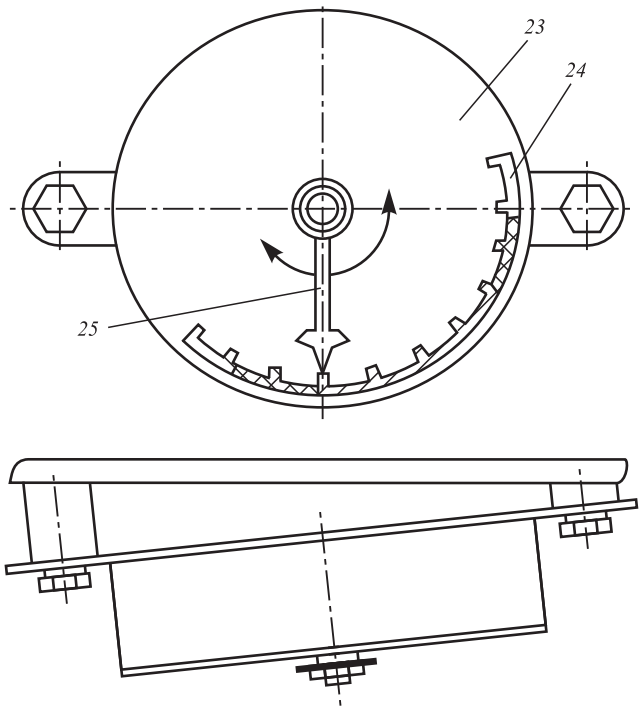


Рис. 4. Прибор, расположенный на рукояти

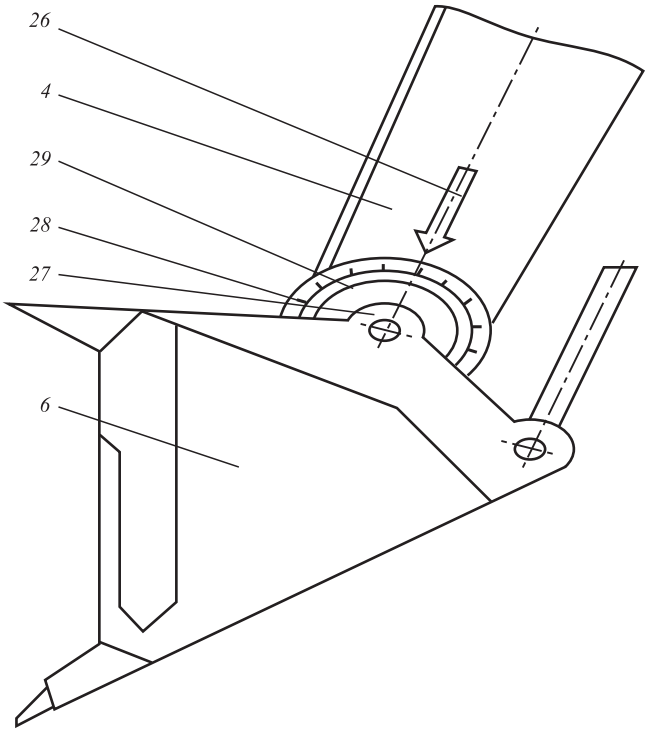


Рис. 6. Указатель положения ковша прямой лопаты

на боковой поверхности рукояти *4* в верхней ее части для лучшей его видимости из кабины оператора. Указатель положения ковша *5* — в месте шарнирного соединения рукояти *4* с ковшом *6*.

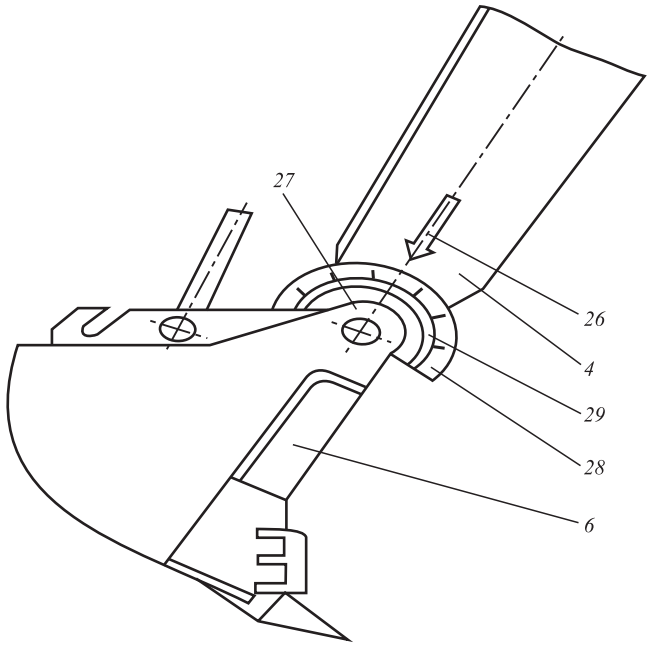


Рис. 5. Указатель положения ковша обратной лопаты

Визуальное снятие показаний прибора стрелы ведется по циферблату *7* (см. рис. 3), на котором находятся две шкалы *8*, *9* и две показывающие стрелки *10* и *11*. В заднюю стенку корпуса *12* (см. рис. 3) прибора стрелы запрессована ось *13*, на ней находится свободно вращающаяся втулка *14*.

Диск *15* с закрепленным на нем грузом *16* неподвижно соединен со втулкой *14*, стрелки *10* и *11* прибора с помощью рехтового соединения посажены на втулку *14* и вращаются вокруг оси *13* вместе с диском *15* под действием силы тяжести груза *16*, показывая на циферблате *7* на шкале *9* (стрелка *11*) глубину резания грунта (при установке на стрелу обратной лопаты, см. рис. 1, поз. *1*) или высоту (при установке на стрелу прямой лопаты, см. рис. 2, поз. *1*). Другая шкала *8* циферблата *7* информирует о высоте резания (выгрузки). Шкалы *8* и *9* проградуированы в метрах. Стопорная шайба *17* ограничивает осевые перемещения втулки *14* с вращающимися вместе с ней диском *15* и стрелками *10* и *11*. К бобышке *18*, приваренной внутри корпуса *12*, при помощи винта *19* крепится магнит *20*, служащий для уменьшения колебаний диска *15* с грузом *16*.

Прибор болтами *21* крепится к разновысоким бобышкам *22*, приваренным к боковой плоскости стрелы *2* (см. рис. 1, рис. 2).

Прибор рукояти (см. рис. 4) имеет внутреннее устройство, аналогичное с прибором стрелы (см. рис. 3), и отличается от последнего тем, что на его циферблате *23* находится одна шкала *24* и одна показывающая стрелка *25*. Шкала *24* проградуирована в метрах глубины копания, которая образуется как сумма проекций длины рукояти *3* на вертикальную ось и длины ковша *6* (от шарнира ковш-рукоять до конца зуба ковша). Стрелка *25* находится в правой части шкалы *24* при отвернутой рукояти *4*, а в левой при подвернутой под рабочее оборудование. Шкала *24* имеет пять цветовых зон: одну зеленую, расположенную в средней части шкалы *24*; две желтые и две красные, расположенные по одной в разных частях шкалы *24* справа и слева от нуля.

Цвет зон соответствует усилиям, которые развивает механизм поворота рукояти *4* при постоянном усилии цилиндров рукояти ($P_{цр}$). В зеленый цвет окрашена зона с усилиями $(1—0,8)P_{цр}$, в желтый цвет — $(0,8—0,5)P_{цр}$, а менее $0,5P_{цр}$ — в красный цвет.

Указатель положения ковша (см. рис. 5 и рис. 6) содержит стрелку *26*, неподвижно закрепленную (или нарисованную) на рукояти *4* и ориентированную вдоль оси последней и направленную от шарнира стрела — рукоять к шарниру рукоять — ковш. На проушине *27* ковша *6* жестко закреплен сектор *28* со шкалой *29*, которые вращаются вместе с ковшом *6*. Шкала *29* имеет градуировку в градусах с ценой деления 10, за 0 шкалы *29* принят угол поворота ковша, при котором механизмом поворота ковша обеспечивается максимальная передача усилия от цилиндра ковша на его зуб. Левая часть шкалы *29* для ковша обратной лопатой (см. рис. 5) имеет отрицательные значения (стрелка *26* находится в левой части шкалы *29* при отвороте ковша), правая часть шкалы — положительные значений углов поворота ковша. Для оборудования прямого копания знаки шкалы противоположны.

Зона углов поворота ковша *6*, в которой механизм его поворота передает усилие цилиндра ($P_{цк}$) на зубья ковша в пределах $(1—0,8)P_{цк}$, окрашена в зеленый цвет, зона углов с передачей усилия $(0,8—0,5)P_{цк}$ — в желтый цвет, а менее $0,5P_{цк}$ — в красный цвет. Таким образом, шкала *29* указателя поворота ковша, так же как и шкала *24* прибора рукояти (см. рис. 4), имеет пять цветовых зон.

Как видно из описания цветовой окраски шкал приборов рукояти (рис. 4) и указателя поворота ковша (см. рис. 5 и рис. 6), красные зоны расположены на краях шкал, и работа в них, кроме информации о неблагоприятных по усилиям условиях работы, связана с опасностью опрокидывания машины и возможными ударами ковша о гусеницы.

Для пояснения использования системы приборов при разработке грунта экскаватором, оборудованным обратной и прямой лопатами, рассмотрим два способа копания на примере обратной лопаты: копание поворотом ковша и копание поворотом рукояти и работу устройства при этом.

Устройство работает следующим образом [3].

Копание поворотом ковша. Этот способ используется для разработки сыпучих и легких грунтов, так как наполнение ковша происходит на малом пути его поворота при толстой стружке (или из грунта вырезается сектор при "пионерном" резе). Ковш устанавливают на начальный угол по указателю положения ковша (см. рис. 5 и рис. 6). Рукоять по своему прибору (см. рис. 4 и рис. 6) устанавливается в положение наибольшей глубины копания. Одновременно с первыми двумя движениями ковша и рукояти стрела двинется к заданной глубине резания грунта ковшом, которая определяется по прибору стрелы (см. рис. 3) на шкале *9*. Резание грунта ковшом происходит при таком выборе начального угла поворота ковша преимущественно в "зеленой" зоне шкалы *29* (см. рис. 5 и рис. 6), и тем самым обеспечивается максимальное использование силы цилиндра ковша.

Ковш по указателю его положения устанавливают на край "зеленой" зоны, если угол поворота ковша, требуемый для набора грунта, не укладывается в "зеленую зону", то в последующих циклах надо скорректировать начальный угол установки ковша таким образом, чтобы начало резания грунта происходило из "желтой" зоны, а "зеленая" зона находилась в середине требуемого угла поворота.

Копание поворотом рукояти. Для определения начального и полного угла поворота рукояти, требуемого для наполнений ковша грунтом, а также в способе копания, поворотом ковша, определяют начальный угол установки рукояти. Так как шкала *24* прибора рукояти (см. рис. 4) имеет градуировку в метрах, то указанное в таблице (или определенное другим способом начальное положение рукояти) будет иметь размерность в метрах и располагаться в правой от нуля части шкалы *24*, т. е. при "отвернутой" рукояти. Ковш *6* по указателю положения ковша (см. рис. 5 и рис. 6) устанавливается на нулевую отметку шкалы *24* для обеспечения максимального усилия на зубьях по

реактивному давлению в цилиндре ковша. Опускание стрелы в забой производят до совмещения стрелки *11* со значением требуемой по техпроцессу глубины копания на шкале *3* прибора стрелы (см. рис. 3). Окончание резания грунта поворотом рукояти закончится, когда рукоять будет "подвернута" под стрелу, а на приборе рукояти стрелка *25* (см. рис. 4) перейдет в левую от нуля зону шкалы *24*. Установка элементов рабочего оборудования для экскавации грунта в каждом цикле происходит при совмещении их движений с поворотом. При этом по приборам стрела, рукоять и ковш точно устанавливаются в положения, которые позволяют оптимально использовать силовой потенциал экскаватора, не тратить время и энергию на корректировку положения элементов рабочего оборудования, а копание производить не на глазок, а на точно заданную глубину.

Для выгрузки грунта на требуемую высоту, при разработке грунта обоими способами стрелу поднимают из забоя до совпадения стрелки *10* с требуемой величиной высоты выгрузки на шкале *8* прибора стрелы (см. рис. 4). Указанное значение высоты выгрузки на шкале *8* обеспечивается при полностью "отвернутой" рукояти, повернутой на необходимый угол выгрузки ковша и с учетом требований к минимальному расстоянию между ковшом и транспортным средством или насыпью.

В случае установки системы приборов на оборудование прямой лопаты градуировка и окраска шкал приборов проводятся по той же методике, как и для приборов, устанавливаемых на обратную лопату. Отличие заключается лишь в том, что шкала *9* прибора стрелы (см. рис. 3) градуируется в метрах высоты разработки грунта. Эта высота копания обеспечивается при отвесном положении рукояти и когда ковш оптимально расположен по передаче усилия от цилиндра ковша к режущей кромке.

Вывод

Установка предлагаемой системы приборов [3] на гидравлический экскаватор при строительстве лесовозных дорог дает возможность выполнять копание на заданную глубину (высоту), дает информацию о необходимом угле подъема стрелы для выгрузки грунта на требуемой высоте. В отличие от других конструкций дает информацию не только о работе в зонах, опасных по величине опрокидывающего момента, но также предупреждает об опасности ударов ковша о гусеницы. Оборудование отличается от подобных конструкций тем, что позволяет установить рабочее оборудование для резания грунта в положение, при котором наиболее полно используется силовой потенциал элементов рабочего оборудования и усилие резания грунта. Тем самым затрачивается меньше энергии на разработку единицы объема грунта. Расположение системы приборов на элементах рабочего оборудования не отвлекает внимания оператора от зоны работы, что снижает его утомляемость и повышает безопасность работы. Приборы просты по конструкции, не имеют электрической схемы и электрического привода, не требуют специального обслуживания и затрат энергии при их эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Патент на изобретение № 2320823 РФ**, МПК E02F 3/28. Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора / В. Н. Макеев, Д. Д. Плешков. № 2006101432; заявл. 18.01.2006; опубл. 27.03.2008, Бюл. № 9. — 7 с.
2. **Патент на изобретение № 2425927 РФ**, МПК E02F 3/28. Рабочее оборудование одноковшового гидравлического экскаватора / Д. Д. Плешков, В. Н. Макеев. № 2010109126; заявл. 11.03.2010; опубл. 10.08.2011, Бюл. № 22. — 4 с.
3. **Патент на полезную модель № 62125 РФ**, МПК E02F 3/28. Устройство для контроля за положением элементов рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора / В. Н. Макеев, Д. Д. Плешков. № 2006132643/22; заявл. 11.09.2006; опубл. 27.03.2007, Бюл. № 9. — 2 с.

Делегация из Турции

ПАО "КАМАЗ" с двухдневным деловым визитом посетила совместная делегация компаний "БМС" и "Рбсс" (Турция). В числе гостей — член правления "Рбсс" Тургут Шенол, руководитель подразделения автомобильных подсистем Ибрагим Коркмаз, генеральный директор "ТД "ТАТАРСТАН" в Турции Рамиль Мавлютов и другие. Деловая программа началась с посещения демонстрационной площадки испытательного трека Научно-технического центра "КАМАЗа" и тест-драйва автомобилей. Кроме того, турецкие специалисты побывали на заводе двигателей, где увидели линию сборки двигателей КАМАЗ, линию сборки нового рядного двигателя Р6, а также посетили центр "КАМАЗ-Автоспорт" и ознакомились с историей и гоночными грузовиками известной команды "КАМАЗ-мастер".

Главным пунктом деловой программы стали переговоры о перспективах сотрудничества, в которых принял участие генеральный директор "КАМАЗа" Сергей Когогин.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ

УДК 539.379

В. С. Антипенко, канд. техн. наук, Московский государственный университет транспорта, РУТ (МИИТ), e-mail: antipenkovs7@mail.ru,
А. А. Строев, АО "ГНЦ РФ-ФЭИ", e-mail: aastroev@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОЛЬФРАМОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ИХ ТЕРМОСТОЙКОСТЬ

Обсуждается влияние деформации сплавов на основе вольфрама на их термостойкость, электросопротивление, пористость и другие свойства, влияющие на качество их работы, а также влияние на структуру, свойства и распределение легирующих добавок. Определены рекомендуемые степени деформации и содержание легирующих добавок для увеличения срока службы катодов плавильных плазмотронов при их длительной работе в среде аргона.

Ключевые слова: *электрод, деформация, диффузия, термостойкость, электросопротивление, плотность, легирование.*

Thermal stability and thermoionic emission properties of tungsten cathodes alloyed by various additives have been considered. The model of structural changes of electrodes in the course of their work is proposed. The analysis has been carried out of diffusion and evaporation of the alloying elements in the course of long-term operation of electrodes. The effect has been considered of deformation of tungsten — base alloys on their electrical resistance, thermoissue and other properties effecting the quality of their work, as well as its influence on structure, properties and distributions of the alloying elements. The rates of deformation and concentration of alloying elements have been recommended to increase the service life of cathodes for melting plasmotrons during their long work in argon atmosphere.

Keywords: *electrode, deformation, diffusion, thermal stability, electroresistance, alloying, thermoissue.*

Для изготовления высокотемпературных электродов, работающих в инертной среде, в качестве основы главным образом используют вольфрам, легированный различными присадками, способствующими повышению термостойкости и термоэмиссии [1].

Наиболее стойкими из используемых сегодня электродов в среде аргона являются электроды из итрированного вольфрама (с содержанием оксидной добавки 1,8—3,5 %).

В связи с этим вопрос создания электродов, способных сохранять длительное время свои термостойкие и эмиссионные свойства, приобретает большое значение. Однако если успехи в решении вопросов повышения жаропрочности тугоплавких металлов значительны, то изучению повышения прочностных и эмиссионных свойств посвящено относительно мало работ.

Как показано в ряде работ [1—3], увеличения термостойкости и эрозионной стойкости легированных сплавов можно добиться усложнением составов твердых растворов и введенных в них вторых фаз. Однако и без усложнения гетерогенезации структуры сплавов катодов можно продлить их срок службы при помощи оптимизации геометрии [4].

В работе [5] было отмечено, что увеличение плотности катодного материала (чистого вольфрама и чистого молибдена) на 15 % повышает его термостойкость на 30 %. Но твердофазное взаимодействие и поверхностные явления, протекающие в процессе работы легированных электродов, еще до конца не изучены, поэтому представляет интерес рассмотрение влияния деформации электродов при изготовлении в качестве технологического приема по улучшению термостойкости вольфрамовых катодов.

Целью настоящей работы является определение влияния деформации легированных вольфрамовых электродов при изготовлении на их свойства и структурные изменения, а также выявление оптимальных степеней деформации для улучшения жаропрочностных и термоэмиссионных свойств электродов.

В классических работах Лэнгмюра и других исследователей [6] было показано, что при адсорбции

на поверхности металла атомов или ионов постороннего вещества существенно меняется работа выхода основы, причем при соответствующем подборе материала плавки можно получить значительное увеличение эмиссионного тока.

Необходимо также отметить, что в случае применения самокалящихся электродов время обеднения матрицы легирующим компонентом будет зависеть не только от температуры поверхности электрода, но и от распределения температуры по его длине (в отличие от электродов электронных приборов, у которых $\Delta T \approx 0$). Отсюда следует, что при работе самокалящихся электродов на определенном расстоянии от рабочего торца будет возникать зона, обедненная атомами легирующего компонента, граница залегания которой будет определяться градиентом температур по длине электрода, качеством и типом активирующих добавок, состоянием структуры и т. д.

Поэтому параметры диффузии и испарения с поверхности электродов атомов легирующих добавок напрямую влияют на характеристики жаропрочности и термоэмиссии, а также на работоспособность электродных материалов. Параметры диффузии и испарения легирующего элемента можно изменить не только термической обработкой, но и при помощи деформации при изготовлении.

На основе данных из справочника [16] были определены значения коэффициентов активностей, скорости притока и испарения легирующих компонентов с поверхности вольфрама с учетом состояния поверхности и условий перехода испаряющегося вещества с поверхности в газовую фазу. На рис. 1 приведены скорости диффузии и испарения (V) легирующих элементов (при равенстве размеров эмиттеров) в зависимости от температуры (T).

Анализ представленных данных показывает, что в системах вольфрама с иттрием и лантаном при температурах выше 2000 К скорость испарения становится больше по сравнению со скоростью притока атомов за счет диффузии, что делает невозможным сохранение слоя атомов легирующего компонента на поверхности вольфрама и приводит к уменьшению эмиссии. В системах

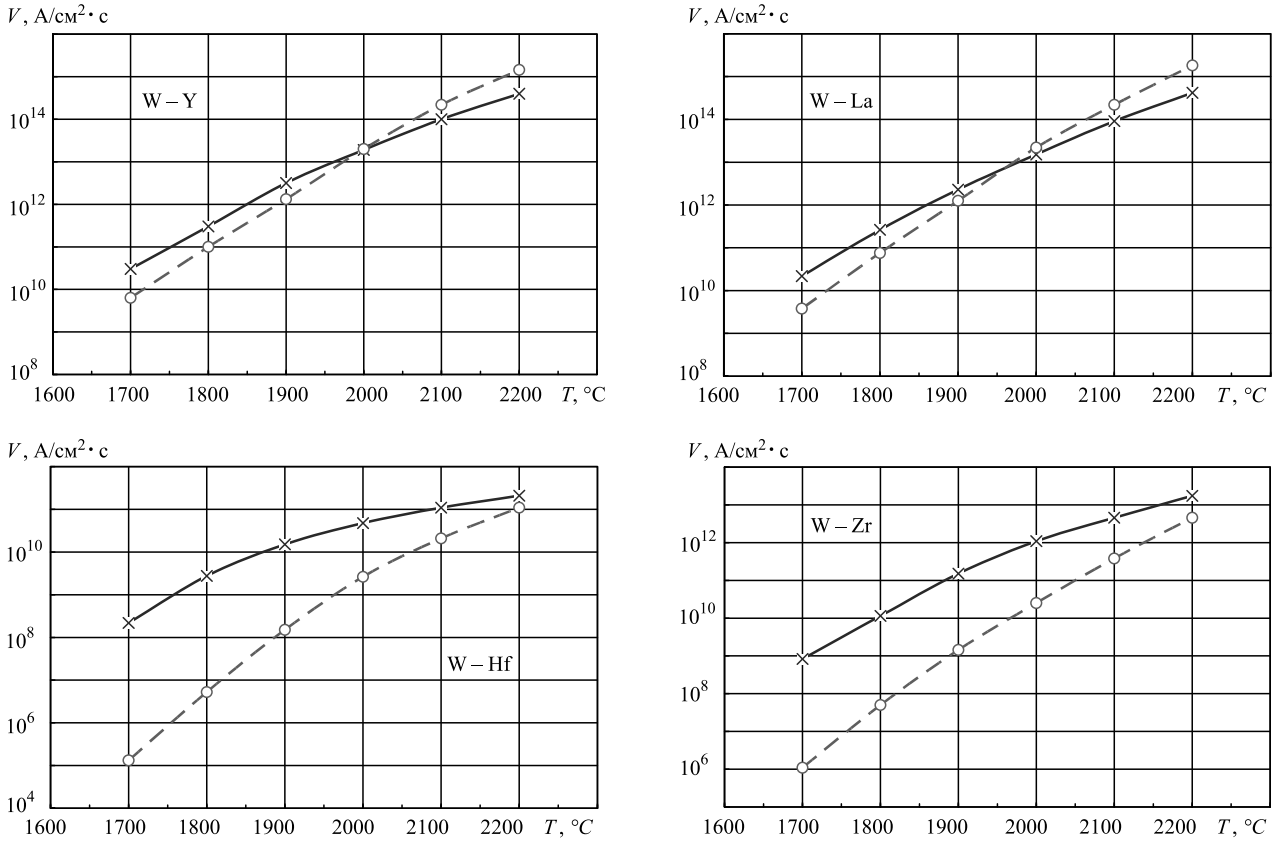


Рис. 1. Скорости (V) притока к поверхности вольфрама и испарения атомов легирующих элементов в зависимости от температуры (T):

(○—○) — испарение; (×—×) — диффузия

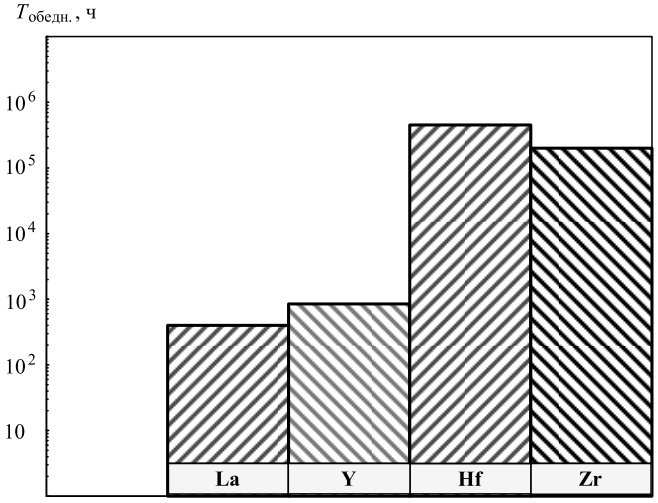


Рис. 2. Время исчезновения атомов легирующего элемента из катода с цилиндрической геометрией (*d* = 9 мм; *l* = 30 мм) при *T* = 2073 К

вольфрама с цирконием и гафнием скорость притока атомов вследствие диффузии превышает скорость их испарения до более высоких температур (2200 К), при этом образование слоя атомов легирующих элементов на поверхности вольфрама будет происходить быстрее, чем в системах вольфрама с редкоземельными металлами. Приведенные на рис. 1 данные позволяют оценить время обеднения матрицы легирующим компонентом. Так, например, для катодов с цилиндрической геометрией, работающих при температуре 2073 К, результаты расчета времени обеднения $\tau_{обедн}$ матрицы легирующим компонентом представлены на рис. 2.

Для изучения физико-химических свойств сплавов на основе вольфрама и проведения различных исследований, в том числе влияния деформации, были подготовлены сплавы, представленные в табл. 1. Сплавы указанных композиций были приготовлены методами порошковой металлургии с механическим перемешиванием, гидропрессованием и косвенным спеканием в индукционных электропечах. Полученные прутки d = 18 мм, l = 62 ± 1 мм подвергались токарной обработке, в результате которой получали катоды с размерами d = 16 мм, l = 60 мм.

Исследование физико-механических свойств сплавов, а также металлографический анализ проводились на образцах различной конфигурации, вырезанных электроэрозионным способом из полученных электродов. При этом свойства катодных материалов исследовались как в исходном, так и в деформированном состояниях.

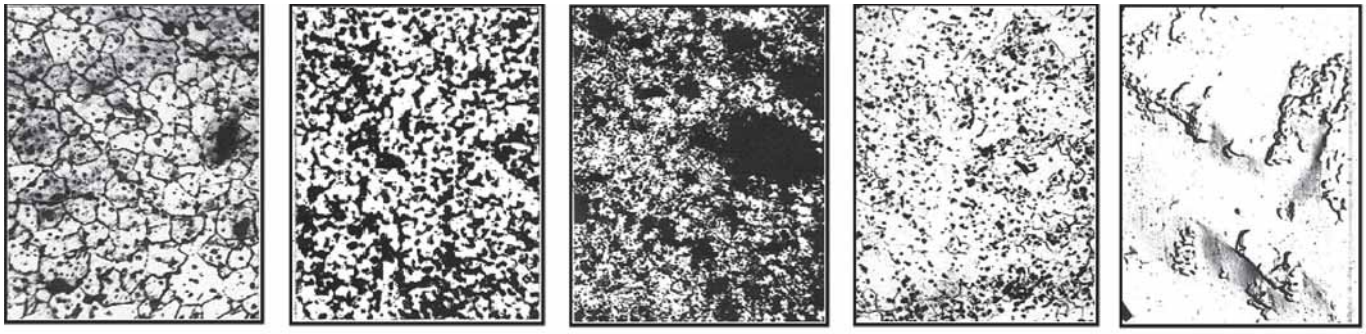
На рис. 3 представлены результаты металлографического анализа сплавов на основе вольфрама с различными легирующими добавками.

Анализ приведенных данных показал, что частицы второй фазы размером около микрона (рис. 3, табл. 2) располагаются как по границам, так и по телу зерен, имеющих полиэдрическую

Таблица 1

Маркировка, состав и свойства спеченных сплавов на основе вольфрама

Сплав	Легирующие добавки, мас. %	Объемная доля включений *f*, %	Плотность ρ, г/см^3		Пористость, %	Удельное электросопротивление ρ = 1/σ, мкОм·см	
			теор.	эксп.		теор.	эксп.
ВИ5	0,4—0,7 Y_2O_3	1,9	19,03	18,27	4	5,92	5,95
ВИ10	0,8—1,1 Y_2O_3	3,7	18,77	17,91	4,5	6,16	6,2
ВИ15	1,3—1,5 Y_2O_3	5,5	18.52	17,65	4,7	6,38	6,42
ВИ20	1,9—2,2 Y_2O_3	8,5	18,2	17,26	5,16	6,74	6,8
ВИ25	2,3—2,5 Y_2O_3	9	18,02	16,7	6,3	7,01	7,25
ВИ30	2,9—3,2 Y_2O_3	11,5	17,37	16,05	7,6	7,49	7,7
ВЛ15	1,2—1,5 La_2O_3	4,8	18,75	17,57	6,3	6,42	6,8
ВИб15	1,2—1,5 YB_6	7,3	18,16	15,2	9,0	7,15	8,0
ВГМ15-5	1—3 HfO_2; 5—10 Mo	5,89	18,48	17,64	4,5	6,45	6,67
ВЦН15	1,5 ZrN	4,46	18,72	17,58	6,1	6,47	6,74



а) *б*) *в*) *г*) *д*)

Рис. 3. Микроструктура сплавов вольфрама в спеченном состоянии (×340):
а — ВИ15; *б* — ВЛ15; *в* — ВИб15; *г* — ВГМ15-5; *д* — Ви15 (×4750)

Таблица 2

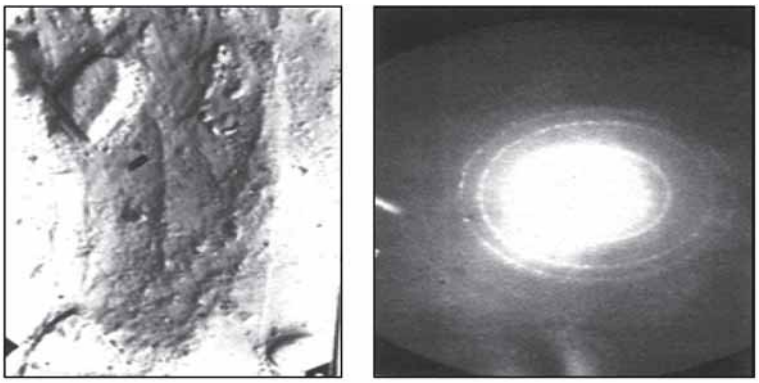
Данные фазового анализа сплава ВИ15 методом электронографии (рис. 4, *б*)

№ кольца	Расчетные данные			Табличные данные [17]		Фаза
	r, мм	*I*	d_{HKL}	d_{HKL}	*I*	
1	8,9	ср.	3,06	3,06	100	Y_2O_3
2	10,4	ср.	3,618	2,648	31	Y_2O_3
3	14,5	ср.	1,878	1,873	31	Y_2O_3
4	17,10	ср.	1,593	1,597	43	Y_2O_3

Здесь. *r* (мм) — радиус дифракционного кольца; *I* — относительная интенсивность линий; d_{HKL} — межплоскостное расстояние.

форму с извилистыми границами, при этом состав второй фазы и ее морфология сильно влияют на особенности структуры сплавов. Так, в сплаве на основе вольфрама, легированного гексаборидом иттрия, наблюдались крупные, сообщающиеся поры (рис. 3, *в*), для остальных сплавов была характерна мелкая, рассеянная пористость (рис. 3, *а*, *б*, *г*).

Отмеченные различия в структуре спеченных сплавов на основе вольфрама приводят к их неодинаковым физико-механическим характеристикам в исходном состоянии. Хотя все материалы имели значения плотности, отличающиеся от теоретической (см. табл. 1), что характерно для спеченных материалов и указывает на наличие пористости, однако наибольшие значения пористости наблюдались для сплава вольфрама с гексаборидом иттрия. При этом данные измерения удельного электросопротивления и значения микротвердости также показали максимальные значения этих характеристик у сплава W —1,5 %YB_6. В соответствии с данными физико-химического анализа стабильности тугоплавких соединений в вольфрамовой матрице это указывает на более раннюю диссоциацию и последующее растворение гексаборида иттрия в основе (уже на стадиях спекания), в отличие от других соединений, стабильность которых в вольфрамовой матрице выше.

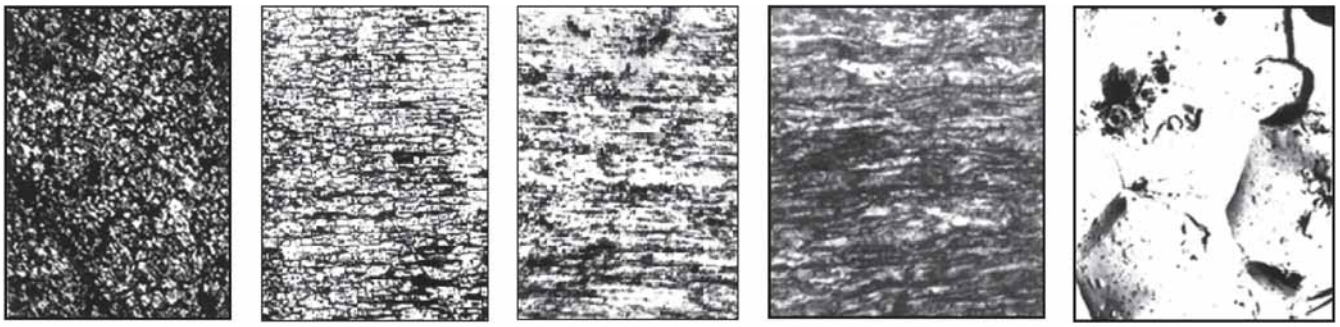


а) *б*)

Рис. 4. Форма и состав второй фазы в итрированном вольфраме в исходном состоянии:
а — частицы Y_2O_3, электронный микроскоп, реплика (×9900); *б* — электронограмма Y_2O_3

В процессе исследований было установлено, что оптимальные характеристики жаропрочности (оцениваемой по стабильности структурного состояния) и термоэмиссии достигаются при содержании в вольфраме не менее 1 мас. % тугоплавких соединений переходных и редкоземельных металлов.

Анализ результатов влияния количества оксида иттрия на физико-механические свойства сплавов на основе вольфрама (см. табл. 1) показал, что увеличение содержания Y_2O_3 до 3 мас. % приводит к закономерному снижению плотности сплава, причем наиболее резкое уменьшение этой характеристики наблюдалось начиная с 2 % Y_2O_3. Это, в свою очередь, приводит к более резкому увеличению



а) *б*) *в*) *г*) *д*)

Рис. 5. Влияние степени деформации на микроструктуру иттрированного вольфрама (х 200); сплав ВИ15: *а* — ξ = 10 %; *б* — ξ = 35 %; *в* — ξ = 55 %; сплав ВИ5: *г* — ξ = 90 %; *д* — фрактограмма ВИ15 (ξ = 55 %)

пористости и значений электросопротивления, ухудшает спекаемость и, как будет показано ниже, оказывает отрицательное воздействие на свойства электродного материала.

На рис. 5 представлены фотографии микроструктур сплава ВИ15 со степенью деформации 10, 35 и 55 % и сплава ВИ5 со степенью деформации ξ = 90 %, а также фрактограмма ВИ15 со степенью деформации ξ = 55 %.

Как следует из приведенных данных, по мере увеличения степени деформации образцов увеличивается степень ориентированности зерен и коэффициент ассиметрии их формы (рис. 5, *а*—*в*). Одновременно снижается выход годного металла, который составляет 95—97 % при ξ = 30—35 %, а при ξ = 55 % все образцы разрушались в процессе деформации, причем результаты фрактографического анализа показали наличие хрупкого интеркристаллитного разрушения (рис. 5, *д*). На образцах из сплава ВИ5 прокаткой с промежуточными отжигами была достигнута степень деформации ξ ≈ 90 %, при этом структура имела волокнистый характер с вытянутой формой второй фазы (рис. 5, *г*), что характерно для высоких степеней деформации.

На рис. 6 представлены данные, показывающие влияние

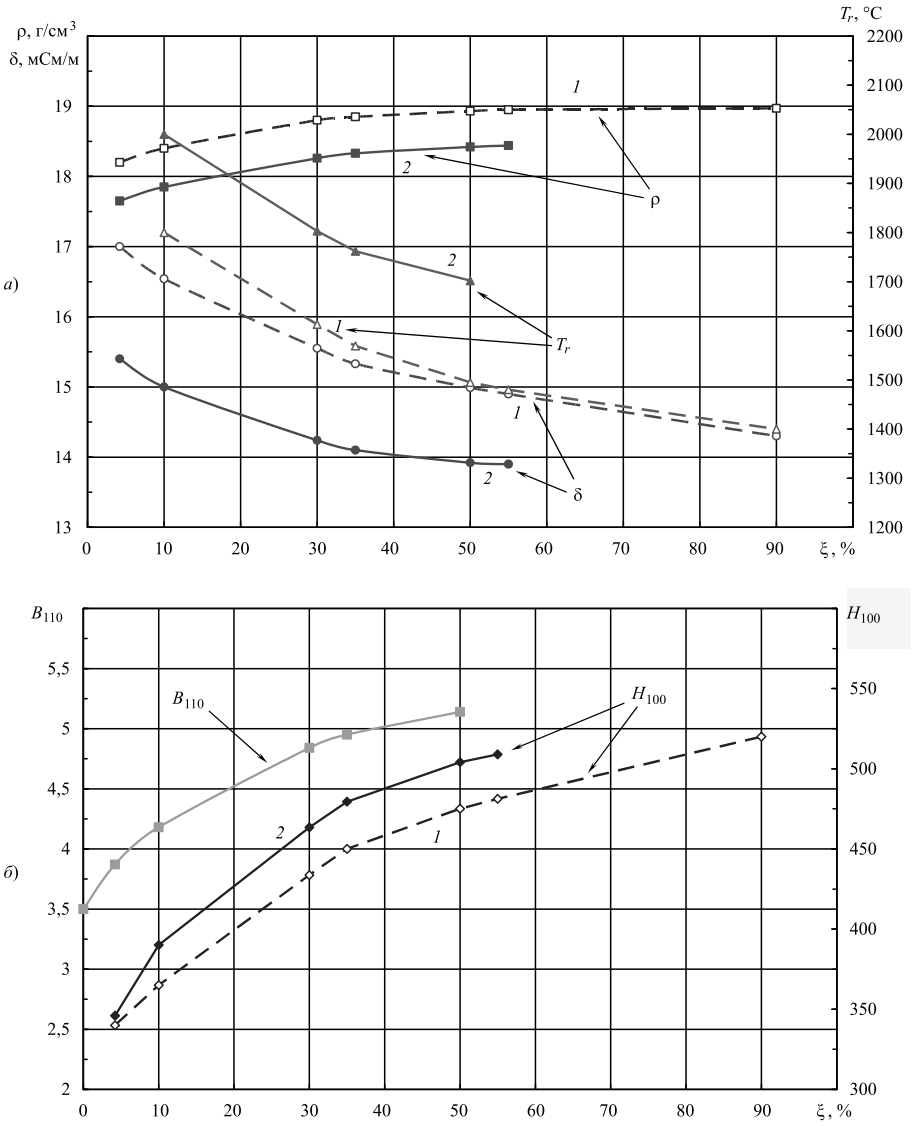


Рис. 6. Влияние степени деформации на плотность, электропроводность и температуру начала рекристаллизации (*а*); микротвердость и ширину рентгеновской линии (*б*) сплавов ВИ5 (пунктирные линии — № 1) и ВИ15 (сплошные линии — № 2)

степени деформации на плотность (ρ), электропроводность (δ), микротвердость (Н100), ширину рентгеновской линии (В110) и температуру начала рекристаллизации (T_r) сплавов ВИ5 и ВИ15.

Из приведенных данных видно, что по мере возрастания степени деформации наблюдается увеличение характеристики плотности и микротвердости, что связано, как показали данные металлографических и рентгеновских исследований, с уменьшением пористости и увеличением степени искаженности кристаллической решетки под действием деформации.

Так, например, результаты измерения ширины рентгеновской линии сплава ВИ15 хорошо согласуются с кривыми твердости и плотности — увеличение областей когерентного рассеяния наблюдалось в том же интервале деформаций.

Увеличение степени деформации приводит к уменьшению температуры начала рекристаллизации сплавов, при этом, если у сплава ВИ15, деформированного со степенью $\xi \approx 10$ %, рекристаллизация начиналась при 2000 °С, то в сплаве ВИ5, подвергнутом деформации со степенью $\xi \approx 90$ %, температура начала рекристаллизации снижалась до 1400 °С, т. е. приближалась к значениям, характерным для нелегированного вольфрама.

Измерения электропроводности образцов показали лучшую воспроизводимость результатов при нагреве и охлаждении деформированных образцов по сравнению с недеформированными, однако наблюдалось уменьшение абсолютных значений этих характеристик при увеличении степени деформации свыше $\xi \approx 10$—15 %, несмотря на меньшую пористость. Очевидно, это связано с сильными искажениями кристаллической решетки, созданием развитой сетки границ, что в совокупности оказывает большое воздействие на характеристики электропроводности сплавов по сравнению с уменьшением пористости.

В табл. 3 представлены результаты стендовых испытаний термокатодов из легированного вольфрама (деформированных со степенью $\xi \approx 10$ %) в режиме повторно-кратковременных включений.

Проведенные исследования влияния степени деформации на свойства дисперсноупрочненных

Таблица 3

Результаты стендовых испытаний вольфрамовых катодов в инертной атмосфере

№ п/п	Сплав	Сила тока I_{max}, кА	Время работы $\tau_{раб}$, мин	Температура рабочего торца T, °С	Работа выхода электрона φ,ЭВ	Состояние катода после испытаний
1	ВИ5	0,8	42	3290	3,73	Сильное оплавление рабочего торца. Не пригоден для дальнейшей эксплуатации
2	ВИ10	0,8	38	—	—	Небольшой расплав. Пригоден для дальнейшей эксплуатации
3	ВИ15	0,8	65	3050	2,91	Оплавлений и трещин рабочего торца нет. Пригоден для дальнейшей эксплуатации
4	ВИ20	0,8	65	3070	2,98	Оплавлений и трещин рабочего торца нет. Пригоден для дальнейшей эксплуатации
5	ВИ20 (без деформации)	0,8	57	3095	3,03	Небольшой расплав. Пригоден для дальнейшей эксплуатации
6	ВИ25	0,8	56	—	—	Трещины. Не пригоден для дальнейшей эксплуатации
7	ВИ30	0,8	30	3120	3,12	Трещины. Не пригоден для дальнейшей эксплуатации
8	$ВИ_б15$	0,6	6	—	—	Сильное оплавление рабочего торца. Для дальнейшей эксплуатации не пригоден
9	ВЛ15	0,7	22	—	—	Оплавление рабочего торца. Для дальнейшей эксплуатации не пригоден

сплавов вольфрама показали, что при деформации катодов (на $\xi \approx 10—15$ %) повышается длительность их использования при различных режимах (ток, температура) на 5—20 % (в зависимости от сплава и режима) до начала момента оплавления, в отличие от недеформированных. Это является существенным улучшением качества изготавливаемых изделий без усложнения их состава. При этом проводить деформацию со степенями выше $\xi \approx 10—15$ % нецелесообразно, так как это приведет к снижению термической стабильности структуры и ухудшению теплофизических свойств сплавов в рабочем диапазоне температур.

Также было установлено, что сплав ВИ20 (без деформации), наиболее часто используемый в настоящее время для катодов плазмотронов, показал меньшую работоспособность в отличие от деформированных ВИ15 и ВИ20. При этом с учетом деформации сплавов самым стойким по отношению как к температурам, так и длительности работы при различных токах, оказался сплав ВИ15.

Из изложенного следует, что оптимальные характеристики жаропрочности (оцениваемой по стабильности структурного состояния) и термоэмиссии достигаются при содержании в вольфраме не менее 1 мас. % тугоплавких соединений переходных и редкоземельных металлов.

Анализ результатов влияния количества оксида иттрия на физико-механические свойства сплавов на основе вольфрама (см. табл. 1) показал, что увеличение содержания Y_2O_3 до 3 мас. % приводит к закономерному снижению плотности сплава, причем наиболее резкое уменьшение этой характеристики наблюдалось начиная с 2 % Y_2O_3. Это, в свою очередь, приводит к более резкому увеличению пористости и значений электросопротивления, ухудшает спекаемость и оказывает отрицательное воздействие на свойства электродного материала.

В этой связи представляет интерес корректировка технологических режимов изготовления сплавов на основе вольфрама для получения более качественных катодов плавильных плазмотронов и дальнейшего использования для работ в среде аргона сплава вольфрама, легированного 1,5 % Y_2O_3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Справочник** по конструкционным материалам / Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева, С. А. Герасимов и др.; под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 640 с.
2. **Тугоплавкие металлы** — применение и свойства тугоплавких металлов: Учебник / В. С. Челноков, И. В. Блинков, В. Н. Аникин, А. О. Волхонский. — М.: Изд-во Дом МИСиС, 2011. — 114 с.
3. **Портной К. П., Бабич Б. Н.** Дисперсноупрочненные материалы. — М.: Металлургия, 1974. — 200 с.
4. **Стрельников И. В., Коновалов А. В.** Определение оптимальной геометрии вольфрамового электрода при точечной сварке сжатой дугой // Машиностроение. — 2011. — № 6. — С. 53—57.
5. **Агте К., Ваце И.** Вольфрам и молибден / Пер. с чешск. — М.: Энергия, 1964. — 229 с.
6. **Фоменко В. С., Подчерняева И. А.** Эмиссионные и адсорбционные свойства веществ и материалов: Справочник / Под общ. ред. чл.-кор. АН УССР Г. В. Самсонова. — М.: Атомиздат, 1975. — 320 с.
7. **Амосов В. М., Карелин Б. А., Кубышкин В. В.** Электродные материалы на основе тугоплавких металлов. — М.: Металлургия, 1976. — 224 с.
8. **Арзамасов В. Б., Смирнова Э. Е.** Принцип жаропрочного легирования и термоэмиссионные свойства сплавов // Металловедение. Термическая и химико-термическая обработка сплавов: сб. науч. тр. под ред. Б. Н. Арзамасова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. С. 226—231.
9. **Ушаков Б. А., Никитин В. Д., Емельянов И. Я.** Основы термоэмиссионного преобразования энергии. — М.: Атомиздат, 1974. — 288 с.
10. **Жданов С. К., Курнаев В. А., Романовский М. К., Цветков И. В.** Основы физических процессов в плазме и плазменных установках / Под ред. В. А. Курнаева. — М.: МИФИ, 2007. — 368 с.
11. **Низкотемпературная плазма.** Т. 10. Теория и расчет приэлектродных процессов / И. Г. Паневин, В. И. Хвесюк, И. П. Назаренко, А. М. Зимин, В. Н. Аникеев, А. С. Коротеев. Отв. ред. И. Г. Паневин, В. И. Хвесюк. — Новосибирск: Наука, Сиб. издат. фирма, 1992. — 197 с.
12. **Бокштейн Б. С., Ярославцев А. Б.** Диффузия атомов и ионов в твердых телах. — М.: МИСиС, 2005. — 362 с.
13. **Гаврюшенко Б. С., Пустогаров А. В.** Исследование электродов плазмотронов // Приэлектродные процессы и эрозия электродов: Сб. статей. Новосибирск: ИТ СО АН СССР, 1977. С. 85—122.
14. **Пустогаров А. В.** Экспериментальные исследования тугоплавких катодов плазмотронов // Экспериментальные исследования плазматронов. — Новосибирск: Наука, 1977. С. 315—340.
15. **Физическое материаловедение.** Том 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов / Н. В. Волков, В. И. Скрытный, В. П. Филиппов, В. Н. Яльцев. Под ред. Б. А. Калина. — М.: МИФИ, 2008. — 808 с.
16. **Термодинамические свойства** неорганических веществ: Справочник / У. Д. Верятин, В. П. Маширев, Н. Г. Рябцев и др.; Под общ. ред. А. П. Зефирова. — М.: Атомиздат, 1965. — 233 с.
17. **Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.** Рентгенографический и электроннооптический анализ. 2-е изд. —М.: Металлургия, 1970. — 366 с.

УДК 629.1

А. С. Череповский, магистрант, e-mail: cherepovsky.alexander@yandex.ru, **Ю. Г. Сапронов,** канд. техн. наук, профессор, e-mail: sapronyg@mail.ru, ИСОиП (филиал) ДГТУ, г. Шахты

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТИЧЕСКИХ ПАРКОВОЧНЫХ СИСТЕМ

Проведен анализ существующих систем помощи при парковке транспортных средств. Рассмотрены основные негативные факторы, влияющие на эффективность работы парковочных систем. Разработана экспериментальная установка для проведения натурного моделирования процесса парковки легковых автомобилей малого и среднего класса. Проведено исследование сканирующих способностей парковочных систем.

Ключевые слова: *система, акустическая, парковка, препятствие транспортное средство, сканирование.*

The analysis of existing systems of assistance in parking of vehicles is carried out. The main negative factors affecting the efficiency of parking systems are considered. An experimental setup for carrying out full-scale modeling of the parking process for small and medium-sized cars has been developed. The research of scanning capabilities of parking systems is carried out.

Keywords: *system, acoustic, parking, obstacle vehicle, scanning.*

Известно, что существующие акустические парковочные системы (АПС) предназначены для обеспечения безопасности во время парковочного маневра [1, 4]. Принцип действия АПС основан на сканировании окружающего пространства и определения текущего места нахождения препятствия. В зависимости от типа системы парковочный маневр может осуществляться самим водителем или при помощи исполнительных механизмов АПС. Такой тип системы называется "пассивным".

Следует отметить, что эффект эхолокации применяется на всех типах АПС не зависимо от их комплектации и функциональных возможностей [5]. Классификация современных АПС представлена на рис. 1.

Безошибочность работы АПС в основном зависит от сканирующей способности ультразвуковых датчиков. Однако несмотря на качественную работу системы, имеются негативные факторы, снижающие эффективность процесса сканирования пространства и распознавания препятствий. К числу таких факторов относятся:

— нестандартные габаритные размеры и формы препятствий;

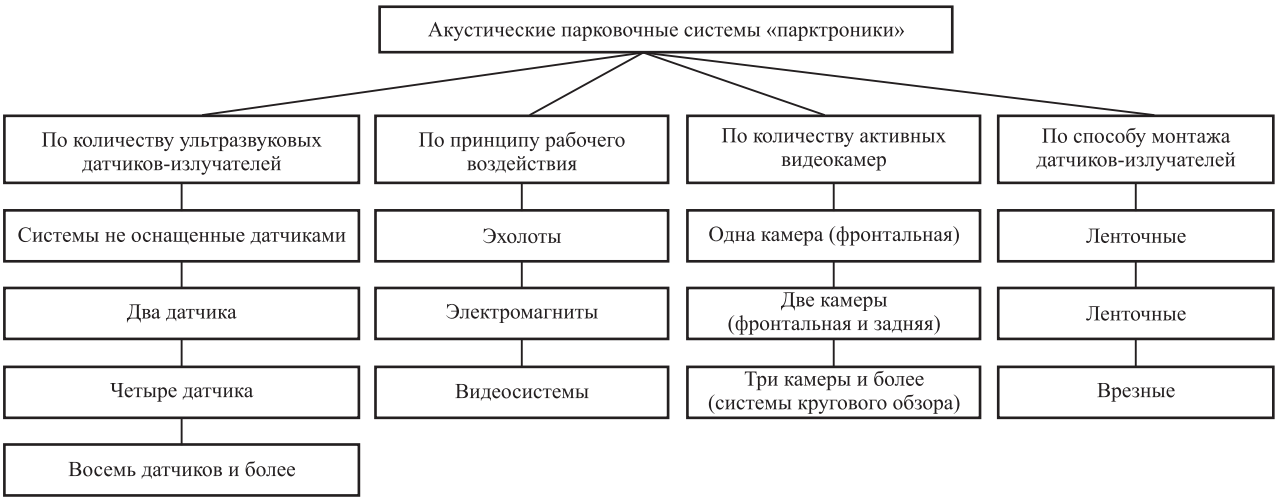


Рис. 1. Классификация АПС

— недостаточный уровень отраженного сигнала вследствие малой площади отражения препятствия;

— нарушение рабочего температурного диапазона системы;

— дополнительные препятствия, создающие помехи при сканировании пространства (грязь, механическая пыль, туман, дождь и т. д.);

— низкая частота несущего сигнала ультразвуковых излучателей [2—6].

Наиболее значительным негативным фактором, затрудняющим работу АПС, являются нестандартные габариты препятствия. Качество сканирующей способности АПС также может зависеть от частоты несущего сигнала датчиков. Следовательно, при изменении параметров и факторов сканирования пространства, изменяется эффективность работы АПС и, как следствие, снижается безопасность парковочного маневра.

Таким образом, для объективной оценки сканирующей способности АПС необходимо рассмотреть процесс распознавания препятствия с учетом варьируемой частоты несущего сигнала.

Экспериментальное исследование целесообразно проводить с несколькими системами различных производителей. В ходе работы используются системы, оснащенные четырьмя ультразвуковыми датчиками. Поэтому для проведения работ были подобраны следующие четырехзонные АПС: SHO-ME-2630; INTRO PT-1043; Park Master 4DJ-06; Fusion FRA-42; Black View VPM-4.2-22; AVS PS-842U A7801 8S.

Для натурного моделирования процесса парковки была разработана стенд-панель имитирующая задний бампер автомобиля. Общий вид стенда представлен на рис. 2.

Как видно из рисунка, стенд-панель, установлена на раме и основании. На вертикальных стойках имеются сквозные отверстия под крепежные винты. На стойках при помощи винтов закрепляется панель с установленными в нее ультразвуковыми датчиками. Датчики крепятся к поперечному отверстию панели и могут свободно перемещаться вдоль нее. Они подключаются к аккумуляторной батарее. Панель перемещается по высоте стоек и меняет угол наклона благодаря шарнирному соединению. Таким образом, обеспечивается перемещение датчиков в трех плоскостях, позволяя имитировать любые габариты транспортного средства и профиль бампера.

В качестве источника питания установки используется аккумуляторная батарея модели DJW 12-1.2 с номинальным напряжением 12 В.

Для определения минимального расстояния до препятствия используется объект с габаритами — 50 мм (ширина) на 500 мм (высота). Он распола-

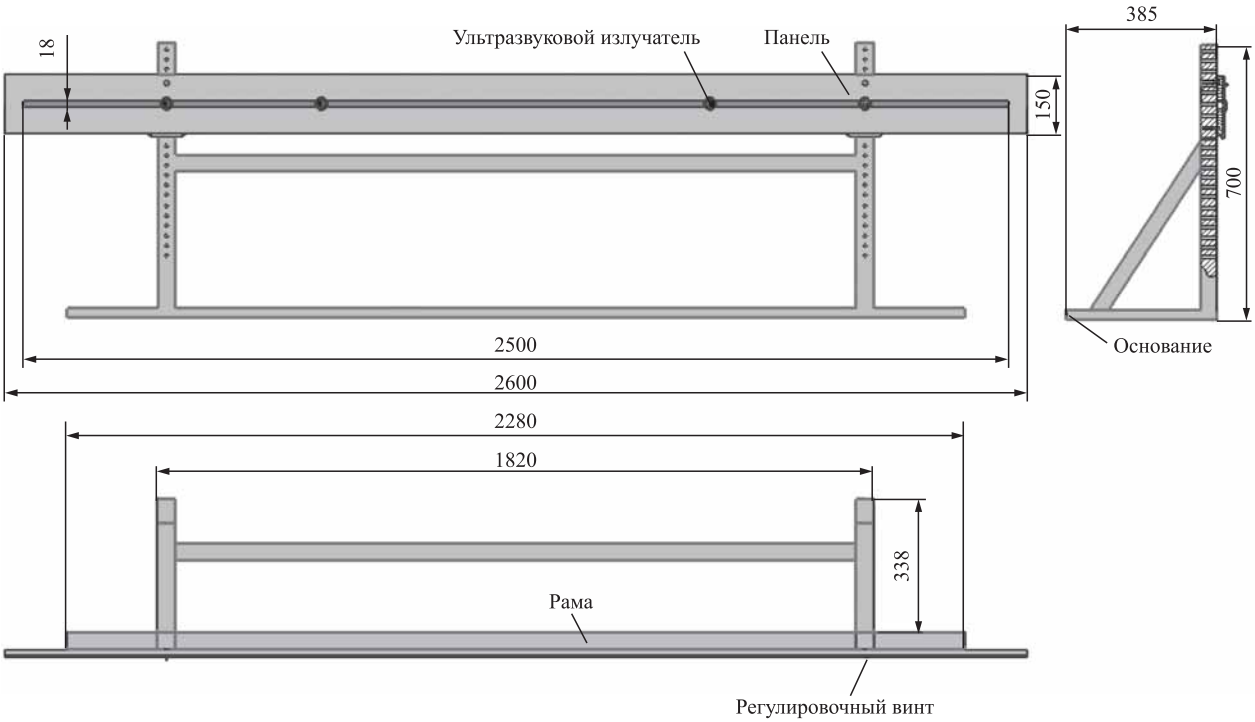


Рис. 2. Общий вид экспериментальной стенд-панели

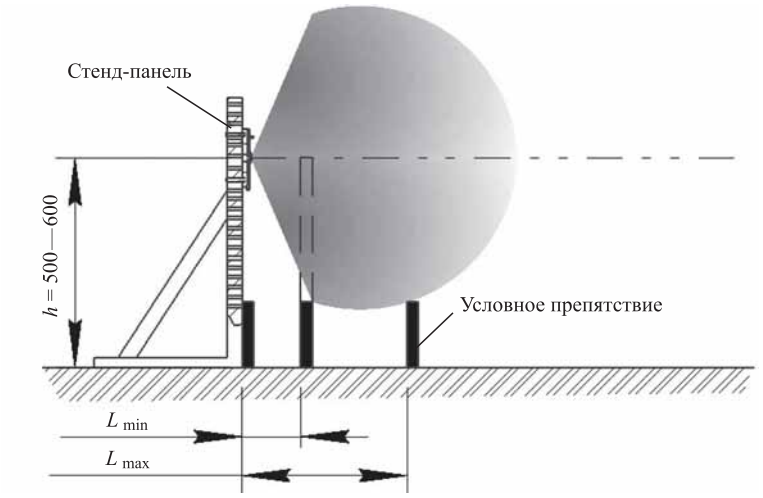


Рис. 3. Схема определения минимального расстояния до препятствия

гается в непосредственной близости от стенда-панели. Затем объект перемещается вдоль оси действия датчика до того момента, когда прозвучит характерный звуковой сигнал блока индикации. Звуковой сигнал означает, что на данном расстоянии объект был опознан как препятствие (а не помеха), и что этого расстояния (L) необходимо и достаточно для срабатывания системы (рис. 3).

Исходя из минимального расстояния до объекта, необходимо определить его минимальные габариты. Для этого размер объекта целесообразно уменьшить по высоте и ширине до такого состояния, пока датчик не перестанет определять его как препятствие.

Далее определяется максимальное расстояние до препятствия с учетом минимальных габаритных размеров объекта. Объект необходимо перемещать вдоль оси действия датчика до того момента, пока основной блок не перестанет распознавать препятствие и характерные звуковые сигналы не прекратятся. Окончание звукового оповещения означает, что препятствие находится вне зоны сканирования. Таким образом, будет определено максимальное расстояние до препятствия с учетом минимальных габаритных размеров объекта.

Измерения проводятся для шести видов АПС с различными техническими характеристиками. Ультразвуковые датчики располагаются попеременно в двух фиксированных положениях: на высоте 500 и 600 мм над опорной поверхностью. Данные, полученные в ходе измерений, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерений минимальных габаритов препятствий

Модель АПС	Размеры объекта, мм		Измеренное минимальное расстояние L_{min}, мм	Измеренное максимальное расстояние L_{max}, мм
	a	*b*		
Автомобили малого класса (h = 500)				
SHO-ME-2630	302/10		330	410,3
INTRO PT-1043	217/10		300,2	610,1
Park Master 4DJ-06	220/11		180,7	560,2
Fusion FRA-42	233/11		200,1	550,1
Black View VPM-4.2	214/9		180,9	510
AVS PS-842U A7801	300/9		320	480
Автомобили среднего класса (h = 600)				
SHO-ME-2630	307/15		350	450
INTRO PT-1043	222/10		330	650
Park Master 4DJ-06	225/17		200	600
Fusion FRA-42	238/12		210	600
Black View VPM-4.2	220/10		200	570
AVS PS-842U A7801	305/16		340	530

Таблица 2

Результаты замеров расстояния до объекта

Модель АПС	Габариты, мм		Результаты измерений минимального расстояние до препятствия, с учетом его габаритных размером, мм														Угол, град.
	a	*b*	1		2		3		4		5		6		7		
			*L*1	*b*1	*L*2	*b*2	*L*3	*b*3	*L*4	*b*4	*L*5	*b*5	*L*6	*b*6	*L*7	*b*7	
Автомобили малого класса																	
SHO-ME-2630	302	10	330	10	525	22	720	34	915	55	1110	111	1305	120	1500	158	5
INTRO PT-1043	217	10	300	8	500	13	700	24	900	36	1110	50	1300	70	1500	88	3
Park Master	220	11	180	11	400	41	620	53	840	55	1060	80	1280	107	1500	123	4
Fusion FRA-42	233	11	200	11	417	42	633	50	849	62	1065	110	1281	130	1497	134	4,5
Black View	214	9	180,6	9	400	21,7	620	34,3	840	47	1060	59,7	1280	72,33	1500	85	2,7
AVS PS-842U	300	9	320	9	517	19	714	32	911	48	1108	61	1305	89	1500	97	3,3
Автомобили среднего класса																	
SHO-ME-2630	307	15	350	15	542	24	734	36	926	60	1118	115	1310	122	1502	162	5,4
INTRO PT-1043	222	10	320	10	517	20	714	32	911	50	1108	63	1305	73	1500	97	3,3
Park Mast	225	17	200	17	417	43	633	60	849	62	1065	90	1281	117	1498	130	4,2
Fusion FRA-42	238	12	210	12	425	48	640	66	855	112	1070	114	1285	122	1500	138	4,5
Black View	220	10	200	10	417	25,4	633	42	849	50	1065	60	1281	82	1947	100	3,26
AVS PS-842U	305	16	340	16	533	23	726	40	919	54	1112	71	1305	91,92	1498	107	3,28

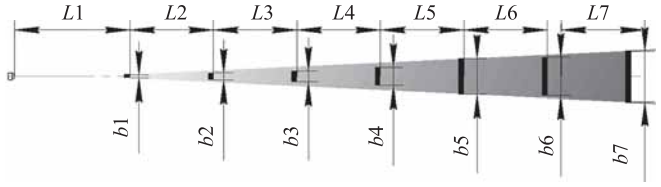


Рис. 4. Схема определения промежуточных значений габаритов препятствия с учетом расстояния до объекта

Исходя из значения минимального расстояния до объекта и максимального радиуса сканирования АПС, для определения промежуточных значений целесообразно разделить это расстояние на равные части, как показано на рис. 4.

Результаты измерений минимальных расстояний до препятствия, с учетом их габаритных размером представлены в табл. 2.

Из таблицы видно, что в результате варьирования габаритов объекта (*a* — высота, *b* — ширина) наблюдается изменение максимального и минимального расстояния от излучателя до препятствия.

Рассмотренные АПС следует оценивать по эффективности работы на близком и дальнем расстоянии от препятствия. Следовательно, наиболее эффективная система будет обеспечивать распознавание препятствия в непосредственной близости от датчика при его минимальных габаритах, а также распознавание препятствия на максимальном расстоянии.

Эффективность работы АПС целесообразно оценивать по величине пространства, которое объединяется двумя лучами, исходящими из одной точки и пересекающими вершины краев препятствия на максимальном и минимальном расстоянии от источника сигнала. Полученное пространство называется телесным углом (рис. 5).

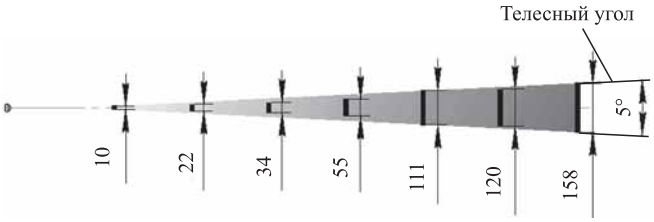


Рис. 5. Схема определения эффективности работы АПС по величине телесного угла

Как следует из табл. 2, наибольшей эффективностью сканирования и распознавания препятствий является АПС модель Black View VPM-4.2, поскольку при ее работе телесный угол составляет 2,7°, а в случае установки и применения на автомобилях среднего класса — 3,26°.

Выводы

1. Качество и эффективность работы парковочных систем определяется чувствительностью датчиков, величиной радиуса сканирования пространства, а также возможностью системы опознавать препятствия с малыми габаритами на близких расстояниях.

2. Поскольку оптимальная высота установки ультразвуковых датчиков на легковые автомобили среднего класса составляет 600 мм, радиус сканирования устанавливаемой системы будет меньше, чем в случае установки аналогичной системы на автомобиль малого класса. Следовательно, для автомобилей среднего класса целесообразно применение АПС, оснащенных высокочувствительными датчиками с частотой несущего сигнала свыше 45 кГц.

3. Эффективность работы АПС может быть повышена путем увеличения частоты несущего сигнала ультразвуковых датчиков и оптимизации мест их установки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Меренков А. О.** Основные этапы процесса реализации интеллектуальных транспортных систем // Вестник Университета (Государственный университет управления). — 2015. — № 9. — С. 92—98.
2. **Меренков А. О.** Понятие и сущность интеллектуальных транспортных систем. Особенности внедрения зарубежного опыта в Российской Федерации // Управление экономикой и стратегией развития России — 2014: Материалы международного управленческого форума. Вып. 2 — М.: ГУУ, 2014. — С. 187—189.
3. **Комаров В. В., Гараган С. А.** Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика. — М.: НТБ "Энергия", 2012. — 352 с. ISBN 978-5-903954-06-3.
4. **Polak J., Jones P.** The acquisition of pre-trip information: A stated preference approach, Transportation. — 1993. — No. 20. P. 179—198.
5. **Post P., Parry S., Spivack G.** Olympic Park-and-Ride Advance Reservation System // Transportation Research Record. — 1985. — No. 1045. — P. 1—8.
6. **Reich B., Hanisch F.** Joining forces integrating parking guidance and traffic management // Traffic Technology International. Annual Rev. — 1997. — P. 36—37.

Погрузчики Новгородского металлургического завода

В октябре технологический парк Новгородского металлургического завода пополнился новым мини-погрузчиком ЧЕТРА МКСМ 800А производства "САРЭКС".

Универсальный мини-погрузчик ЧЕТРА МКСМ 800А отправился на современное высокотехнологичное производство по переработке медных ломов — Новгородский металлургический завод, который входит в Группу Русская медная компания. Там он будет эксплуатироваться для подготовки тары со шлаками для дальнейшей переработки в трофконвертере, формирования тары с флюсующим материалом (железный лом, доменный присад, известь, песок), а зимой — дополнительно для уборки снега на территории медеплавильного цеха.

Мини-погрузчики ЧЕТРА МКСМ серии А выпускаются с 2012 г. и отлично зарекомендовали себя в широком спектре коммунальных и погрузочно-разгрузочных работ. Конструктивной особенностью машин МКСМ являются компактные размеры и "бортовой поворот", обеспечивающий высокую маневренность машины. При этом малые размеры не снижают производительности спецтехники, а большой выбор навесного оборудования различного назначения делает этот мини-погрузчик одним из самых востребованных на рынке.

В этом году благодаря планомерному финансированию Внешэкономбанком производства завода "САРЭКС" срок отгрузки мини-погрузчиков ЧЕТРА МКСМ значительно снизился, а АО "ЧЕТРА-ПМ" обновило прайс-лист на ряд мини-погрузчиков, что позволило оптимально сочетать их цену и качество.

Пресс-служба компании ЧЕТРА

УДК 339

В. А. Подхалюзина, канд. экон. наук, доцент, МАДИ
E-mail: valya74@rambler.ru

ТРАНСПОРТ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Санкт-Петербург, город федерального значения Российской Федерации, располагается в Северо-Западном федеральном округе РФ на побережье Финского залива, в устье реки Невы. Площадь территории города составляет 1,4 тыс. км^2. Город Санкт-Петербург — крупнейший транспортный узел России, через который осуществляются международные как грузовые, так и пассажирские перевозки всеми видами транспорта. Транспорт города включает в себя железные дороги, морской и речной транспорт, автомобильные дороги и авиалинии.

Ключевые слова: *Санкт-Петербург, транспорт, железнодорожный транспорт, морской транспорт, автомобильный транспорт, воздушный транспорт, транспортный узел, грузовые перевозки, пассажирские перевозки, грузооборот, пассажирооборот, международные перевозки.*

Saint Petersburg, a Federal city of the Russian Federation, is located in the North-West Federal district of the Russian Federation on the Gulf coast, at the mouth of the Neva river. The total area of the city is 1.4 km^2. The city of St. Petersburg — the largest transport hub of Russia, which carry out international cargo and passenger transportation by all modes of transport. City transport includes railway, sea and river transport, highways and airlines.

Keywords: *St.-Petersburg, transport, railway transport, sea transport, road transport, air transport, transport hub, freight transportation, passenger transportation, freight turnover, passenger turnover international transportation.*

Перевозки пассажиров в Санкт-Петербурге выполняют следующие виды городского пассажирского транспорта:

— метрополитен;

— автобусы (социальные и коммерческие маршруты);

— городской электротранспорт (трамвай, троллейбус);

— железнодорожный транспорт пригородного сообщения;

— легковые такси;

— аквабусы.

Для представления деятельности транспортного комплекса г. Санкт-Петербурга обратимся к данным за 2015—2016 гг. (табл. 1).

По данным табл. 1 можно сделать следующие выводы:

— общий объем услуг организаций всех видов транспорта за 2016 г. составил более 613 млрд руб.;

— объем услуг организаций транспорта в 2015 г. по сравнению с 2014 г. вырос на 15,6 %, а в 2016 г. по сравнению с 2015 г. — на 6,2 %.

Основные показатели работы организаций транспорта представлены в табл. 2.

Анализ данных, представленных в табл. 2, позволяет сделать следующие выводы:

— в 2015 г. в г. Санкт-Петербурге объем перевезенных грузов вырос на 5,5 млн т по сравнению с показателем 2014 г., т. е. повышение составило 2,4 %;

Таблица 1

Объем услуг организаций транспорта

Показатели	Абсолютные данные 2016 г., млрд руб.	2016 г., % к 2015 г.		Январь-декабрь 2015 г., к январю-декабрю 2014 г.	
		декабрь	январь-декабрь	декабрь	январь-декабрь
Объем услуг организаций транспорта	54,5	613,6	97,2	106,2	115,6
Источник: составлено автором по данным Петростат					

Таблица 2

Основные показатели работы организаций транспорта

Годы	Перевезено грузов, млн т	Грузооборот (без ж/д), млрд т·км	Перевезено пассажиров, млн чел.	Пассажирооборот (без ж/д), млрд пасс-км
2014	229,4	133,1	1647	22,2
2015	234,9	142,8	1658	20,6
2015, % к 2014	102,4	107,3	100,7	92,8
Источник: составлено автором по данным Петростат				

— грузооборот в 2015 г. без железнодорожного транспорта повысился на 9,7 млрд т·км относительно аналогичного показателя 2014 г., повышение составило 7,3 %;

— количество перевезенных пассажиров в 2015 г. выросло на 11 млн чел. по сравнению с показателем 2014 г., повышение составило 0, 7 %;

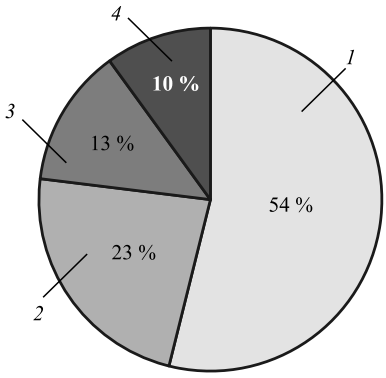
— пассажирооборот без железнодорожного транспорта в 2015 г. снизился на 1,6 млрд пасс-км, т. е. на 7,2 % относительно соответствующего периода прошлого года.

Структура перевозок городским пассажирским транспортом наглядно представлена на рисунке. Он показывает, что:

— в структуре пассажирских перевозок внутригородского сообщения доминирует метрополитен, его доля составляет 54 % среди всех видов городских пассажирских перевозок;

— наименьшая доля пассажирских перевозок приходится на троллейбусы (10 %).

Рассмотрим подробнее деятельность отдельных видов транспорта г. Санкт-Петербурга, а именно: метрополитена, внутреннего водного, автомобильного, воздушного, железнодорожного и морского транспорта.



Структура внутригородских перевозок пассажирским транспортом Санкт-Петербурга:

1 — метрополитен; *2* — автобусы; *3* — трамваи; *4* — троллейбусы

Источник: составлено автором по материалам Постановления от 14 февраля 2017 г. № 90 Правительства Санкт-Петербурга

Метрополитен г. Санкт-Петербурга — скоростная внеуличная транспортная система, которая по объему перевозимых пассажиров занимает 12-е место в мире и четвертое в Европе. В сутки питерский метрополитен перевозит более 2 млн пас. На сегодняшний день действуют пять линий метро с 67 станциями, а его эксплуатационная протяженность составляет 113,6 км. Итоги функционирования метро представлены в табл. 3.

В ходе анализа данных табл. 3 приходим к следующим результатам:

— в 2016 г. инвентарный парк вагонов метрополитена увеличился на 31 шт., что отражает увеличение по сравнению с 2015 г. на 1,8 %;

— в 2016 г. было перевезено на 1,3 млн чел. меньше, чем в 2015 г., т. е. уменьшение составило 0,2 %;

— в 2016 г. транспортная работа метрополитена возросла на 1,7 млн ваг-км, что составило по сравнению с 2015 г. 0,8 %.

Большая часть перевозок водным транспортом приходится на речные перевозки по Неве, которые связывают город с Ладожским озером. Аквабус — основной водный вид городского общественного транспорта Санкт-Петербурга. Обычно навигация на Неве

Таблица 3

Деятельность метрополитена г. Санкт-Петербург в 2015—2016 гг.

Годы	Инвентарный парк вагонов, шт.	Перевезено пассажиров, млн чел.	Транспортная работа, млн ваг-км
2015	1680	741,7	211,4
2016	1711	740,4	213,1
2016, % к 2015	101,8	99,8	100,8
Источник: составлено автором по данным ГУП "Петербургский метрополитен"			

Таблица 4

Пассажиропоток на внутреннем водном транспорте в 2015 г., млн чел.

Виды маршрутов	2015 г.	2015 г., % к 2014 г.
Пассажиропоток на экскурсионно-прогулочных маршрутах	2,003	116,3
Пассажиропоток на туристских маршрутах	0,087	64,0
Пассажиропоток на транспортных маршрутах	0,059	6,0
Всего пассажиров	2,149	75,7
Источник: составлено автором по данным Комитета по транспорту Правительства Санкт-Петербурга		

длится с середины апреля по октябрь-ноябрь. Результаты деятельности рассмотрены в табл. 4.

По данным табл. 4 можно сделать следующие выводы:

— в 2015 г. по сравнению с 2014 г. количество перевезенных пассажиров сократилось на 24 % и составило 2,1 млн чел.;

— основной пассажиропоток внутреннего водного транспорта в 2015 г. приходится на экскурсионно-прогулочные маршруты, которые от общего пассажиропотока составили 93 %;

— наименьший пассажиропоток в 2015 г. приходится на транспортные маршруты, который от общего пассажиропотока составляет 2,7 %.

Для представления деятельности автомобильного транспорта в Санкт-Петербурге обратимся к данным по грузо- и пассажироперевозкам за 2015 г. (табл. 5).

По данным табл. 5 можно заключить, что:

— в 2015 г. автомобильным транспортом было перевезено 5,2 млн т груза, что составляет 2,2 % груза, перевезенного в целом всеми видами транспорта в Санкт-Петербурге;

— доля грузооборота автомобильного транспорта составила 1,5 % грузооборота в целом (без железнодорожного) и составила 2,1 млрд т·км;

— автомобильным транспортом было перевезено 535 млн чел., что составляет 32,3 % пассажиров, перевезенных в целом всеми видами транспорта Санкт-Петербурга;

— доля пассажирооборота автомобильного транспорта составила 15,5 % от пассажирооборота в целом (без железнодорожного) и равняется 3,2 млрд пасс-км.

Воздушный транспорт в России самый дорогой, но в то же время самый скоростной вид транспорта. Наибольшее значение он имеет для пассажирских перевозок, которые осуществляются в Санкт-Петербурге ключевым объектом инфраструктуры воздушного транспорта — аэропортом "Пулково" (табл. 6). С 2010 г. аэропортом управляет ООО "Воздушные ворота Северной столицы".

Данные табл. 6 показывают:

— в 2016 г. воздушным транспортом было перевезено на 2,9 тыс. т больше груза, чем в 2015 г., увеличение составило 12,6 %;

— в 2016 г. воздушным транспортом было перевезено почты на 0,4 тыс. т меньше, чем в 2015 г., уменьшение составило 9,1 %;

— в 2016 г. воздушным транспортом было перевезено на 0,2 млн чел. меньше, чем в 2015 г., уменьшение составило 1,7 %.

На территории города находятся еще несколько малых аэропортов:

— военный аэродром "Левашово";
— военный аэродром "Пушкин";
— спортивный аэродром "Горская";
— аэропорт "Ржевка";
— аэродром "Бычье поле".

Таблица 5

Деятельность автомобильного транспорта в 2015 г.

Показатели	Транспорт в целом	Автомобильный транспорт	Доля автомобильного транспорта, %
Перевезено грузов, млн т	234,9	5,2	2,2
Грузооборот (без ж/д), млрд т·км	142,8	2,1	1,5
Перевезено пассажиров, млн чел.	1658	536	32,3
Пассажирооборот (без ж/д), млрд пасс-км	20,6	3,2	15,5
Источник: составлено автором по данным Петростат			

Таблица 6

Деятельность воздушного транспорта аэропорта Пулково в 2015—2016 гг.

Объект перевозок	2015 г.	2016 г.	2016 г., % к 2015 г.
Грузы, тыс. т	22,5	25,4	112,6
Почта, тыс. т	4,3	3,9	90,9
Пассажиры, млн чел.	13,5	13,3	98,3
Источник: составлено автором по данным Министерства транспорта РФ			

Железнодорожная сеть города Санкт-Петербург представлена десятью основными направлениями с пятью вокзалами. Все железные дороги города относятся к Октябрьской железной дороге, в которую входит Санкт-Петербургский железнодорожный узел. Общая эксплуатационная протяженность железнодорожных путей составляет 1,1 тыс. км.

Для представления деятельности железнодорожного транспорта Санкт-Петербурга в 2015 г. обратимся к данным по отправке грузов и пассажиров (табл. 7).

Таким образом:

— в 2015 г. в Санкт-Петербурге железнодорожным транспортом было перевезено 6,1 млн т груза, что составляет 4,1 % грузов, отправленных в Северо-Западном федеральном округе, и 0,5 % грузов, отправленных железнодорожным транспортом в целом в РФ;

— в 2015 г. в Санкт-Петербурге железнодорожным транспортом было перевезено 55 620 тыс. чел., что составляет 57,9 % и 5,4 % пассажиров, отправленных железнодорожным транспортом, соответственно, в Северо-Западном федеральном округе и в целом в РФ.

Далее рассмотрим работу морского транспорта.

Порты Санкт-Петербурга — одни из наиболее крупных по объему выполненных работ (грузообороту) морских портов России. Акватория Санкт-Петербурга допускает круглогодичную навигацию.

На территории Санкт-Петербурга находится несколько крупных морских портов.

1. Большой порт Санкт-Петербург — крупнейший морской порт на Северо-Западе России. Площадь акватории порта составляет 164,6 км^2, протяженностью причальной линии 31 км. Большой порт Санкт-Петербург включает в себя несколько других портов со своими причалами: "Морской рыбный порт Санкт-Петербург", торговый, "ПетроЛесПорт", речной, нефтяной.

2. Морской торговый порт Приморск — крупнейший российский нефтеналивной порт на Балтике. Площадь сухопутной территории порта составляет 2,5 км, площадь акватории — 32,3 км.

3. АО "Морской порт Санкт-Петербург" — порт, предоставляющий полный комплекс услуг круглогодично, 24 ч в сутки. К обработке принимаются все виды сухих грузов, в том числе нестандартные тяжеловесные и крупногабаритные. В распоряжении АО "Морской порт Санкт-Петербург" — 31 причал общей протяженностью до 5,3 км.

4. Пассажирский порт АО "Морской Фасад" — первый и единственный в Северо-Западном регионе России специализированный пассажирский порт. Комплекс порта включает семь причалов общей протяженностью 2,2 км для приема океанских лайнеров, три круизных и один специализированный круизно-паромный терминал. Результаты деятельности этого порта рассмотрены в табл. 8.

Объемы перевозок морских портов города представлены в табл. 9.

По данным табл. 8 заключаем:

— наибольшее количество грузов в 2016 г. было перевезено Морским торговым портом

Таблица 7

Деятельность железнодорожного транспорта в г. Санкт-Петербург в 2015 г.

Регион	Санкт-Петербург	СЗФО	РФ
Отправлено грузов, млн т	6,1	148,0	1329,0
Отправлено пассажиров, тыс. чел.	55 620	96 083	1 024 645
Источник: составлено автором по данным Росстат			

Таблица 8

Деятельность Пассажирского порта АО "Морской Фасад" в 2015—2016 гг.

Годы	2015 г.	2016 г.	2015 г., % к 2016 г.
Перевезено пассажиров, тыс. чел.	964,8	913,0	94,6
Источник: составлено автором по данным официального сайта Пассажирского порта АО "Морской Фасад"			

Таблица 9

Деятельность грузовых морских портов г. Санкт-Петербурга в 2015—2016 гг.

Годы	Перевезено грузов, млн т		
	Большой порт Санкт-Петербург	Морской торговый порт Приморск	АО "Морской порт Санкт-Петербург"
2015	51,5	59,6	7,9
2016	48,6	64,4	7,3
2016, % к 2015	94,4	108,1	92,4

Источник: составлено автором по данным Федерального государственного бюджетного учреждения "Администрация морских портов Балтийского моря" и АО "Морской порт Санкт-Петербург"

Приморск, наименьшее — АО "Морской порт Санкт-Петербург";

— в 2016 г. объем перевозимого груза Большим портом Санкт-Петербург по отношению к 2015 г. сократился на 2,9 млн т, т. е. уменьшение составило 5,6 %;

— в 2016 г. объем перевозимого груза Морским торговым портом Приморск вырос на 4,8 млн т, т. е. увеличение составило 8,1 %;

— по отношению к аналогичному периоду объем перевозимых грузов АО "Морской порт Санкт-Петербург" в 2016 г. сократился на 0,6 млн т, т. е. уменьшение составило 7,6 %.

В 2016 г. пассажирским портом АО "Морской Фасад" было перевезено на 51,8 тыс. чел. меньше, чем в аналогичном периоде 2015 г., уменьшение составило 5,4 %.

Таким образом, в результате анализа современного состояния транспорта города Санкт-Петербург заключаем следующее:

— общий объем услуг организаций всех видов транспорта г. Санкт-Петербург за 2016 г. составил 613,6 млрд руб., который по сравнению с 2015 г. вырос на 6,2 %;

— в 2015 г. по отношению к соответствующему периоду прошлого года в Санкт-Петербурге объем перевезенных грузов вырос на 5,5 млн т, т. е. повышение составило 2,4 %, грузооборот без железнодорожного транспорта повысился на 9,7 млрд т·км, повышение составило 7,3 %;

— в 2015 г. по отношению к соответствующему периоду прошлого года в Санкт-Петербурге количество перевезенных пассажиров выросло на 11 млн чел., повышение составило 0,7 %, пассажирооборот без железнодорожного транспорта снизился на 1,6 млрд пасс-км, т. е. на 7,2 %;

— в структуре пассажирских перевозок внутригородского сообщения Санкт-Петербурга доминирует метрополитен, его доля составляет 54 % среди всех видов городских пассажирских перевозок, наименьшая доля пассажирских перевозок приходится на троллейбусы, которая составляет всего 10 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Динамика грузооборота** АО "Морской порт Санкт-Петербург" 2011—2016 гг.: Официальный сайт АО "Морской порт Санкт-Петербург" URL: http://www.seaport.spb.ru/article/2/
2. **Динамика перевозок** пассажиров и пассажирооборота организаций автомобильного транспорта // Управление Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области. URL: http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat/resources/9c89740040688689bc81ff367ccd0f13/02pass_g.pdf
3. **Доклад ГУП "Петербургский метрополитен"** об исполнении плана финансово-хозяйственной деятельности за 2016 год // Официальный сайт ГУП "Петербургский метрополитен". URL: http://www.metro.spb.ru/uploads/document/prs_otch_2016.pptx
4. **Доклад об итогах работы** Комитета по транспорту за 2016 год и о планах работы на 2017 год: Правительство Санкт-Петербурга. Комитет по транспорту URL: http://gov.spb.ru/static/writable/mediact/materials/2017/03/17/1_Доклад_об_итогах_работы_Комитета_по_транспорту_в_2016_году.pdf
5. **Доклад об основных результатах** деятельности Комитета по транспорту за 2015 год и задачах на 2016 год: Правительство Санкт-Петербурга. Комитет по транспорту. URL: http://gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2016/03/28/Отчет%202011-2015_Коллегия_посл_1.pdf.
6. **Дрейцен М. А.** Особенности механизма формирования инвестиции на основе прогнозирования

объемов перевозок пассажирского автотранспортного предприятия // Транспортное дело России. — 2014. — № 1. — С. 216—217.
7. **Дрейцен М. А.** Прогноз развития спроса на транспортные услуги по перевозке пассажиров на перспективу // Транспортное дело России. — 2014. — № 6. — С. 190—191.
8. **Дрейцен М. А.** Стратегическое планирование — необходимый элемент хозяйственного механизма развития в современных условиях // Транспортное дело России. — 2017. — № 1. — С. 71—72.
9. **Регионы России.** Социально-экономические показатели — 2016 г. // Федеральная служба государственной статистики URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_14p/IssWWW.exe/Stg/d02/17-01.doc
10. **Санкт-Петербург** в 2015 году: Федеральная служба государственной статистики. Территориальный орган по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области. URL: http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat/resources/2d0c8c004f2bb503934adf62f1bb3970/GOR_2015.pdf.
11. **Социально-экономическое положение** Санкт-Петербурга в январе-декабре 2016 года: Управление федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области. URL: http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat/resources/702732804fd414f38a29bfa19f9463e4/D1216_00.pdf
12. **Статистика грузооборота** 12 месяцев 2016 года: Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения "Администрация морских портов Балтийского моря". URL: http://www.pasp.ru/arhiv
13. **Статистика Пассажирского порта** АО "Морской Фасад" г. Санкт-Петербурга: Официальный сайт Пассажирского порта АО "Морской Фасад" URL: http://portspb.ru/O_porte/about/stat_new
14. **Статистические данные** объемов перевозок через аэропорты России: Министерство транспорта РФ. Федеральное агентство воздушного транспорта. URL: http://www.favt.ru/dejatelnost-ajeroporty-i-ajerodromy-osnovnie-proizvodstvennie-pokazateli-aeroportov-obyom-perevoz/

Новые сертификаты

ПАО "КАМАЗ" получило европейские Одобрения типа транспортных средств на четыре модели автомобилей уровня Евро 6.

По условиям сертификации это значит, что трехосные автомобили — КАМАЗ-43118 и КАМАЗ-65115 — и двухосные — полноприводный КАМАЗ-43502 и КАМАЗ-53605 — могут производиться как в полнокомплектном виде, так и в виде шасси, и продаваться в 28 странах Европы. Выпуск этой продукции компания планирует осуществлять на территории партнерского предприятия в Литве, куда из Набережных Челнов будущие "КАМАЗы" поступают в виде сборочного комплекта деталей. При этом одновременно с сертификатами на выпуск автомобилей предприятие получает также сертификат на производство.

"Работа в этом направлении велась согласно планам компании по расширению рынков сбыла, в частности, усиления экспортного направления", — пояснил начальник конструкторского отдела сертификации Научно-технического центра ПАО "КАМАЗ" Юрий Рубинчик. Он подчеркнул, что цель сертификации — это всегда новые коммерческие проекты.

Европейцы уже оценили возможность установки на камазовское шасси весьма привлекательного по цене различного оборудования: пожарного, кранового, коммунальных спецнадстроек как европейского, так и российского производства. Вместе с двигателем Cummins экологического стандарта Евро 6 получается весьма интересный продукт, что позволяет "КАМАЗу" участвовать в различных тендерах, выполнять потребительские заказы с конкретными типами надстроек.

По словам Юрия Рубинчика, в ряде европейских стран, где большей частью используются неполноприводные автомобили, высокую оценку заслужили тяговые способности камазовских автомобилей, и поэтому есть планы расширения линейки. Европейские сертификаты открывают перед "КАМАЗом" широкие возможности. Главным образом, это доступ на рынки многих стран АТР, Латинской Америки.

В истории "КАМАЗа" это уже второй факт получения сертификатов европейского образца. Первые на сборку автомобилей Евро 5 были выданы в 2012 г. Однако с 2015 г. в Европе начали действовать нормы экологического класса Евро 5. Тогда руководством ПАО "КАМАЗ" было принято решение спроектировать такие автомобили и сохранить свое присутствие на европейском рынке.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

УДК 625.144.5

М. П. Орехов, канд. техн. наук, **А. В. Осипов, О. А. Зайчников,** НИИЦ СТ ЖДВ 3 ЦНИИ Минобороны России, г. Москва
E-mail: alekseiosi@mail:ru

ТЕХНИКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЩЕБЕНОЧНОГО БАЛЛАСТА ПРИ РЕМОНТЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

***В** статье рассмотрен вопрос о возможности повторного использования щебня благодаря очистке щебеночного балласта при проведении ремонта железнодорожных путей необщего пользования. Проведен анализ существующего сортировочного, просеивающего и щебнеочистительного оборудования. Предложен вариант сменного рабочего органа фронтального погрузчика для очистки щебеночного балласта. Сделан вывод об эффективности применения предложенного оборудования.*

***Ключевые слова:** железнодорожные войска, ремонт железнодорожного пути, щебеночный балласт, щебнеочистительное оборудование, просеивающий ковш.*

The article considers a possibility of the ballast reuse by cleaning it during reconstruction of non-public railway tracks. The article presents the result of an analysis of sorting, screening and ballast cleaning by existing equipment. The article offers an option of exchangeable front loader equipment for ballast cleaning. There was a conclusion about effectiveness the offered equipment using.

***Keywords:** the railroad troops, the reconstruction of railway track, the ballast, the ballast cleaning equipment, screening bucket.*

(Рисунки на 2—4-й полосах обложки)

Одной из основных задач железнодорожных войск (ЖДВ) в мирное время является строительство и проведение ремонта подъездных железнодорожных путей ветвевладельцев Министерства обороны Вооруженных сил Российской Федерации.

В соответствии с Планом подготовки ЖДВ на год войска осуществляют ремонт подъездных железнодорожных путей объемом до 150 км в год [1]. В 2016 г. силами ЖДВ было отремонтировано 87,37 км подъездных путей ветвевладельцев Министерства обороны. Из них усиленный средний ремонт был проведен на 34,264 км пути, средний — на 9,029 км, а подъемочный — на 44,077 км.

В состав работ, выполняемых при проведении усиленного среднего и среднего ремонтов пути, входят работы по очистке щебеночной балластной призмы, обеспечивая после ремонта слой очищенного и нового щебня под подошвой шпал не менее величины, нормированной для класса ремонтируемого пути (таблица). При подъемоч-

Нормативно-технические требования к балластной призме железнодорожного пути при реконструкции и капитальных ремонтах

Класс пути	Характеристика балластной призмы
1АС, 1БС, 1ВС, 1ГС, 1ДС	Балласт — щебень I категории по ГОСТ 7392—2014 с толщиной слоя не менее 40 см под ЖБ шпалами и не менее 35 см под деревянными шпалами
1, 2	Балласт — щебень I и II категорий по ГОСТ 7392—2014 с толщиной слоя не менее 40 см под ЖБ шпалами и не менее 35 см под деревянными шпалами
3	Балласт — щебень II категории по ГОСТ 7392—2014 с толщиной слоя не менее 40 см под ЖБ шпалами и не менее 35 см под деревянными шпалами
4	Балласт — щебень II категории по ГОСТ 7392—2014 с толщиной слоя под шпалой: не менее 30 см — под железобетонными; не менее 25 см — под деревянными
5	Балласт-щебень II категории по ГОСТ 7392—2014 с толщиной слоя под шпалой не менее 20 см
Примечание. Размеры балластной призмы — в соответствии с типовыми поперечными профилями.	

ном ремонте в случае необходимости выполняется локальная очистка загрязненного щебня в местах выплесков на глубину не менее 10 см ниже подошвы шпалы с частичной заменой на чистый щебень, а при необходимости очистка плеча балластной призмы на глубину до 25—30 см ниже подошвы шпалы [2].

Пути, ремонтируемые силами ЖДВ, обычно являются звеньевыми путями 3—5 классов на деревянных шпалах.

В соответствии с современными требованиями максимально допустимое засорение щебеночного балласта установлено на уровне 35 % от его объема [3]. В действительности, как видно на рис. 1, засорение щебеночного балласта превышает это значение.

В связи с неудовлетворительным состоянием щебня балластной призмы ремонт включает полное удаление старого балласта, формирование верхней бровки, укладку верхнего строения пути и балластировку новым щебнем.

Вследствие отсутствия в табеле ЖДВ техники, позволяющей производить очистку щебеночного балласта при ремонте пути, загрязненный балластный щебень повторно не используется.

В ОАО "РЖД" задача по очистке щебеночной балластной призмы решается применением щебнеочистительных машин и комплексов, таких как ЩОМ-6, СЧ-600, СЧ-601, СЧУ-800, RM-76, RM-80 (рис. 2). Использование данной техники позволяет сэкономить до 70 % балластного щебня. Данные машины имеют высокую производительность и высокую стоимость.

Применение данных машин в интересах железнодорожных войск не представляется возможным ввиду ряда объективных причин. Во-первых, данная техника обладает достаточно низкой мобильностью и способна перемещаться своим ходом только по железнодорожным путям. Во-вторых, работы по ремонту пути железнодорожными войсками, как правило, ведутся на малых рассредоточенных объектах и их объемы незначительны (до 5 км на одном объекте). Эти машины будут часто перемещаться между объектами и выполнять малые объемы работ, что снизит экономическую эффективность их использования вследствие высоких затрат на транспортировку машин при выполнении малых объемов работ. В-третьих, эти машины будут использоваться только в мирное время, так как восстановление железных дорог в военное время не включает очистку балластного щебня. По данным причинам применение щебнеочистительных машин на железнодорожном ходу нецелесообразно. Необходимо искать другое решение.

Очистку щебеночного балласта можно выполнять путем его просеивания с помощью оборудования, навешиваемого на строительно-дорожные машины, например, на экскаваторы и фронтальные погрузчики (рис. 3).

В настоящее время производится большое количество моделей ковшей зарубежного производства для просеивания, дробления и сортировки щебня, а также других сыпучих материалов [4].

В Российской Федерации "Ижорский завод ковшей" (г. Санкт-Петербург) изготовляет барабанные просеивающие ковши для экскаваторов и погрузчиков емкостью до 2,4 м^3, а также подобные ковши для погрузчиков [5].

В табеле ЖДВ состоят экскаваторы типа ЭОВ с объемом ковша до 0,65 м^3. При использовании экскаватора с таким ковшом для очистки балластного щебня он должен зачерпнуть загрязненный щебень, отвести в сторону от основной площадки просеивающий ковш, просеять материал и высыпать очищенный щебень на основную площадку земляного полотна. Данный процесс имеет ряд недостатков. Во-первых, в процессе копания вместе со щебнем будет захватываться и грунт под ним, в результате чего будет нарушаться целостность основной площадки земляного полотна. Во-вторых, вследствие маленького объема ковша производительность данных экскаваторов будет низкой.

Возможно также использование просеивающих ковшей для очистки щебеночного балласта на фронтальных погрузчиках в связи с поставкой в ЖДВ комплексов КПУ-1, в которых базовой машиной является фронтальный погрузчик. Проблемой использования описанного выше навесного оборудования на подобной технике является удаление засорителя с оси пути.

Для очистки щебеночного балласта при выполнении работ по ремонту пути предлагается использовать в составе КПУ-1 навесной блок, эскиз которого представлен на рис. 4.

Предлагаемый блок представляет собой ковш с просеивающим барабаном и конвейером для отвода засорителей. Он предназначен для очистки щебеночного балласта при снятой путевой решетке и отвода засорителей на сторону.

Принцип работы и основные рабочие положения блока изображены на рис. 5.

Перед началом работы блок опускается в положение *1*. Погрузчик движется вперед, наполняя ковш и барабан загрязненным щебнем. После это-

го блок поднимается и поворачивается (положение *2*), обеспечивая поступление всего материала из ковша в полость барабана. Затем закрывается крышка, и сменное рабочее оборудование приводится в положение *3*. Далее барабан и конвейер начинают вращение. Засорители, просеиваясь через ячейки в барабане, попадают на конвейер и отбрасываются в сторону. Конвейер реверсивный, поэтому он может откидывать засорители в любую сторону относительно погрузчика. После очищения щебня, барабан и конвейер останавливаются, крышка барабана открывается, и чистый щебень начинает высыпаться на основную площадку земляного полотна. Для полного опорожнения барабана и ковша сменное рабочее оборудование поворачивают вниз (положение *4*). После этого устройство снова устанавливают в положение *1*, и цикл повторяется.

Применение оборудования такой конструкции позволяет погрузчику двигаться по оси ремонтируемого пути без поворотов, не повреждая основную площадку земляного полотна.

Использование описанного выше сменного рабочего оборудования предусматривает включение очистки щебеночного балласта в технологический процесс производства работ по ремонту железнодорожного пути. Предлагаемый технологический процесс производства работ представлен на рис. 6.

Технологический процесс разбит на четыре участка. На участке I осуществляется демонтаж путевой решетки. На участке II ведется очистка загрязненного щебеночного балласта посредством предлагаемого навесного блока. На участке III осуществляется монтаж путевой решетки на очищенный щебеночный балласт. На участке IV производится засыпка шпальных ящиков новым щебеночным балластом.

Применение данного рабочего оборудования железнодорожными войсками при ремонте, а также восстановлении железнодорожных путей, поврежденных в результате стихийных бедствий или других чрезвычайных ситуаций, позволит сэкономить 45—60 % щебня. По ценам 2016 г. благодаря повторному использованию очищенного щебня можно сэкономить на закупке щебня до 1 млн руб. при усиленном среднем ремонте 1 км железнодорожного пути. Соответственно снизятся материальные затраты на доставку щебня к месту проведения работ.

На основании изложенных выше материалов можно сделать вывод о целесообразности включения блока очистки щебня в состав путевых машин или их комплексов на базе фронтальных погрузчиков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Смирнов В. В.** Проблемы разработки и совершенствования специальной техники Железнодорожных войск: Сб. материалов научно-практ. конф. "Проблемы разработки и совершенствования специальной техники Железнодорожных войск". — М.: НИИЦ СТ ЖДВ 3 ЦНИИ Минобороны России, 2012 г. — 84 с.
2. **Распоряжение ОАО "РЖД"** от 18 января 2013 г. № 75р "Об утверждении и введении в действие откорректированной редакции технических условий на работы по реконструкции (модернизации) и ремонту железнодорожного пути".
3. **Соломонов С. А., Попович М. В., Бугаенко В. М.** Путевые машины: Учебник для вузов. — М.: Желдориздат, 2000.
4. **Журнал** "Автоперевозчик. Спецтехника". — 2016. — № 2 (153).
5. **http://заводковшей.рф/.** Открытый доступ.

Финансовый сервис от "КАМАЗА"

Служба финансового сервиса ПАО "КАМАЗ" подвела итоги работы за девять месяцев.

По итогам трех кварталов по программе KAMAZ-FINANCE реализовано более 1800 ед., а совокупно финансовыми партнерами профинансировано 6790 ед. — это 52 % продаж дилеров ПАО "КАМАЗ".

В рамках программы финансирования дилерского склада за этот период профинансировано автотехники на сумму 13,9 млрд руб., что в три раза больше аналогичного периода прошлого года. Доля программы финансирования дилерского склада в продажах дилерской сети составила 29 %.

Сейчас более 80 дилеров "КАМАЗа" предлагают клиентам приобрести грузовую технику по специальным финансовым предложениям от автопроизводителя и лизинговых компаний-партнеров. Также продолжается работа с партнерами компании по улучшению условий сотрудничества: снижению ставок финансирования, сроков рассмотрения заявок и одобрения клиентов и т. д.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

УДК 629.3

И. Н. Ковальчук, доцент, e-mail: ilya.kavalchuk@rmit.edu.vn, **Т. Фам,** RMIT Vietnam, Вьетнам,
Н. В. Поживилов, канд. техн. наук, МАДИ, e-mail: poj-nikita@mail.ru

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Современные тенденции развития электромобилей направлены на совершенствование систем накопления электроэнергии, однако основной проблемой до сих пор остается ограниченный запас хода электромобиля на одной зарядке. В статье представлен метод перспективной системы управления электроэнергией в составе бортовой системы управления энергией электромобиля, предназначенный для снижения потребляемой электроэнергии, основанный на ограничении и перераспределении энергии. Представленный метод также позволяет ограничивать или отложить нагрузку электроэнергии. Поскольку центральный контроллер предусмотрен в конструкции, система содержит дополнительный алгоритм управления систем безопасности, отвечающий требованиям ISO 26262. Для формирования обоснованных решений управления электроэнергией использовались подходы нечеткой логики.

Ключевые слова: *электромобили, управление электроэнергией, бортовые системы, безопасность.*

Modern trends in electric vehicles development leads to the improvement of the energy storage system, but still cannot solve the main issue with the limited distance range on a single charge. This paper presents an idea of advanced energy management system to be introduced as a part of on-board energy management system in order to achieve lower energy consumption based on energy limitation and load distribution. Applied method can either shift the load to the later time or can clip the load. As the centralised controller was imbedded in the architecture, the system has additional control algorithms for safety systems to comply with ISO 26262 standard. To make the intelligent decision making process possible, fuzzy logic was introduced in the system.

Keywords: *electric vehicles, power management, on-board systems, safety.*

Современные электромобили, как и автомобили традиционной конструкции, включают в себя большое количество разнообразных систем, облегчающих жизнь водителя, улучшающих комфорт и значительно повышающих уровень пассивной безопасности в случае дорожно-транспортного происшествия. Для управления и поддержания рабочего состояния всех устройств требуется значительное количество электроэнергии, что является сдерживающим фактором для электромобилей [1, 2].

В качестве источника электроэнергии в электромобилях используются батареи, для перезарядки которых необходимо затратить большое количество времени. При этом даже полного заряда батарей не достаточно для преодоления расстояния, сравнимого с пробегом автомобиля с ДВС на одном полном баке. Увеличение числа устройств и, как следствие, расхода электроэнергии негативно сказывается на пользовательских качествах подобного транспортного средства. Использования устройств, повышающих обзорность и комфорт в салоне, таких как обогреватель или кондиционер, еще больше снижает пробег на одной зарядке для электромобиля, так как величина вырабатываемой тепловой энергии в батарее, силовой электронике и трансмиссии несравнимо ниже данных величин в ДВС [3].

Традиционным решением проблемы малого хода на одном заряде батареи стало увеличение размера и емкости батареи. При этом данная операция имеет негативное влияние на размеры свободного пространства салона и увеличивает габариты автомобиля [4].

Проблема недостатка ресурсов с избытком потребителей всерьез встала и перед разработчиками отдельных микросетей, которые полностью отделены от источников электроэнергии и питаются только внутренними ресурсами. При этом для микросетей уменьшение потребления электроэнергии можно достичь путем усовершенствованных методов управления нагрузкой через перераспределение приоритетов

между потребителями и по времени дня. Интеллектуальное управление электроэнергией и потребителями дает выигрыш до 30 % электроэнергии по сравнению с традиционными электросетями.

Подобную систему перераспределения электрической нагрузки можно перенести с некоторыми изменениями управляющей системы и в электромобиль, как микромодель отделенной микросети с собственными возможностями к воспроизведению электроэнергии и потребителями разных уровней.

При настройке системы управления электроэнергии приоритетным является информация о нагрузке в определенные периоды времени и сведения о приоритетах среди различных систем [1].

При составлении нагрузочной кривой для электромобиля необходимо учитывать непредсказуемый характер запросов от систем на получение электроэнергии, так как только водитель и пассажиры регулируют запросы электроэнергии для большинства устройств. Для некоторых устройств, особенно связанных с безопасностью, запросы на получение электроэнергии формирует набор сенсоров, подключенных к данному устройству. При этом относительно просто сформулировать список систем и их влияние на безопасность и работоспособность транспортного средства. Для определения важности использовалась градация от 0 до 1:1 как самый важный и 0, когда система может не функционировать без всякого ущерба для безопасности и основных функций автомобиля [5].

Исходя из вышеизложенных причин, можно выделить шесть основных систем, каждая из которых представлена на рис. 1—5.

Оценка энергопотребления проводилась на основании международных исследований, выполненных автоконцернами и исследовательскими группами.

После оценки энергопотребления и понимания распределения важности и энергопотребления между системами, необходимо разработать систему, которая бы позволяла оценивать запросы разносторонних систем и ограничивать доступ и потребление энергии наименее важным системам в угоду более необходимым в данный момент устройствам.

Наиболее подходящей в плане взаимосвязи и обмена информацией между устройствами является централизованная система управления, когда различные устройства контролируются одним контроллером для улучшения взаимосвязи между ними, как показано на рис. 6.

Как видно из рис. 6, системы безопасности напрямую получают электроэнергию от накопителей электроэнергии. Данное решение было принято с целью оградить наиболее важные с точки зрения безопасности устройства от вмешательства

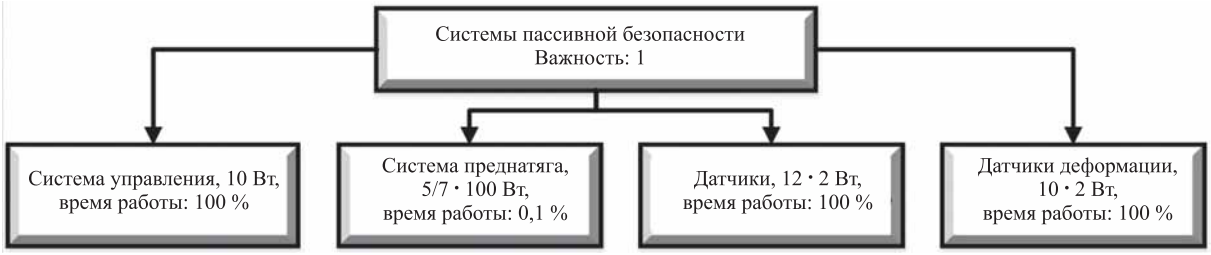


Рис. 1. Схема потребления электроэнергии системами пассивной безопасности

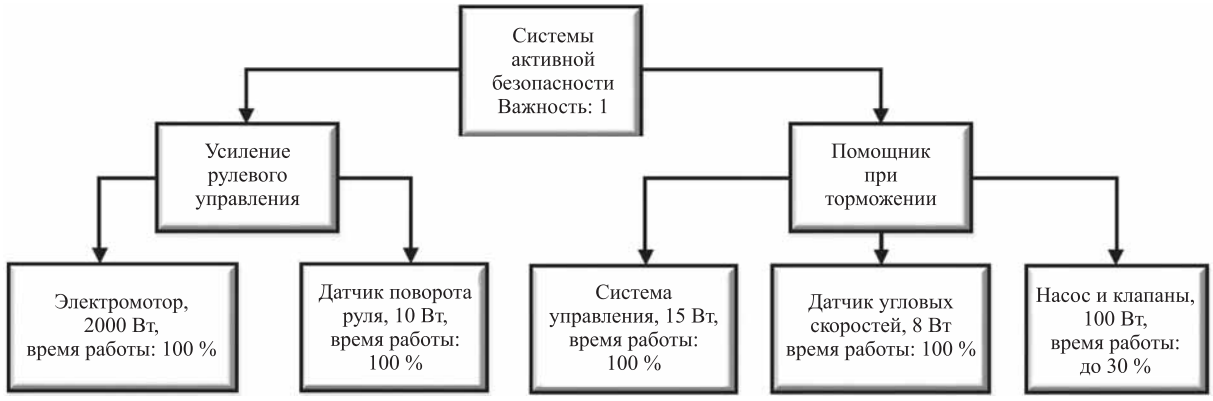


Рис. 2. Схема потребления электроэнергии системами активной безопасности

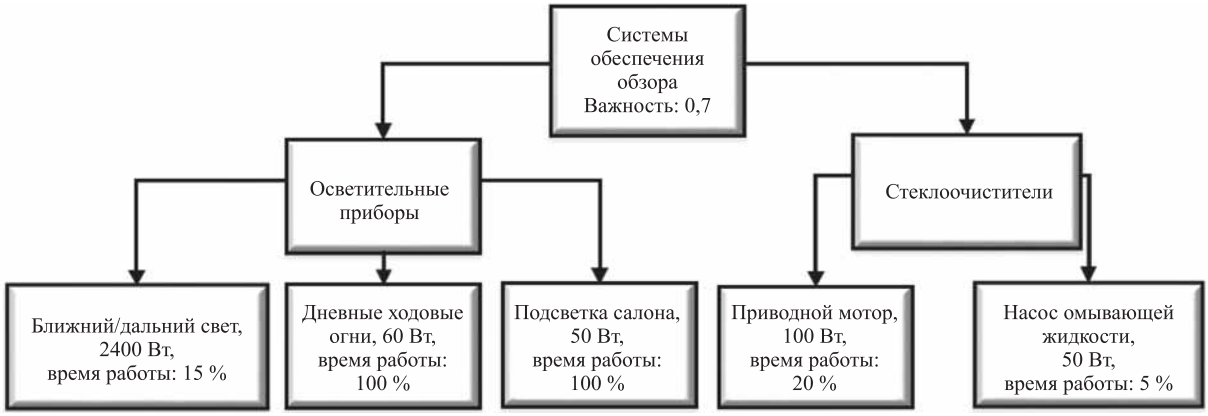


Рис. 3. Схема потребления электроэнергии системами обеспечения обзора

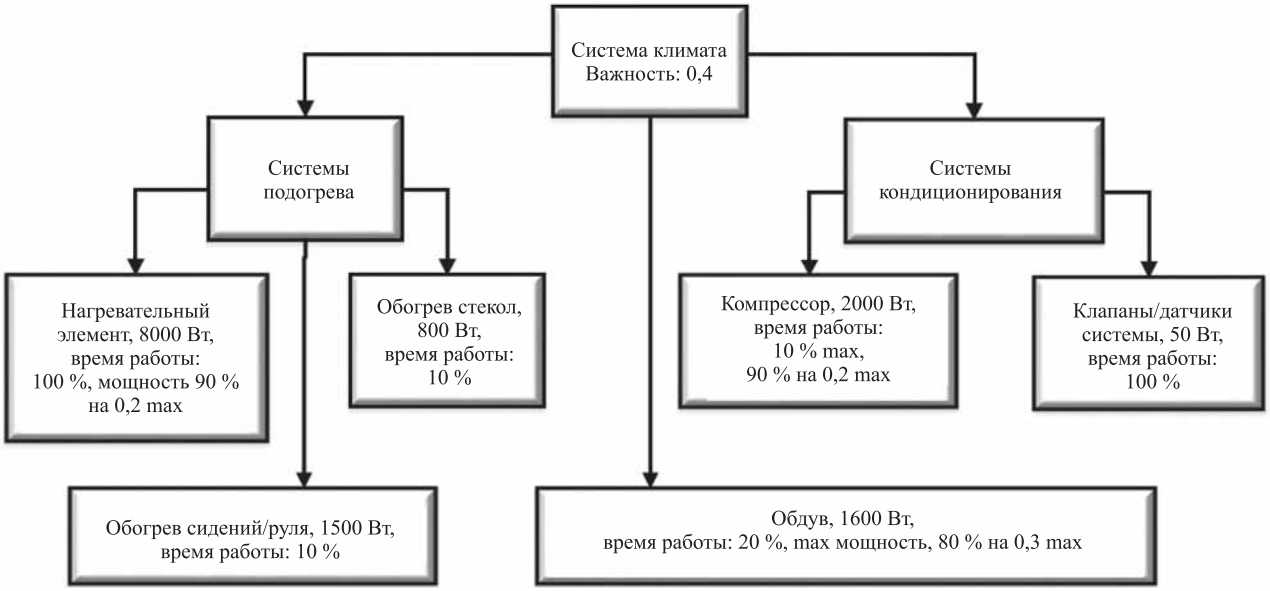


Рис. 4. Схема потребления электроэнергии климатической системой

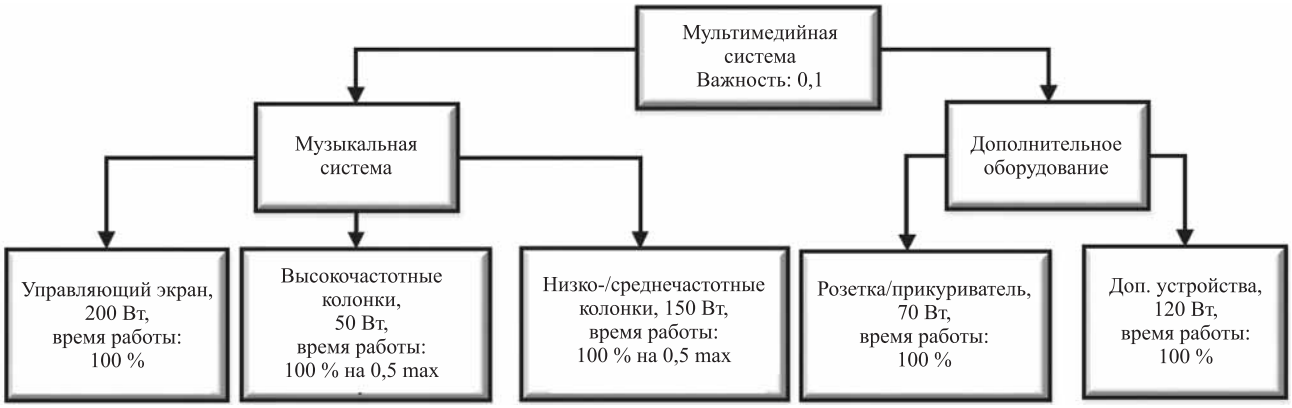


Рис. 5. Схема потребления электроэнергии мультимедийной системой

Рис. 6. Разработанная система управления электроэнергией

и ошибок в системе управления энергией. В то же время остальные устройства напрямую общаются с централизованным блоком управления, который и осуществляет перенаправление потоков энергии и распределение доступных ресурсов между системами в соответствии с их важностью и запросом на получение дополнительных ресурсов.

Для принятия решений по подаче электроэнергии в систему был применен контроллер с нечеткой логикой. Два сигнала, необходимые для принятия решений, — это информация о количестве доступной энергии на основании оставшегося заряда батареи (*SoC*) и важности системы (Importance). Применяемый контроллер преобразует сигнал от электрической батареи и от нагрузки, исходя из фазификационных (fuzzificztion) функций, представленных на рис. 7 и 8.

Разработанная система включает в себя контроллер, который определяет подаваемую мощность индивидуально на каждую систему. Данный контроллер имеет несколько возможных результатов: подача полной мощности (Full Power), подача части мощности (High Power/Half Power/Low Power) и невключение устройства (No Power), внесение необходимости его использования в стэк. Для принятия решений была составлена таблица нечеткой логики. Для определения заряда батареи выбраны следующие параметры нечеткой логики: заряжена полностью (Charge), заряда достаточно (High Charge), средний уровень заряда (Medium charge), низкий заряд (Low Charge) и критический низкий заряд (Very Low Charge). Для определения важности системы были выбраны следующие параметры: системы крайней важности (Very High Importance), системы высокой степени важности (High), системы обычной важности (Medium) и системы низкой или крайне низкой степени важности (Low/Very Low).

Контроллер работает напрямую с мощностными конверторами для каждой отдельной нагрузки. Так как данные конверторы работают на основании сигнала с импульсной модуляцией и переменным рабочим циклом, нечеткая логика, как показано в таблице, не дает численного значения, которое можно было бы применить как величину рабочего цикла (от 0 до 1), а следовательно, выбраное решение требует преобразования из нечеткой логики в числовое значение.

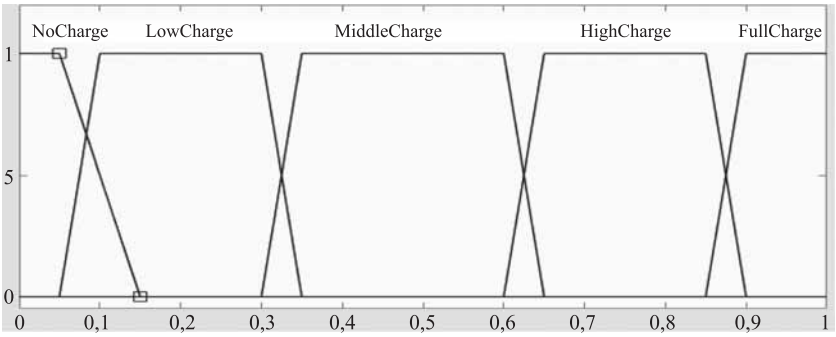


Рис. 7. Функция преобразования сигнала от электрической батареи на основе остаточного заряда

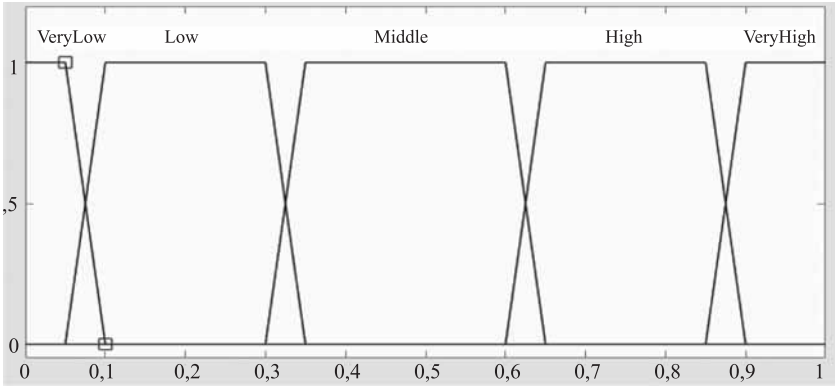


Рис. 8. Функция преобразования сигнала о важности системы

Таблица принятия решений исходя из нечеткой логики

Уровень оставшегося заряда	Важность системы				
	Very High	High	Medium	Low	Very Low
Charge	Full Power	Full Power	Full Power	High Power	High Power
High Charge	Full Power	Full Power	High Power	Half Power	Low Power
Medium Charge	Full Power	High Power	Half Power	Low Power	Low Power
Low Charge	High Power	Half Power	Low Power	Low Power	No Power
Very Low Charge	High Power	Low Power	No Power	No Power	No Power

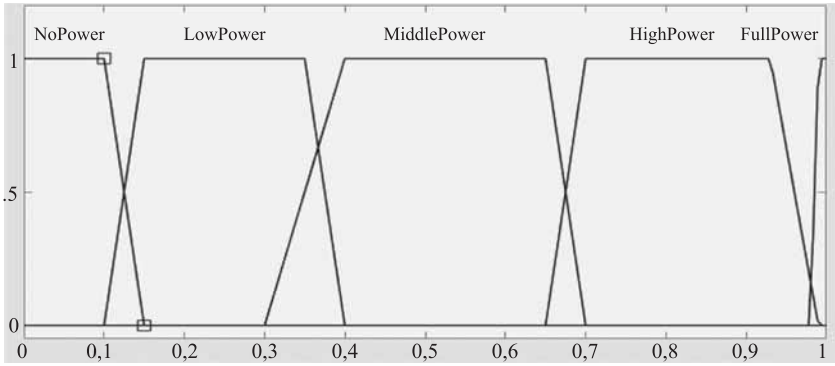


Рис. 9. Система обратного преобразования нечеткого сигнала в количество поданной энергии

Для преобразования решений из нечеткой логики в ипульсный сингал используется функция, представленая на рис. 9.

Проведено сравнение расходования электроэнергии разработанной системы по сравнению с традиционной системой без интеллектуального управления энергией (рис. 10). Для обеих систем размер батарей был выбран одинаковый. Запрос от устройств был организован случайным образом. Данное допущение позволило более точно моделировать ситуацию реального энергопотребления автомобиля.

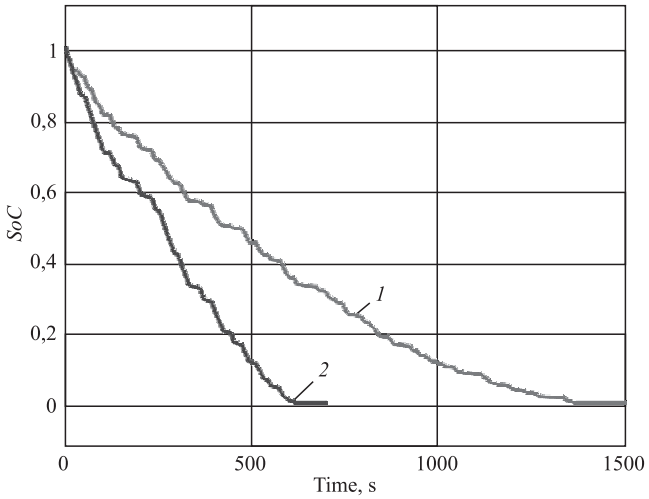


Рис. 10. Результаты расходования электроэнергии по предложенной системе (линия *1*) по сравнению с традиционной системой (линия *2*)

В заключение отметим, что разработанная система управление потоками энергии в электромобиле на основании компьютерных симуляций и реализаций в лаборатории показала свою состоятельность и преимущества по сравнению с традиционной системой распределенного управления, когда системы полностью получают запрашиваемую энергию из батарей или других доступных источников энергии. При этом разработаная система запрограммирована на основании большинства доступных систем и позволяет оптимизировать энергопотребление в режиме реального времени, что является важным критерием для адаптации данного дизайна к условиям различных климатических зон. Внедрение централизованной системы управления позволяет экономить 35—40 % электроэнергии в зависимости от количества использованных устройств и систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Kavalchuk I., Arisoy H., Stojcevski A., Oo A. M. T.** Advanced Simulation of Power Consumption of Electric Vehicles.
2. **Kavalchuk I., Arisoy H., Oo A. T., Stojcevski A.** Challenges of electric power management in hybrid and electric vehicles // In Power Engineering Conference (AUPEC), 2014. — Australasian Universities, 2014. — P. 1—7.
3. **Seyedmahmoudian M., Arrisoy H., Kavalchuk I., Oo A. M., Stojcevski A.** Rationale for the use of DC microgrids: feasibility, efficiency and protection analysis // Energy and Sustainability V: Special Contributions. — 2015. — Vol. 206. — P. 69.
4. **Seyedmahmoudian M., Kavalchuk I., Horan B., Oo A., Stojcevski A.** Viable approaches for increasing the efficiency of buiding integrated photovoltaic systems // In Power Engineering Conference (AUPEC) 2015. — Australasian Universities, 2015. P. 1—7.
5. **Leen G., Heffernan D.** Expanding automotive electronic systems // Computer. — 2002. — Vol. 35. — P. 88—93.

УДК 621.436, 662.7, 665.11

С. А. Нагорнов, д-р техн. наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве (ФГБНУ ВНИИТиН), г. Тамбов, e-mail: snagornov@yandex.ru, **С. В. Романцова,** канд. хим. наук, Медицинский институт федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина" (ФГБОУ ВО "ТГУ имени Г. Р. Державина"), ведущий научный сотрудник ФГБНУ ВНИИТиН, г. Тамбов, e-mail: svromantsova@yandex.ru, **В. А. Марков,** д-р техн. наук, профессор, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана (МГТУ им. Н. Э. Баумана), e-mail: vladimir.markov58@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФИРНЫХ СМЕСЕЙ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ. ЧАСТЬ 1

Показаны преимущества использования топлив растительного происхождения в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Предложен состав эфирной смеси, улучшающей физико-химические, эксплуатационные и экологические свойства дизельного топлива. В состав этой эфирной смеси входит 50 % биодизельного топлива и 50 % низкомолекулярных предельных эфиров.

Ключевые слова: *дизельный двигатель, дизельное топливо, биодизельное топливо, метиловый эфир рапсового масла, эфирная смесь, низкомолекулярный предельный эфир.*

Advantages of using fuel of plant origin in reciprocating internal combustion engines are shown. A composition of the ester mixture which improves physicochemical and environmental properties of diesel fuel is suggested. The composition of this ester mixture includes 50 % of biodiesel fuel and 50 % of low molecular saturated esters.

Keywords: *diesel engine, diesel fuel, biodiesel fuel, rapeseed oil methyl ester, ester mixture, low molecular weight limit ester.*

Около 70 % общего объема грузоперевозок и пассажирооборота в России осуществляется автомобильным транспортом. В 2010 г. мировой автомобильный парк достиг 1 млрд автомобилей, а к 2030 г. прогнозируется их увеличение до 2 млрд единиц. При этом по результатам экологических исследований, проведенных международным энергетическим агентством (International Energy Agency) в 2010 г., выбросы диоксида углерода (углекислого газа) CO_2, приходящиеся на транспорт, составляют около 26 % его общих выбросов в атмосферу, из них на автомобильный транспорт приходится примерно 74 %. В качестве основных способов снижения выбросов углекислого газа автомобильным транспортом рассматриваются улучшение топливной экономичности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и применение биотоплив [1].

В настоящее время все большее распространение на транспорте получают дизельные двигатели. Зарубежные автомобилестроительные фирмы применяют дизели не только на грузовых автомобилях большой и средней грузоподъемности, на автобусах, которые традиционно оснащаются такими ДВС, но и расширяют применение дизелей на легковых и малотоннажных грузовых автомобилях. По данным фирмы Perkins (Великобритания) на 53 % новых французских и 20 % новых немецких легковых автомобилей устанавливаются дизели. По результатам исследований фирмы Peugeot (Франция) 62 % покупателей во Франции и 29,8 % в Европе предпочитают автомобили с дизелями. Доля продаж дизельных автомобилей в Европе в 1970 г. составила 1,3 %, в 1993 г. — 20 %, в 2000 г. — 27—28 %, и доля таких транспортных средств непрерывно возрастает [2].

Быстрый рост мирового автопарка и необходимость его бесперебойного обеспечения моторными топливами обусловливают пристальное вни-

мание к моторным топливам, производимым из альтернативных сырьевых ресурсов [3—5]. При выборе сырьевого ресурса для производства моторных топлив необходимо учитывать целый ряд факторов, характеризующих эффективность производства и потребления этих топлив. Среди этих факторов можно выделить наличие сырьевых ресурсов для производства альтернативного топлива в данном регионе и его небольшая стоимость в сравнении с нефтяным топливом. Важным критерием, определяющим целесообразность использования альтернативного топлива, является близость его свойств к свойствам традиционного нефтяного топлива. Близость этих свойств позволяет минимизировать затраты на адаптацию серийных ДВС к работе на этом альтернативном топливе и использовать имеющуюся инфраструктуру для хранения топлива и заправки им транспортных средств и других энергетических установок.

Важнейшим фактором, способствующим более широкому использованию альтернативных моторных топлив, является ухудшающаяся экологическая обстановка, особенно в крупных городах, и ужесточение нормативов по охране окружающей среды от вредных продуктов сгорания всех видов топлива. На современном этапе развития энергетики и двигателестроения особую значимость приобретает проблема сокращения выбросов в окружающую среду углекислого газа CO_2. Это объясняется заметным повышением его концентрации в атмосфере, вызванным быстрым ростом промышленного производства и резким увеличением количества транспортных средств (рис. 1).

К 2020 г. ежегодные выбросы CO_2 в атмосферу превысят 30 млн т [6]. Углекислый газ не оказывает токсического действия на организм человека, но при его повышенном содержании в атмосфере создается парниковый эффект, приводящий к так называемому тепловому загрязнению окружающей среды. Вследствие этого явления повышается температура воздуха в нижних слоях атмосферы, происходит глобальное потепление, особенно заметное в крупных городах, наблюдаются различные климатические аномалии. Кроме того, повышение содержания в атмосфере CO_2 способствует образованию озоновых дыр. При снижении концентрации озона в атмосфере повышается отрицательное воздействие жесткого ультрафиолетового излучения на организм человека. По экспертным оценкам за последние 50—80 лет произошло удвоение концентрации углекислого газа в атмосфере земли. По прогнозам к 2100 г. температура воздуха атмосферы повысится на 1,0—3,5 °С.

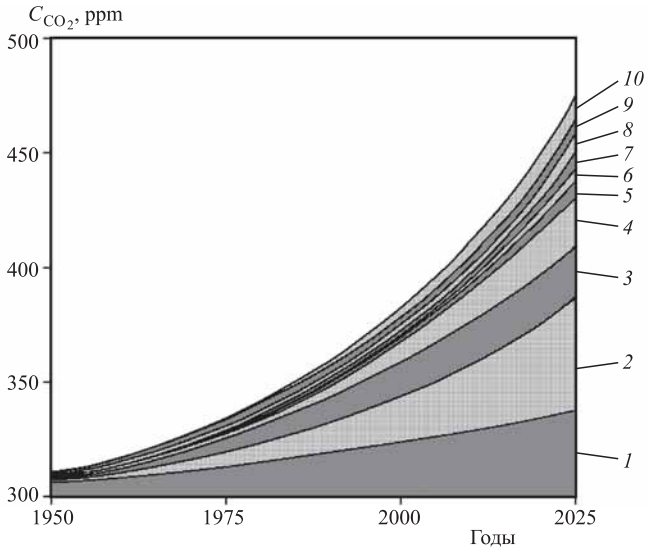


Рис. 1. Динамика и прогноз изменения содержания CO_2 в атмосфере по регионам:

1 — США и Канада; *2* — бывший Советский Союз и Восточная Европа; *3* — Западная Европа; *4* — Китай и соседние страны; *5* — Дальний Восток; *6* — Австралия и Новая Зеландия; *7* — Ближний восток; *8* — Центральная и Южная Америка; *9* — Африка; *10* — Южная Азия

Решение этой проблемы возможно путем замены ископаемых сырьевых ресурсов топливами растительного происхождения. Использование таких биотоплив позволяет решить проблему снижения выбросов в атмосферу углекислого газа, являющегося основным парниковым газом [6, 7]. Поглощение углекислого газа различными растениями происходит в результате реакции фотосинтеза:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow C(H_2O) + O_2 + 120 \text{ ккал/моль}.$$

Таким образом, выделяющийся при сгорании топлив растительного происхождения углекислый газ поглощается при выращивании этих растений (рис. 2). Сельскохозяйственные культуры (в частности, рапс) обеспечивают значительный объем выделяемого кислорода (рис. 3) [7]. Поглощение углекислого газа посевами рапса соизмеримо с аналогичным поглощением CO_2 другими масличными культурами и пшеницей и превосходят по этому показателю кукурузу и картофель. В частности, выделение кислорода с 1 га посевов рапса за сезон составляет 10,6 тыс. м^3 и сопровождается поглощением около 10 тыс. м^3 или 20 т углекислого газа. Это второй показатель после сахарной свеклы, посевы которой за сезон выделяют около 15,0 тыс. м^3 кислорода, и намного больше, чем выделение кислорода с 1 га леса —

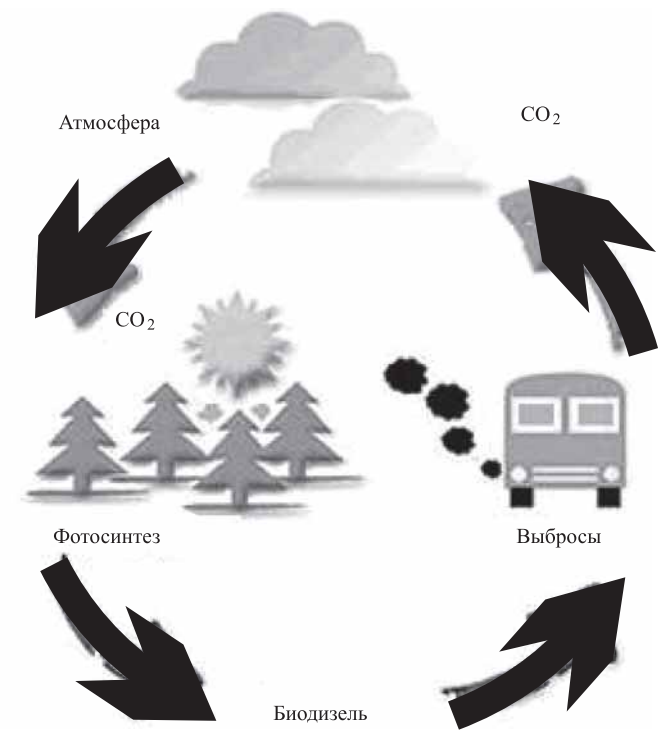


Рис. 2. Кругооборот углекислого газа при использовании топлив растительного происхождения

около 4 тыс. м^3. При посевных площадях рапса на 1 млн га поглощение CO_2 составит $10 \cdot 10^6$ тыс. м^3 или 20 млн т в год.

Таким образом, использование топлив растительного происхождения обеспечивает кругооборот углекислого газа в атмосфере, поскольку при выращивании растительного сырья для производства биотоплив выделяется примерно такое же количество углекислого газа, которое потребляется при сгорании биотоплив. Кроме того, растительное сырье не содержит полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и серы, которые имеются в составе нефти и нефтепродуктов. Это позволяет практически исключить выбросы экологически опасных ПАУ и оксидов серы с отработавшими газами (ОГ) ДВС, работающих на биотопливах. Кроме того, имеющийся в составе биотоплив кислород участвует в реакциях окисления углеводородов топлива, что способствует снижению выбросов с ОГ продуктов неполного сгорания, в первую очередь сажи [6, 7]. При выращивании рапса в почве снижается содержание азота, уменьшая риск загрязнения им подземных или поверхностных вод. В отличие от нефтяного дизельного топлива (ДТ) при попадании в почву или водоемы биотоплива не оказывают на них вредного воздействия.

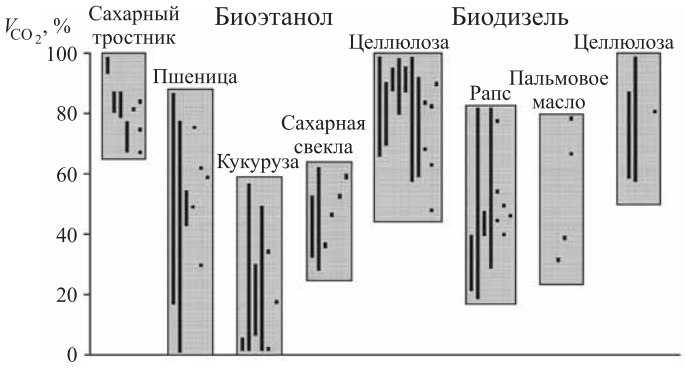


Рис. 3. Относительная величина поглощения углекислого газа в полном жизненном цикле производства и применения биоэтанола и биодизельного топлива

Биотоплива, получаемые из растительного сырья и используемые в ДВС, весьма разнообразны. Они различаются по типу используемого сырья, по технологии его переработки, по физико-химическим и моторным свойствам. В качестве сырья для получения биотоплив могут быть использованы биомасса любого вида и растительные масла, отходы сельскохозяйственного производства (животноводства и растениеводства), отходы пищевой промышленности и системы общественного питания, древесина и отходы лесозаготовки и лесопереработки (рис. 4) [6, 7].

По агрегатному состоянию различают жидкие и газообразные биотоплива. При этом свойства газообразных биотоплив (биогаз, пиролизный или генераторный газ, биоводород) сильно отличаются от свойств традиционных моторных топлив, что требует более тщательной адаптации двигателей к работе на этих топливах. К наиболее известным жидким биотопливам относятся биоэтанол и биодизельное топливо (иногда называемое "биодизелем"). Среди дизельных биотоплив наиболее перспективными считаются топлива, получаемые из растительных масел. При этом наиболее распространенной сельскохозяйственной культурой, используемой для производства биодизельного топлива, является рапс [8, 9]. В качестве моторного топлива используются само растительное масло, его смеси с другими топливами, сложные эфиры, получаемые из растительного масла. Наиболее известным и дешевым из этих эфиров является метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ) [10, 11].

Основой производства сложных эфиров растительных масел являются реакции этерификации, представляющие собой реакции взаимодействия жирных кислот растительных масел со спиртами. В общем случае получение эфиров из

Рис. 4. Схема основных технологий производства биотоплива

кислот может быть выражено уравнением химической реакции этерификации, представленным на рис. 5 [6, 7]. При протекании данной реакции отделившийся от спирта атом водорода H соединяется с гидроксильной группой OH кислоты с образованием воды, а при взаимодействии оставшихся радикалов кислоты и спирта образуется эфир. При этерификации жирных кислот растительных масел могут быть использованы различные спирты — метанол, этанол, пропанол, бутанол.

Возможно производство из растительных масел различных сложных эфиров — метилового, этилового, пропилового, бутилового. Указанные эфиры получают в результате реакции этерификации растительного масла соответствующим спиртом в присутствии катализатора. В качестве катализаторов этих реакций обычно используют различные щелочи — KOH, NaOH и др. Реакция этерификации рапсового масла метиловым спиртом (метанолом) CH_3OH в присутствии катализатора — едкого калия KOH протекает по механизму, представленному на рис. 6 [6, 7]. Эта реакция протекает в три стадии — с распадом триацилглицеридов с образованием диацилглицеридов, затем моноацилглицеридов и, наконец, с расщеплением последних с образованием метиловых эфиров жирных кислот рапсового масла и глицерина.

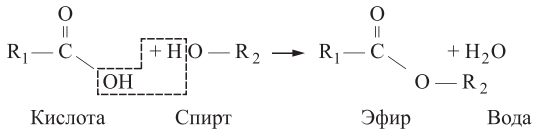


Рис. 5. Реакция этерификации кислоты спиртом с образованием эфира

Следует отметить, что структурные формулы жирных кислот растительных масел и метиловых эфиров этих кислот достаточно близки. В качестве примера в табл. 1 приведены структурные формулы эруковой кислоты и ее метилового эфира, а также нефтяного углеводорода, относящегося к классу алкадиенов [6, 7]. Структура жирной кислоты отлична от структуры углеводорода замещением углеводородного радикала CH_3 карбоксильной группой COOH. Структурные формулы углеводорода и эфира отличаются тем, что радикал CH_3 замещен группой $COOCH_3$. Указанные особенности химической структуры жирных кислот и их эфиров обуславливают отличия физико-химических свойств биотоплив и традиционных дизельных топлив (в частности, по теплотворной способности).

Поскольку структурные формулы указанных веществ сходны, растительные масла и их эфиры являются горючими и могут применяться в качестве моторных топлив. Низкая испаряемость и высокая вязкость растительных масел и соответствующих эфиров исключают их использование в бензиновых двигателях, но они могут успешно применяться в качестве топлива для дизелей. Этому способствуют сравнительно невысокая термическая стабильность указанных биотоплив, т. е.

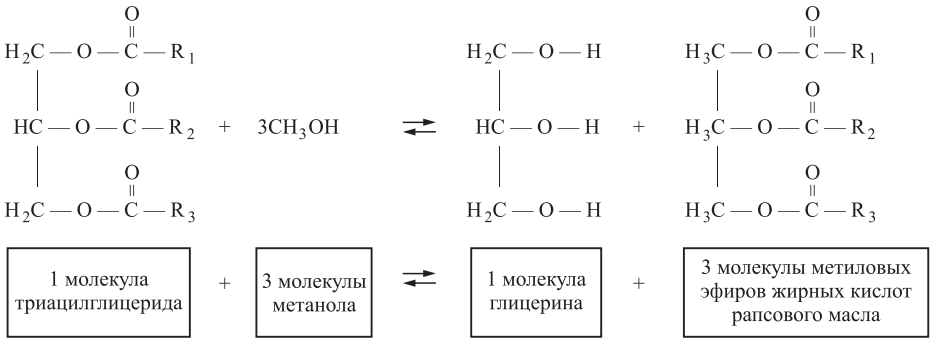


Рис. 6. Реакция этерификации рапсового масла метанолом

приемлемая температура их самовоспламенения (у растительных масел — 280—320 °С, их эфиров — 220—290 °С, у нефтяных ДТ — 230—300 °С) [6, 7].

Особенностью растительных масел и соответствующих эфиров является наличие в их составе достаточно большого количества кислорода (8—12 %). Это приводит к некоторому снижению их теплоты сгорания. Так, низшая теплота сгорания растительных масел и их эфиров составляет 36—39 мДж/кг против 42—43 мДж/кг у нефтяных ДТ, практически не содержащих кислорода. Но присутствие в указанных биотопливах кислорода снижает температуру их сгорания в дизелях и значительно улучшает экологические свойства этих топлив [6, 7].

В настоящее время в автомобильных дизелях используются нефтяные дизельные топлива по ГОСТ 305—82. Основными направлениями совершенствования эксплуатационных качеств указанных ДТ являются увеличение их цетанового числа и снижение содержания ароматических и серосодержащих соединений. Это обусловлено необходимостью снижения вредных выбросов с ОГ дизелей — сажи, несгоревших и полициклических углеводородов, оксидов углерода и серы. Постепенный переход к стандартам Евро 4 и Евро 5 требует не просто соблюдения новых экологических характеристик топлива, но и совершенно другого подхода к нефтепереработке [12].

Уменьшение содержания ароматических углеводородов и серы в ДТ осуществляется с использованием процессов деароматизации и гидрообессеривания дизельных фракций нефти. В этих процессах кроме снижения содержания в топливе ароматических углеводородов и серы происходит удаление и поверхностно-активных веществ, защищающих трущиеся поверхности деталей двигателей от износа, что ухудшает смазывающую способность дизельного топлива. Ухудшают условия смазки и цетаноповышающие присадки, обладающие повышенной окислительной способностью. Продукты окисления, попадая в зону трения, вызывают повышенный износ [13].

Для улучшения смазывающих свойств экологически чистых дизельных топлив в них добавляют различные противоизносные присадки. До последнего времени на рынке присадок к топливам господствовали зарубежные фирмы (Infineum, BASF, Clariant, Lubrizol и др.). В настоящее время допуск к применению в России получили отечественные противоизносные присадки "Альта", "Каскад-5", Миксент-2030, "Байкат" [14].

Важной задачей является расширение ассортимента присадок отечественного производства, решающих проблему улучшения качества дизельных топлив, удовлетворяющих современным требованиям. Хорошими противоизносными свойствами обладает смесь дизельного топлива и олеиновой кислоты [15]. Однако введение кислоты в состав топлива нежелательно, так как это увеличивает его кислотность. Кроме того, кислотные присадки могут создавать проблемы при перекачке топлива по трубопроводам [13].

В качестве противоизносной присадки предлагается, например, *н*-бутиловый (нормальный бутиловый) эфир рапсового масла [15]. Этот бутиловый эфир по строению и свойствам аналогичен

Химическая формула эруковой кислоты, ее метилового эфира и углеводорода, относящегося к классу алкадиенов

Вещество	Формула состава	Структурная формула
Кислота	$C_{22}H_{42}O_2$	$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_{11}-C^{=O}_{-OH}$
Эфир	$C_{23}H_{44}O_2$	$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_{11}-C^{=O}_{-OCH_3}$
Углеводород	$C_{23}H_{44}$	$CH_3-(CH_2)_8-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_8-CH_3$

классическому биодизельному топливу, которое представляет собой смесь метиловых эфиров растительных масел.

Преимущества биодизельного топлива перед нефтяным топливом представлены во многих опубликованных работах [6—11, 16—18]. Как отмечено выше, биодизельное топливо обладает лучшими экологическими характеристиками. Оно практически не содержит серы и ароматических углеводородов. Благодаря наличию атомов кислорода в молекулах биодизельного топлива достигается более полное его сгорание, отмечаются меньшие выбросы легких несгоревших углеводородов, сажи и диоксида углерода, практически отсутствуют выбросы диоксида серы. Биодизельное топливо более безопасно при хранении и транспортировке, поскольку обладает высокой температурой вспышки и легко разлагается микроорганизмами при попадании в почву. Еще одно преимущество биодизельного топлива — высокие смазывающие свойства [17] и цетановое число (не менее 51 ед.) [18]. В зависимости от вида использованного сырья цетановое число МЭРМ обычно колеблется в диапазоне от 54 до 58 ед. В отличие от синтетических присадок к нефтяному ДТ биодизельное топливо не ухудшает, а улучшает смазывающие свойства топлива.

Несмотря на указанные экологические и эксплуатационные преимущества биодизельного топлива, оно пока не получило широкого распространения в России. В настоящее время стоимость биодизельного топлива выше, чем нефтяного, а его стабильность (и, следовательно, сроки хранения) ниже. Кроме того, физико-химические свойства биодизельного топлива не полностью отвечают требованиям соответствующих ГОСТов [19, 20], так как дизельное топливо является смесью углеводородов широкого фракционного состава (с температурами перегонки 170—380 °С), а биодизельное топливо — смесью высокомолекулярных сложных эфиров, содержащих только высококипящие фракции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Energy Technology Perspectives.** Scenarios and Strategies to 2050. — Paris: International Energy Agency, 2006. — 486 p.
2. **Грехов Л. В., Иващенко Н. А., Марков В. А.** Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. — М.: Легион-Автодата, 2005. — 344 с.
3. **Льотко В., Луканин В. Н., Хачиян А. С.** Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. — М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. — 311 с.
4. **Емельянов В. Е., Крылов И. Ф.** Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей: Свойства, разновидности, применение. — М.: ООО "Издательство Астрель": ООО "Издательство АСТ", 2004. — 128 с.
5. **Альтернативные моторные топлива:** Учебное пособие для вузов / А. Л. Лапидус, И. Ф. Крылов, Ф. Г. Жагфаров и др. — М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. — 288 с.
6. **Марков В. А., Девянин С. Н., Семенов В. Г., Шахов А. В., Багров В. В.** Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях. — М.: ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2011. — 536 с.
7. **Биотоплива для двигателей** внутреннего сгорания / В. А. Марков, С. Н. Девянин, С. А. Зыков и др. — М.: НИЦ "Инженер" (Союз НИО), 2016. — 292 с.
8. **Карташевич А. Н., Плотников С. А., Товстыка В. С.** Применение топлив на основе рапсового масла в тракторных дизелях. — Киров: Авангард, 2014. — 144 с.
9. **Савельев Г. С.** Производство и использование биодизельного топлива из рапса. — М.: ГНУ ВИМ Россельхозакадемии, 2007. — 96 с.
10. **Васильев И. П.** Влияние топлив растительного происхождения на экологические и экономические показатели дизеля. — Луганск: Изд-во Восточноукраинского университета им. В. Даля, 2009. — 240 с.
11. **Семенов В. Г.** Биодизель. Физико-химические показатели и эколого-экономические характеристики работы дизельного двигателя. — Харьков: НТУ "ХПИ", 2002. — 251 с.
12. **Рогов С.** Энергетическая политика: шагнет ли отрасль в инвестиционную пропасть? // Нефтегазовая вертикаль: Переработка. Химия. Маркетинг. — 2008. — Пилотный выпуск. — С. 3—9.
13. **Митусова Т. Н.** Современное состояние производства присадок к дизельным топливам. Требования к качеству // Мир нефтепродуктов. — 2009. — № 9—10. — С. 10—16.
14. **Данилов А. М.** Современное состояние производства и применения присадок при выработке дизельных топлив Евро 3, 4, 5. — М.: Спутник, 2009. — 27 с.
15. **Хайрудинов И. Р., Ахметзянов Е. Г., Файзрахманов И. С., Капустин С. М.** К вопросу о выборе активного вещества в присадках противоизносного действия для глубоко гидроочищенных дизельных топлив // Глубокая переработка нефтяных дисперсных систем. Материалы VI междунар. науч.-техн. конф. — М.: Техника, 2011. — С. 114—116.
16. **Девянин С. Н., Марков В. А., Семенов В. Г.** Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. — М.: Изд-во МГАУ им. В. П. Горячкина, 2007. — 340 с.
17. **Agarwal A. K., Bijwe J., Das L. M.** Effect of Biodiesel Utilization of Wear of Vital Parts in Compression Ignition Engine // Transactions of the ASME. Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. — 2003. — Vol. 125. — № 2. — P. 604—611.

18. **Vellguth G.** Eignung von Pflanzenolen und Pflanzenolderivaten als Kraftstoff fur Dieselmotoren // Grundlagen der Landtechnik. — 1982. — Jg. 32. — № 5. — S. 177—186.
19. **ГОСТ 305—82.** Топливо дизельное. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2009. — 7 с.
20. **ГОСТ Р 52368—2005.** Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2005. — 34 с.
21. **Галиакбиров А. Р., Гарипова З. А., Баулин О. А., Рахимов М. Н.** Метод получения эфиров рапсового масла // Мир нефтепродуктов. — 2010. — № 7. — С. 32—36.
22. **Романцова С. В., Нагорнов С. А.** Эфирная композиция для улучшения свойств дизельного топлива // Наука в центральной России. — 2013. — № 2. — С. 35—43.
23. **Производство биодизельного топлива** из органического сырья / С. И. Дворецкий, А. Н. Зазуля, С. А. Нагорнов и др. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. — 2012. — Специальный выпуск № 39. — С. 126—135.
24. **Нагорнов С. А., Романцова С. В.** Сбалансированный состав эфирной композиция на основе биодизельного топлива // Наука в центральной России. — 2014. — № 4. — С. 19—26.
25. **Марков В. А., Акимов В. С., Шумовский В. А., Стремяков А. В.** Расчетные исследования показателей транспортного дизеля, работающего на смесях дизельного топлива и метилового эфира рапсового масла // Грузовик. — 2011. — № 4. — С. 35—43.
26. **Грехов Л. В., Марков В. А., Девянин С. Н., Быковская Л. И.** Расчетные исследования процесса топливоподачи дизеля, работающего на смесях дизельного топлива и метилового эфира рапсового масла // Грузовик. — 2014. — № 2. — С. 42—47.

ИЗДАТЕЛЬСТВО

"ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ"

принимает подписку на журнал

"ГРУЗОВИК"

ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС. СПЕЦТЕХНИКА

на 2017 год

Подписавшись в издательстве, вы:
1) получаете без задержек журнал с первого номера;
2) экономите на стоимости почтовой доставки;
3) получаете скидку до 5 %.

Наши реквизиты:
E-mail: realiz@mashin.ru
Тел.: 8 (495) 785-60-69.
Отдел продаж, маркетинга, рекламы
WWW.MASHIN.RU

СБОЕВ НЕ БУДЕТ

Наблюдательный совет Внешэкономбанка утвердил план мероприятий в рамках дефолтной стратегии работы с проблемной задолженностью предприятий концерна "Тракторные заводы" (КТЗ).

План предусматривает обеспечение производственной деятельности предприятий КТЗ на переходный период; поддержание работоспособности ключевых предприятий концерна. Он направлен на урегулирование долгов по оплате текущих расходов по зарплате, налогам, сборам, страховым взносам и другим.

Группа КТЗ представляет собой холдинг стратегической значимости федерального масштаба. Внешэкономбанком в Арбитражный суд Чувашской Республики поданы заявления о признании несостоятельными ряда предприятий концерна КТЗ.

Ранее для решения проблемы избыточной долговой нагрузки предприятий концерна КТЗ, а также реализации комплекса мер по восстановлению платежеспособности создана рабочая группа с участием представителей Внешэкономбанка, Государственной корпорации "Ростех", Минпромторга России, Минтруда России и региональных органов исполнительной власти. В задачи данной рабочей группы входит как определение и реализация мер по обеспечению бесперебойного функционирования предприятий КТЗ в целях выполнения возложенных стратегических для страны обязательств, так и разработка мер по обеспечению социальной стабильности в регионах присутствия КТЗ.

С учетом значимости активов концерна будут приняты все меры для предотвращения остановки или сбоев производства на предприятиях КТЗ. При проведении предусмотренных законом судебных процедур хозяйственная деятельность предприятий будет продолжаться. Введение процедуры наблюдения включает приостановление исполнения решений по исполнительным документам, снятие ранее наложенных арестов на имущество и иных ограничений в части распоряжения имуществом должника, наложенных в ходе исполнительного производства.

Таким образом, предприятия становятся значительно более защищенными, так как предотвращается возможность отчуждения их имущества по частям, сохраняется производственный цикл. На законодательном уровне предусмотрены механизмы оздоровления, которые предполагают не только сохранение производственного комплекса, но и всего штата работников.

Рабочая группа будет анализировать возможность использования этих механизмов для сохранения и дальнейшего развития КТЗ. После начала реализации мероприятий по оздоровлению будет определена дальнейшая стратегия развития активов.

Пресс-служба компании ЧЕТРА

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ ОПОРНЫЕ КАТКИ

ООО "ЧЕТРА — Комплектующие и запасные части" расширило ассортимент узлов ходовых систем. На этот раз на ОАО "ЧАЗ" освоено серийное производство опорных катков А25-21-000/-01СБ для бульдозеров ЧЕТРА Т25.01 и его модификаций с раскосной ходовой системой в целях снижения эксплуатационных затрат.

Модернизированные катки рекомендуется использовать в нормальных условиях эксплуатации бульдозеров ЧЕТРА Т25 в дорожном и промышленном строительстве на выполнении таких видов работ, как бульдозерование грунта, планировка участков строительства, а также для работы на угольных разрезах.

Новые опорные катки стали экономичным аналогом опорных катков Т25-21-000/-01СП производства ОАО "Промтрактор". Благодаря проведенным конструктивным изменениям новинка отличается пониженной массой на 6 % при неизменных присоединительным и рабочим размерам. Катки также получили надежную комплектацию уплотнения и оси от проверенного временем катка Т25-21-000/-01СП. Кроме того, по желанию потребителя модернизированные катки могут комплектоваться монтажными частями А25-21-000КМ для установки на тележку.

В ООО "ЧКЗЧ" уверены, что теперь у потребителя появится возможность выбирать необходимые катки для бульдозера ЧЕТРА Т25 в зависимости от его условий эксплуатации и своего бюджета, ведь новые катки прошли все необходимые заводские испытания, достойно показали себя в работе и доказали взаимозаменяемость с аналогами.

Пресс-служба компании ЧЕТРА

Художественный редактор *Д. С. Рыбакова*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Н. В. Яшина*
Сдано в набор 11.12.2017. Подписано в печать 12.02.2018. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5,88.
Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.
Оригинал-макет: ООО "Адвансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: **www.aov.ru**