

Редакционный совет:

Голенков В.А. д-р техн. наук, проф.,
председатель

Радченко С.Ю. д-р техн. наук, проф.,
зам. председателя

Астафичев П.А. д-р юр. наук, проф.

Борзенков М.И. канд. техн. наук, доц.

Иванова Т.Н. д-р техн. наук, проф.

Киричек А.В. д-р техн. наук, проф.

Колчунов В.И. д-р техн. наук, проф.

Константинов И.С. д-р техн. наук, проф.

Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.

Попова Л.В. д-р экон. наук, проф.

Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф.

Главный редактор:

Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.

Заместители главного редактора:

Катунин А.А. канд. техн. наук, доц.

Ушаков Л.С. д-р техн. наук, проф.

Редколлегия:

Агуреев И.Е. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Бажинов А.В. д-р техн. наук, проф. (Украина)

Басков В.Н. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Бондаренко Е.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Браннольте У. д-р техн. наук, проф. (Германия)

Бялы В. д-р техн. наук, проф. (Польша)

Венцель Е.С. д-р техн. наук, проф. (Украина)

Глаголев С.Н. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Горовиц В.Б. д-р техн. наук, проф. (США)

Демич М. д-р техн. наук, проф. (Сербия)

Корчагин В.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Макарова И.В. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Мартюченко И.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Митусов А.А. д-р техн. наук, проф. (Казахстан)

Нордин В.В. канд. техн. наук, проф. (Россия)

Прентковский О. д-р техн. наук, проф. (Литва)

Пржибил П. д-р техн. наук, проф. (Чехия)

Пушкарев А.Е. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Ременцов А.Н. д-р пед. наук, проф. (Россия)

Савин Л.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Сиваченко Л.А. д-р техн. наук, проф. (Беларусь)

Хабибуллин Р.Г. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Юнгмейстер Д.А. д-р техн. наук, проф. (Россия)

Ответственный за выпуск: Акимочкина И.В.

Адрес редколлегии:

302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77

Тел. +7 (4862) 73-43-50

<http://www.gu-unpk.ru/science/journal/mtitm>

E-mail: srmostu@mail.ru

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в
сфере связи, информационных технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство: ПИ № ФС77-47352 от 03.11.2011г.

Подписной индекс: 16376

по объединенному каталогу «Пресса России»

© Госуниверситет-УНПК, 2014

Содержание

Эксплуатация, ремонт, восстановление

<i>А. В. Бажинов, М. Хаким</i> Информационно-измерительный комплекс исследования гибридной силовой установки автомобиля.....	3
<i>М. В. Майоров, К. В. Подмастерьев, А. В. Селихов, Е. Б. Андросова</i> Исследования особенностей диагностирования ступичного подшипника автомобиля... <i>М. Д. Тебекин, А. А. Катунин, А. Н. Новиков</i> Методика проведения стендовых экспериментов по определению технического состояния шаровых опор.....	8
<i>Н. А. Федин, С. С. Рябов</i> Накопление продуктов износа в моторном масле двигателей внутреннего сгорания.....	14
<i>В. И. Сарбаев, Ю. В. Гармаш, Т. С. Валова</i> Применение импульсных преобразователей параметров электрической энергии в системе впрыска топлива....	21
<i>С. В. Тимохин, Ю. В. Родионов</i> Расчетно-теоретическое обоснование процесса статико-динамического нагружения дизеля при обкатке.....	26
<i>Г. И. Шаронов, В. В. Лянденбургский, И. В. Нефёдов, В. К. Шилин</i> Транзисторные и тиристорные модули зажигания со встроенными средствами исследования.....	32
<i>В. В. Власенко</i> Энергетический критерий оценки эффективности эксплуатации автотранспортного средства.....	40
<i>В. В. Власенко</i> Энергетический критерий оценки эффективности эксплуатации автотранспортного средства.....	49

Технологические машины

<i>А. А. Божанов, П. В. Кустов</i> Разработка методики определения кинематических параметров погрузочного оборудования параллелограммного типа экскаватора-погрузчика.....	55
<i>В. Ф. Васильченко, А. Ю. Фомин, С. В. Глуценко</i> Результаты исследования влияния крутильных колебаний двигателя на буксование гусениц военных машин.....	63
<i>Л. С. Ушаков, М. И. Жуков</i> Теоретические исследования подъема груза с помощью регулируемой траверсы.....	68

Безопасность движения и автомобильные перевозки

<i>Э. Р. Домке, С. А. Жесткова</i> Использование логистического подхода для доставки нефтепродуктов на автозаправочные станции.....	73
<i>К. С. Есин</i> Моделирование транспортно-логистического обслуживания уборки зерновых культур.....	78
<i>А. Н. Новиков, Ю. Н. Баранов, А. А. Катунин, Д. Д. Матназаров</i> Модернизация улично-дорожной сети города Орла (на примере Наугорского шоссе).....	86

Образование и кадры

<i>Т. А. Козина, Г. Д. Фадеева, М. Р. Абубекаров</i> Применение интернет-ресурсов на занятиях иностранного языка при подготовке бакалавров.....	97
<i>Ю. С. Артамонова, И. С. Герасимова</i> Формирование производственно-образовательного кластера в сфере транспорта в Липецкой области.....	103

Вопросы экологии

<i>В. С. Демьянова, Р. А. Дяркин, М. Р. Абубекаров</i> Экологическая безопасность изделий на основе измельченных автомобильных шин.....	112
---	-----

Экономика и управление

<i>А. П. Трясцин, Н. А. Трясцин</i> Транспорт в структуре единого логистического комплекса сетевых продуктовых ритейлеров.....	117
--	-----



The scholarly
journal
A quarterly review

№ 2(45) 2014

April - June

World transport and technological machinery

Founder - Federal State budget Institution higher education
«State University – Education-Scientific-Production Complex»
(State University-ESPC)

Editorial Council:

V.A. Golenkov *Doc. Eng., Prof.*
S.Y. Radchenko *Doc. Eng., Prof.*
Vice-Chairman
P.A. Astafichev *Doc. Law., Prof.*
M.I. Borzenkov *Can. Eng., Prof.*
T.N. Ivanova *Doc. Eng., Prof.*
A.V. Kirichek *Doc. Eng., Prof.*
V.I. Kolchunov *Doc. Eng., Prof.*
I.S. Konstantinov *Doc. Eng., Prof.*
A.N. Novikov *Doc. Eng., Prof.*
L.I. Popova *Doc. Ec., Prof.*
Y.S. Stepanov *Doc. Eng., Prof.*

Editor-in-Chief

A.N. Novikov *Doc. Eng., Prof.*

Associate Editors

A.A. Katunin *Can. Eng.*
L.S. Ushakov *Doc. Eng., Prof.*

Editorial Board:

I.E. Agureev *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
A.V. Bazhinov *Doc. Eng., Prof. (Ukraine)*
V.N. Baskov *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
E.V. Bondarenko *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
U. Brannolte *Doc. Eng., Prof. (Germany)*
V. Bialy *Doc. Eng., Prof. (Poland)*
E.S. Vencel *Doc. Eng., Prof. (Ukraine)*
S.N. Glagolev *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
V.B. Gorovic *Doc. Eng., Prof. (USA)*
M. Demic *Doc. Eng., Prof. (Serbia)*
V.A. Korchagin *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
I.V. Makarova *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
I.G. Martyuchenko *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
A.A. Mitusov *Doc. Eng., Prof. (Kazakhstan)*
V.V. Nordin *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
O. Prentkovskis *Doc. Eng., Prof. (Lithuania)*
P. Pribyl *Doc. Eng., Prof. (Czech Republic)*
A.E. Pushkarev *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
A.N. Rementsov *Doc. Edc., Prof. (Russia)*
L.A. Savin *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
L.A. Sivachenko *Doc. Eng., Prof. (Belarus)*
R.G. Habibullin *Doc. Eng., Prof. (Russia)*
D.A. Yungmeyster *Doc. Eng., Prof. (Russia)*

Person in charge for publication:

I.V. Akimochkina

Editorial Board Address:

302030, Russia, Orel, Moskovskaya Str., 77
Tel. +7 (4862) 73-43-50
<http://www.gu-unpk.ru/science/journal/mtitm>
E-mail: srmostu@mail.ru

The journal is registered in Federal Agency of supervision in sphere of communication, information technology and mass communications. Registration Certificate PI № FS77- 47352 of November 03 2011

Subscription index: **16376**

in a union catalog "The Press of Russia"

© State University-ESPC, 2014

Contents

Operation, Repair, Restoration

<i>A. V. Bazhinov, M. Hakim</i> The information and measuring complex of research working processes of hybrid power plant.....	3
<i>M. V. Mayorov, K. V. Podmasterev, A. V. Selihov, E. B. Androsova</i> Diagnostic feature investigation of bearing hub.....	8
<i>M. D. Tebekin, A. A. Katunin, A. N. Novikov</i> Features of definition of technical condition of spherical hinges.....	14
<i>N. A. Fedin, S. S. Ryabov</i> Wear debris accumulation in motor oil of internal-combustion engines.....	21
<i>V. I. Sarbaev, Yu. V. Garmash, T. S. Valova</i> Application of pulse converters of parameters electric energy in systems of injection of fuel.....	26
<i>S. V. Timochin, J. V. Rodionov</i> Theoretical ground of the diesel static-dynamic loading process during the rolling.....	32
<i>G. I. Sharonov, V. A. Shilin, I. V. Nefedov, V. V. Lyandenbursky</i> Transistor and thyristor ignition modules with integrated research.....	40
<i>V. V. Vlasenko</i> Energy criterion of vehicles operation efficiency.....	49

Technological Machinery

<i>A. A. Boganov, P. V. Kustov</i> Development of methods for determining the kinematic parameters loading equipment parallelogram type excavator – loader.....	55
<i>V. P. Vasilchenkov, A. J. Fomin, S. V. Glushchenko</i> Investigation results of engine torsional oscillations influenceat combat vehicle track slipping.....	63
<i>L. S. Ushakov, M. I. Zhukov</i> Theoretical studies of lifting with adjustable crosshead.....	68

Road safety and road transport

<i>E. R. Domke, S. A. Zhestkova</i> The use of logistic approach for delivery on oil gas stations.....	73
<i>K. S. Esin</i> Simulation of transportation and logistics grain cleaning service.....	78
<i>A. N. Novikov, Y. N. Baranov, A. A. Katunin, D. D. Matnazarov</i> Modernization of the road network of the city of Orel (on the example Naugorskogo highway).....	86

Education and Personnel

<i>T. A. Kozina, M. R. Abubekarov</i> Using internet resources for employment foreign language in training motor complex.....	97
<i>J. S. Artamonova, I. S. Gerasimova</i> The formation of industrial-educational cluster in the sphere of transport in the lipetsk region.....	103

Ecological Problems

<i>V. S. Dem'yanova, R. A. Dyar'kin, M. R. Abubekarov</i> Environmental safety of products based on crushed automobile tires.....	112
---	-----

Economics and Management

<i>A. P. Tryastsin, N. A. Tryastsin</i> Transport in the structure of a single network logistics complex food retailers.....	117
--	-----

УДК 629.113.003

А. В. БАЖИНОВ, М. ХАКИМ

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ИССЛЕДОВАНИЯ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ АВТОМОБИЛЯ

Рассмотрена система сбора, регистрации, первичной обработки и хранения в памяти персонального компьютера диагностики параметров о работе систем управления гибридной силовой установки. Приведена структурная схема информационно-измерительного комплекса.

Ключевые слова: сложная система, гибридная силовая установка, тяговая аккумуляторная батарея, вентильный электродвигатель.

Для регистрации параметров, характеризующих функционирование гибридной силовой установки конверсионного гибридного автомобиля и его систем управления в процессе движения, был создан информационно-измерительный комплекс исследования рабочих процессов гибридной силовой установки. Данный информационно-измерительный комплекс обеспечивает сбор, регистрацию, первичную обработку и хранение в памяти персонального компьютера (ПК) диагностических параметров, полученные из системы управления двигателя внутреннего сгорания (ДВС) (МИКАС - 10.3), а также дополнительных параметров, специфических для гибридной силовой установки: ток разряда / заряда тяговых аккумуляторных батарей; напряжение тяговых аккумуляторных батарей, скорость вращения ротора тягового электродвигателя и др. Период дискретизации измерительных сигналов составляет 35,6 мс. Время одного сеанса непрерывной регистрации ограничена емкостью буферного оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) блока преобразования и регистрации сигналов (БПРС).

Структурная схема информационно-измерительного комплекса представлена на рисунке 1. При этом на ней изображены только основные регистрируемые параметры.

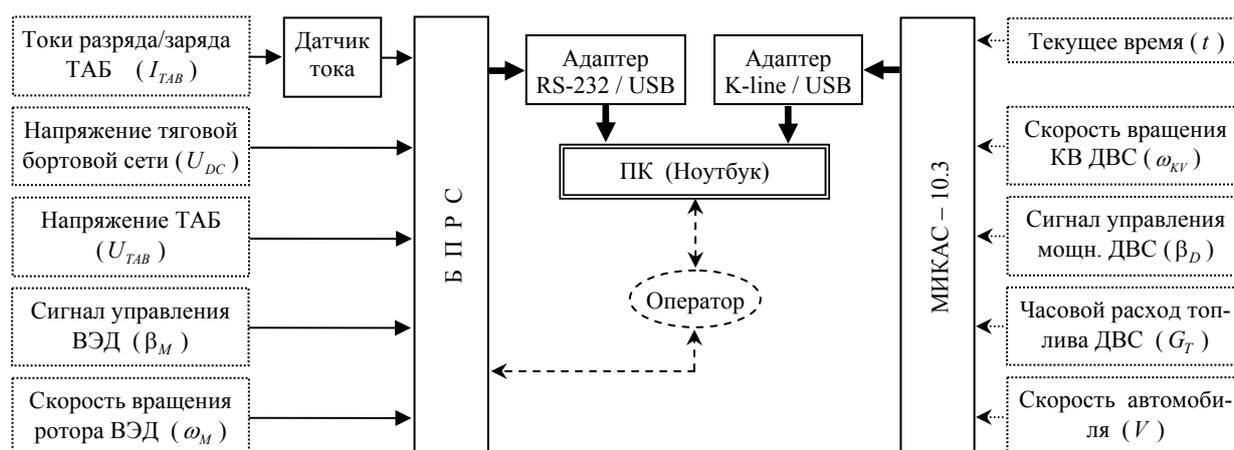


Рисунок 1 – Информационно-измерительный комплекс исследования рабочих процессов гибридной силовой установки

Информационно-измерительный комплекс может работать в полуавтоматическом режиме под управлением оператора, осуществляющего контроль процесса испытаний, или в автоматическом режиме по заранее заданной программе.

Подключение комплекса к диагностическому соединителю системы управления ДВС осуществляется с использованием адаптера линии связи K-line / USB. Внешний вид экрана ПК, на котором отображен список регистрируемых параметров при установленном соединении с системой управления ДВС, приведена на рисунке 2.

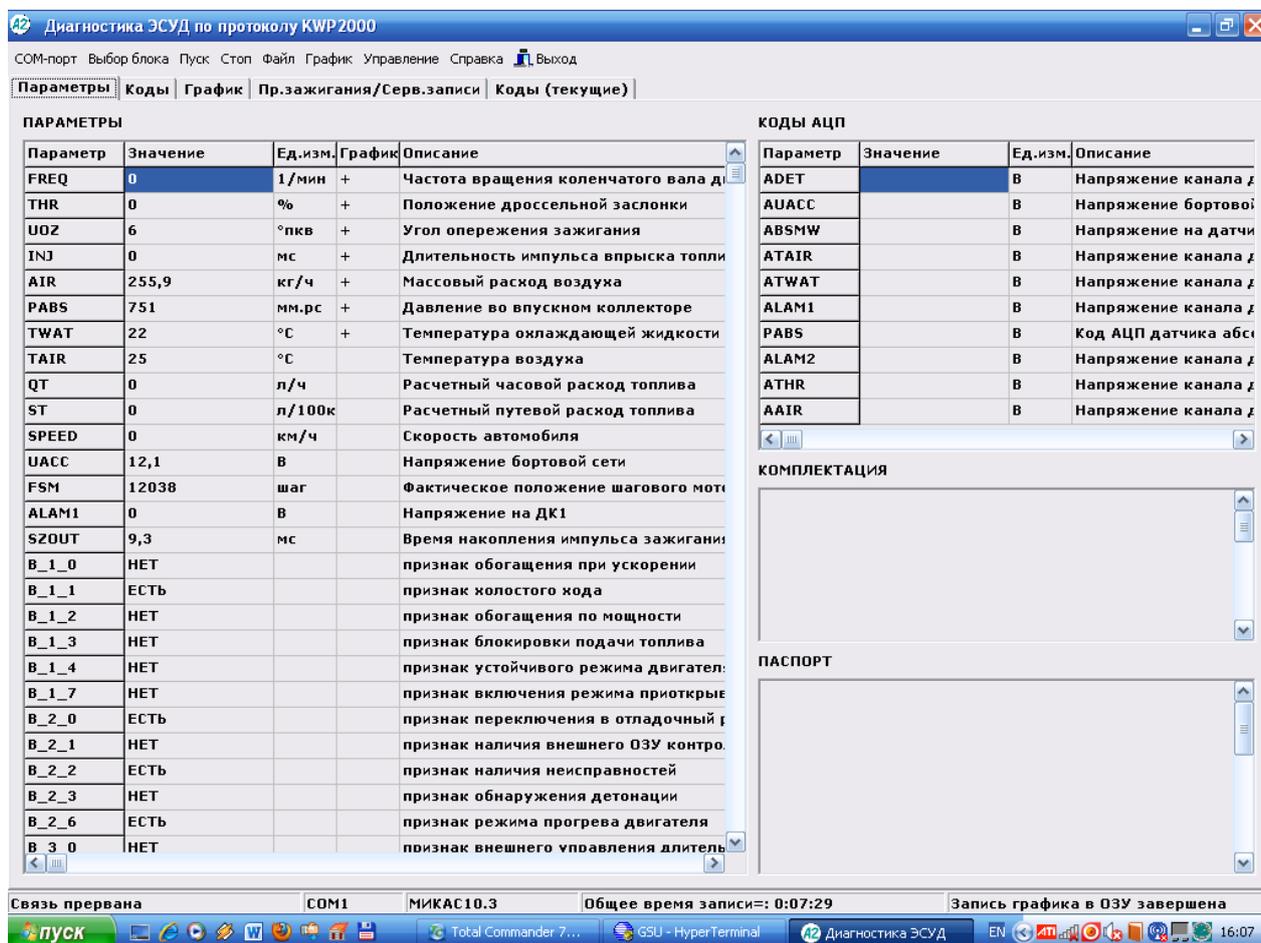


Рисунок 2 – Экран ПК при регистрации диагностических параметров системы управления ДВС

Для обеспечения регистрации параметров, характеризующих функционирование отдельных систем и агрегатов гибридного автомобиля, которые не фиксируются системой автоматического управления (САУ) ДВС, был разработан и изготовлен блок преобразования и регистрации сигналов (БПРС).

БПРС осуществляет циклический опрос подключенных датчиков информации, выделение полезного сигнала на фоне мешающих воздействий методом фильтрации, аналого-цифровое преобразование сигналов с разрешением 8 или 12 бит, синхронизацию поступающих по различным информационным каналам данных, буферизацию информационных потоков для их согласования с пропускной способностью каналов связи, стабильное электропитание при изменении внешней питающего напряжения в широких пределах. Кроме того, БПРС обеспечивает некоторые функции интерфейса оператора.

БПРС содержит два контроллера: центральный и периферийный. Периферийный контроллер обеспечивает измерения мгновенной скорости вращения ротора вентильного электродвигателя (ВЭД) и передачу результатов измерений в центральный контроллер. Кроме того, периферийный контроллер выдает результаты измерения скорости в UART. Данная ин-

формация дублирует соответствующие уведомления центрального контроллера. Центральный контроллер обеспечивает регистрацию аналоговых сигналов, прием сообщений от периферийного контроллера, обмен информацией с ПК с помощью UART, организации интерфейса оператора.

Драйверы, входящие в состав обоих контроллеров обеспечивают преобразование интерфейса UART в RS-232 или USB.

Оба контроллера выполнены на базе микроконтроллеров C8051F040 фирмы Silicon Laboratories, каждый из которых обеспечивают производительность до 25 MIPS. Энергонезависимая FLASH-память программ объемом 64 кб может программироваться «в системе». При этом под FLASH-память кроме программ могут записываться и данные, которые в таком случае становятся энергонезависимыми. Этот механизм позволяет удобно загружать и сохранять характеристические карты и информацию о текущих настройках БПРС. Объем оперативной памяти составляет 4352 байта. Наличие встроенных 12-битного 13-канального аналого-цифрового преобразователя (АЦП) производительностью до 100 ksp/s и 8-битного 8-канального АЦП производительностью до 500 ksp/s, усилителей с программируемым коэффициентом усиления, 12-битного 2-х канального цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) позволяют организовать эффективную обработку аналоговых сигналов. Пять 16-битных таймера - счетчиков общего назначения и 5-канальный 16-битный программируемый таймер - счетчик с модулем захвата / сравнения обеспечивают эффективную синхронизацию данных, выбор частоты дискретизации аналоговых сигналов, а также измерения частоты вращения ротора ВЭД. Микроконтроллер имеет встроенный CAN - интерфейс версии 2.0 В, который становится стандартом информационных сетей в автомобильной промышленности. Два встроенных UART позволяют организовать обмен информацией с персональным компьютером по интерфейсу RS-232 или USB (при использовании USB-UART - моста CP2101 или CP2102). Последовательные интерфейсы SMBus и SPI обеспечивают связь между центральным и периферийным контроллерами. Встроенная автономная отладочная система (JTAG) позволяет проводить отладку программного обеспечения БПРС и коррекцию характеристических карт. Буферизация информационных потоков для их согласования с пропускной способностью каналов связи осуществляется с помощью буферного ОЗУ емкостью 128 кб, выполненного с использованием интегральной микросхемы BS62LV1027SIP70. ОЗУ подключено к центральному контроллеру с помощью параллельного интерфейса с совмещенными шинами адреса и данных и обеспечивает время доступа в диапазоне 0,1356...1,356 мкс.

Для стабилизации электропитания БПРС и датчиков, входящих в состав информационно-измерительного комплекса исследования рабочих процессов гибридной силовой установки (ГСУ), а также для подавления высокочастотных помех бортовой сети, служит DC / DC преобразователь на базе FDD05-05S4 (Chinfa Electronics Ind. Co., LTD). Данный преобразователь обеспечивает устойчивую работу аппаратных средств и необходимые метрологические характеристики при изменении напряжения внешнего электропитания комплекса в диапазоне 9...36 В.

Качественный и количественный состав датчиков, подключаемых к БПРС, определяется особенностями технической реализации ГСУ, а также целью и программой исследований.

Сигналы, поступающие с аналоговых датчиков информации, подлежат нормализации и превращению в сигнал напряжения, изменяется в диапазоне 0,00...2,40 В.

Для измерения токов разряда и заряда тяговой аккумуляторной батареи (ТАБ) (в тяговом режиме ВЭД и в режиме рекуперации соответственно) используется линейный датчик тока CSLA1EL фирмы Honeywell, позволяет бесконтактным способом измерять постоянный, переменный и импульсный ток в диапазоне ± 625 А. Датчик построен на базе интегрированного линейного датчика Холла 91SS12-2, обладающий повышенной температурной стабиль-

ностью и характеризующейся температурным дрейфом $\pm 0,05 \%/^{\circ}\text{C}$. Датчик имеет аналоговый выход, напряжение на котором прямо пропорционально величине измеряемого тока в диапазоне: $0,25 \cdot U_{ip.I} < U_{dat.I} < 0,75 U_{ip.I}$, где $U_{ip.I} = 10 \text{ В}$ – напряжение питания датчика. напряжение питания датчика. При нулевом измеряемом токе на выходе датчика действует напряжение смещения, равное половине напряжения источника питания. Регулировка чувствительности датчика производится путем выбора числа витков проводника вокруг кольца магнитопровода. При этом цепи разряда ТАБ при токах $I_{TAB} = 0 \div 200 \text{ А}$ соответствует два витка, а цепи заряда при $I_{TAB} = -0 \dots 35 \text{ А}$ – 16 витков. Постоянная времени, характеризующий быстроедействие датчика, $\tau_1 = 3,0 \text{ мкс}$.

Для измерения скорости вращения ротора ВЭД используется импульсный сигнал датчика углового положения ротора. По данному сигналу формируются импульсы напряжения с амплитудой 3,00 В и периодом, обратно пропорциональным скорости. При измерении периода следования данных импульсов применяется генератор тактовых импульсов с периодом 0,54 мкс. При этом точность измерения периода составляла 16 бит, а максимальный измеряемый период - 35,33 мс.

Приход каждого импульса с датчика углового положения ротора вызывает изменение состояния контрольного сигнала КСВ периферийного контроллера. При отсутствии импульсов изменение состояния КСВ происходит с частотой переполнения таймера.

Управление БПРС осуществляется с помощью команд, поступающих с ПК в виде ASCII-кодов. Команды могут вводиться оператором, использующих ПК в качестве терминала, или задаваться специализированным программным обеспечением.

Интерфейс управления БПРС обеспечивает: выбор периода дискретизации аналоговых сигналов в диапазоне 0,011...35,41 мс; выбор режима отображения результата на экране монитора, выбор количества опрашиваемых аналоговых каналов (0...8 – с разрешением 8 бит и 0...4 – с разрешением 12 бит); способность измерения скорости ротора ВЭД, управление перезаписью содержимого буферного ОЗУ в ПК; выдачу сообщений об ошибках процесса измерения, справочной информации, информации о текущем режиме работы БПРС и др.

Запись результатов измерений в буферную ОЗУ инициируется включением тумблера «зп. ОПГ». Запись прекращается при выключении тумблера «зп. ОЗУ» или при заполнении буферного ОЗУ объемом 131 072 байта. Период осуществления записи индицируется светодиодом «ОЗУ».

Все используемые измерительные каналы БПРС были проградуированы с помощью образцовых средств измерений. Полученные градуировочные характеристики использовались в процессе первичной обработки данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синергетический автомобиль. Теория и практика. Научное издание [Текст]: монография / под редакцией Бажинова А. В. - ХНАДУ: Харьков, 2011. - 236 с.
2. Гибридные автомобили. Научное издание [Текст]: монография / под редакцией Бажинова А. В. – ХНАДУ: Харьков, 2008. – 327 с.

Бажинов Алексей Васильевич

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
Адрес: 61002, Украина, г. Харьков, ул. Петровского, 25
Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобильная электроника»
E-mail: alexey.bazhinov@gmail.com

Мауш Хаким

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
Адрес: 61002, Украина, г. Харьков, ул. Петровского, 25
Аспирант
E-mail: walid2000@mail.ru

A. V. BAZHINOV, M. HAKIM

THE INFORMATION AND MEASURING COMPLEX OF RESEARCH WORKING PROCESSES OF HYBRID POWER PLANT

The system of collecting, recording, primary processing and storage in PC memory of diagnostics parameters of working of hybrid power plant control system have been considered. The block scheme of information and measuring complex has been demonstrated.

Keywords: *complicated system, hybrid power plant, traction battery, brushless electric motor.*

BIBLIOGRAPHY

1. Sinergeticheskiy avtomobil'. Teoriya i praktika. Nauchnoe izdanie [Tekst]: monografiya / pod redaktsiey Bazhinova A. V. - HNADU: Har'kov, 2011 . - 236 s.
2. Gibridnye avtomobili. Nauchnoe izdanie [Tekst]: monografiya / pod redaktsiey Bazhinova A. V. - HNADU: Har'kov, 2008. - 327 s.

Bazhinov Aleksey Vasilevich

Kharkov National Automobile and Highway University

Address: 61002, Ukraine, Kharkov, ul. Petrovsky, 25

Dr. tehn. Sciences, Professor, Head. Department "Car Electronics"

E-mail: alexey.bazhinov @ gmail.com

Maush Hakim

Kharkov National Automobile and Highway University

Address: 61002, Ukraine, Kharkov, ul. Petrovsky, 25

Graduate student

E-mail: walid2000@mail.ru

***Продолжается подписка на журнал
«Мир транспорта и
технологических машин»***

Подписной индекс журнала:

16376 («Пресса России»)

Подписка через редакцию:

(с любого месяца)

Информация о подписке на нашем сайте

www.gu-unpk.ru

Тел. +7 (4862) 43-48-90

УДК 620.179.1:658.58

М. В. МАЙОРОВ, К. В. ПОДМАСТЕРЬЕВ, А. В. СЕЛИХОВ, Е. Б. АНДРОСОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СТУПИЧНОГО ПОДШИПНИКА АВТОМОБИЛЯ

Произведен анализ экспериментальных данных диагностики ступичного подшипника с использованием вибрационного и электрофлюктуационного методов. Разработана эквивалентная схема ступичного подшипника для моделирования электрофлюктуационных параметров. Установлен ряд особенностей диагностирования.

Ключевые слова: ступичный подшипник, контроль качества, нейронная сеть, диагностика.

Современные ступичные узлы конструктивно становятся все более сложными узлами, в связи с интеграцией различного вида сенсоров для обеспечения работы управляющих систем контроля и обеспечения безопасности автомобиля. Данные факты влекут за собой значительное удорожание агрегатов и усложнение проведения диагностических работ. Ступичные подшипники являются ключевыми элементами, определяющими надежность и долговечность узлов ходовой части автомобиля, что рождает необходимость диагностирования их состояния и определения зарождающихся дефектов для предупреждения аварийных ситуаций.

Наиболее часто для диагностики ступичных подшипников используются вибрационные методы. Эти методы считаются традиционными и основываются на анализе среднеквадратических значений виброскорости в различных полосах частот с дальнейшим сравнением полученных результатов с нормируемыми значениями. Этот метод достаточно прост в реализации, но обладает рядом критических недостатков, одним из которых является отсутствие нормируемых значений для широкого спектра ступичных подшипников. Другим недостатком является то, что этот метод дает результаты только при наличии дефекта на поздней стадии развития дефекта и не может использоваться для прогнозирования состояния. Проведенные исследования, также показали несостоятельность метода для определения состояния смазывающих материалов ступичного подшипника. К примеру, на рисунке 1 изображены результаты исследования заднего ступичного подшипника автомобиля ВАЗ 2108 (двухрядный радиально-упорный 256706 ГОСТ 520-2002). Эксперимент проводился на стенде, обеспечивающем регулируемую радиальную нагрузку, регулируемую частоту вращения (в эксперименте номинальная частота вращения 140 об/мин). Представленные спектры СКЗ описывают вибрационные процессы при разном количестве смазочного материала в зоне трения. Испытуемые ступичные подшипники были промыты в керосине, просушены в течение 24 часов при нормальной температуре и, непосредственно перед экспериментом, последовательно в зону трения добавлялась жидкая смазка, затем после этапа приработки измерялись параметры вибрации с использованием виброанализатора СД-21.

Анализ экспериментальных данных показывает, что данный метод не чувствителен к изменениям количества смазочного материала в зонах трения. Можно предположить, что чувствительность вибрационных методов к параметрам и количеству смазочного материала, ограничена в силу инерционности первичных преобразователей и элементов ходового узла, а также особенности построения измерительных трактов не позволяют исследовать вибрационные процессы в диапазоне ультранизких частот.

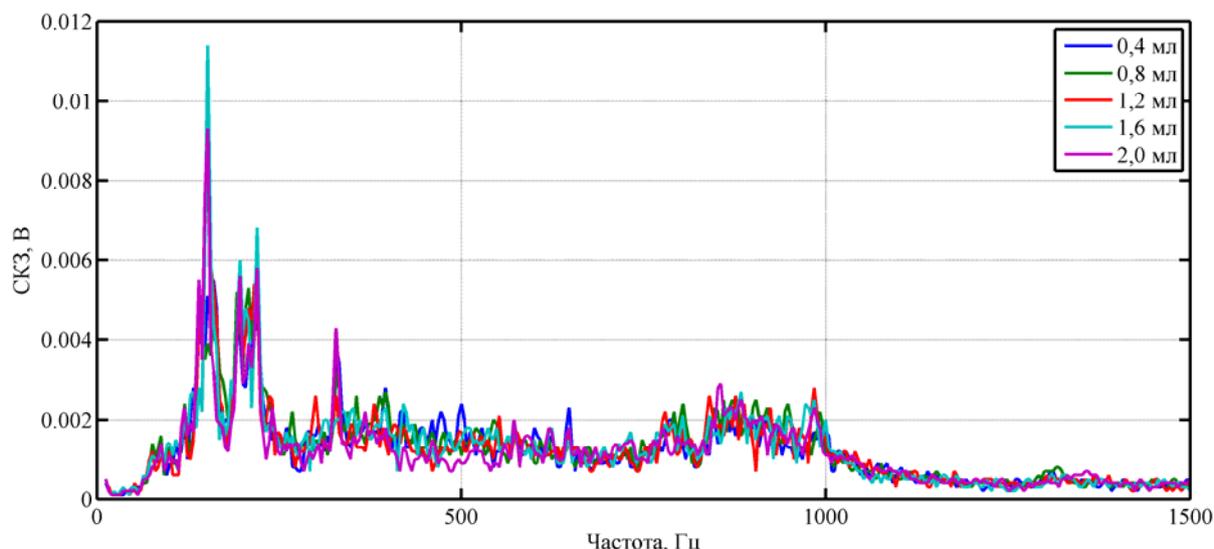


Рисунок 1 – Анализ спектра СКЗ виброскорости ступичного подшипника 256706 (частота вращения 140 об/мин, смазочный материал - И-20)

Исходя из этого, в работах [1,2] предлагается использование электрофлуктуационных методов для диагностики подшипника. Смазочный материал обладает высоким удельным электрическим сопротивлением, что приводит к изменениям толщины смазочной пленки и микроконтактирования создают соответствующие флуктуации электрического сопротивления зоны трения и ступичного подшипника в целом [5]. В связи с этим, ступичный подшипник можно представить в виде эквивалентной схемы, изображенной на рисунке 2.

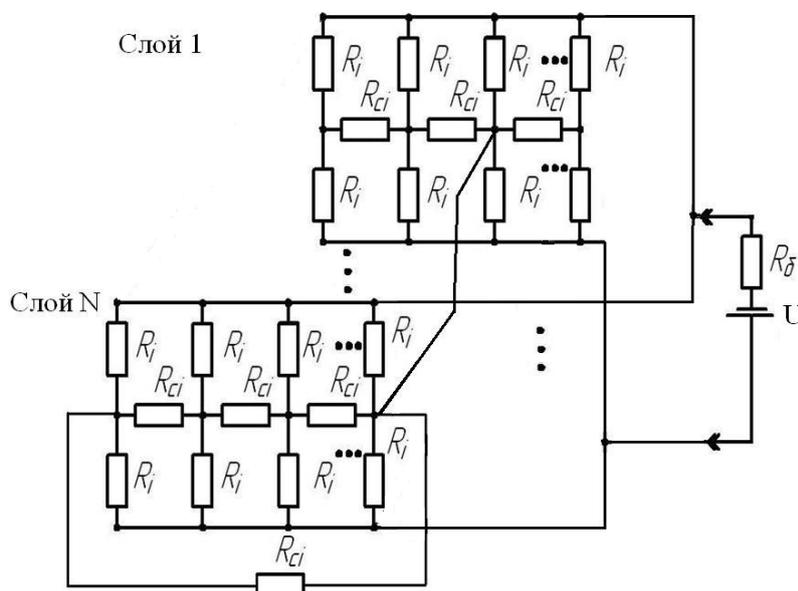


Рисунок 2 – Упрощенная эквивалентная схема ступичного подшипника

R_i - сопротивление трибосопряжения в контакте тела качения и дорожки кольца,
 R_{ci} - дополнительное сопротивление трибосопряжения в контакте тел качения и сепаратора,
 R_δ - балластный резистор, U - внешний источник энергии

На ней ступичный подшипник представлен в виде набора параллельно соединенных сопротивлений контактов (резисторов) по каждому из тел качений (каждого из слоев) с кольцами подшипника и с сепаратором. При этом контакт тела качения рассматривается как с

внутренним, так и с наружным кольцом. Можно отметить, что электрический контакт тела качения и сепаратора часто не учитывается, принимая за допущение то, что в этом контакте протекает очень маленький по значению электрический ток, т.к. основные механические нагрузки испытывают трибосопряжения тел качения и дорожек качения, и разрушение диэлектрического смазочного слоя наиболее вероятно именно в этих контактах. При параллельном соединении сопротивлений по каждому из трибосопряжений, при значительном снижении сопротивления хотя бы одного из сопряжений, резко уменьшится и общее сопротивление всего подшипника, что будет свидетельствовать о наличии проблемного участка поверхности тела качения или дорожки качения в контактной зоне ступичного подшипника [3, 4].

Для измерения сопротивления ступичного подшипника предложено устройство, изображенное на рисунке 3. Токосъемники выполнены с возможностью электрического контакта с кольцами диагностируемого ступичного подшипника. В частности, были выбраны ртутные токосъемники Mercotak 205 с удельным сопротивлением порядка 1 мОм, граничной частотой 200 МГц и максимальной частотой вращения 200 об/мин, что является оптимальными показателями для экспериментальных исследований. Так же в схеме использованы источник электрической энергии, состоящий из коммутирующего устройства и стабильных источников тока, настроенных на разные номиналы тока в соответствии с измеряемыми диапазонами. Дифференциальный усилитель, нормирующий усилитель с переменным коэффициентом усиления и блок измерения диагностического параметра.

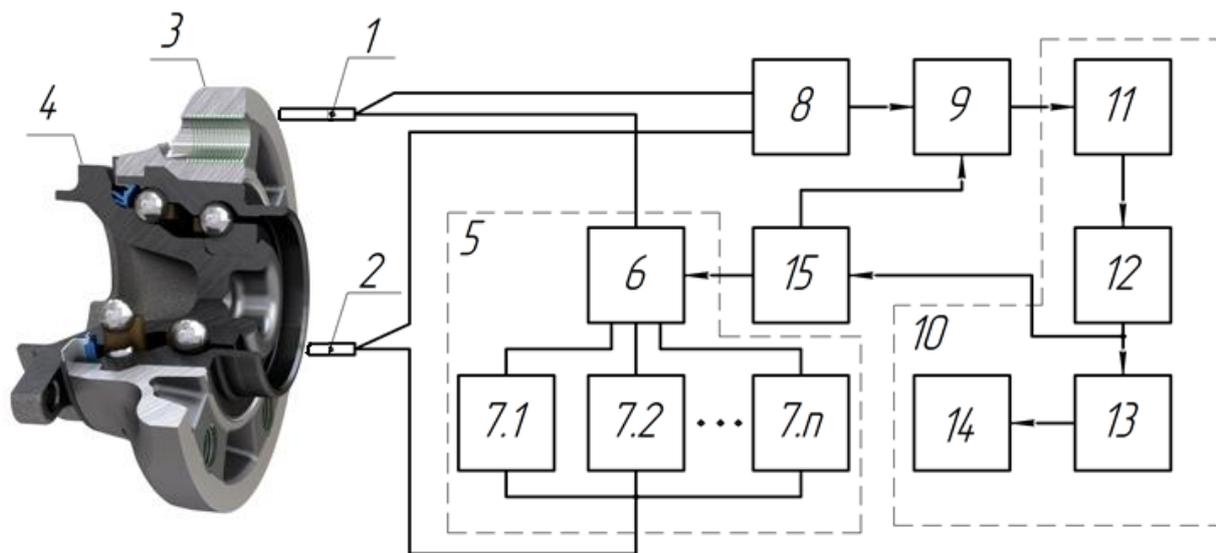


Рисунок 3 – Устройство измерения сопротивления трибосопряжения ступичного подшипника

1,2 – токосъемники, 3 – внешнее кольцо ступичного подшипника, 4 – внутреннее кольцо СП,
5 – источник электрической энергии, 6 – коммутатор, 7 – источник тока, 8 – дифференциальный усилитель,
9 – усилитель с переменным коэффициентом усиления, 10 – блок измерения диагностического параметра,
11 – УВХ, 12 – АЦП, 13 – дешифратор, 14 – отсчетное устройство, 15 – устройство управления

Эксперименты по анализу параметров электрического сопротивления проводились по той же методике, что и с экспериментом по анализу вибрации для заднего ступичного подшипника автомобиля ВАЗ 2108 (двухрядный радиально-упорный 256706 ГОСТ 520-2002), представленным выше. Результаты представлены на рисунке 4.

Видно, что сопротивление, при равном изменении количества смазочного материала, как и в предыдущем эксперименте, изменяется на порядки, что свидетельствует о хорошей чувствительности данного метода. На рисунке 5 представлены спектры сопротивления при

применении пластичной смазки. Результаты оказались схожими, что также показывает на положительные стороны данного метода.

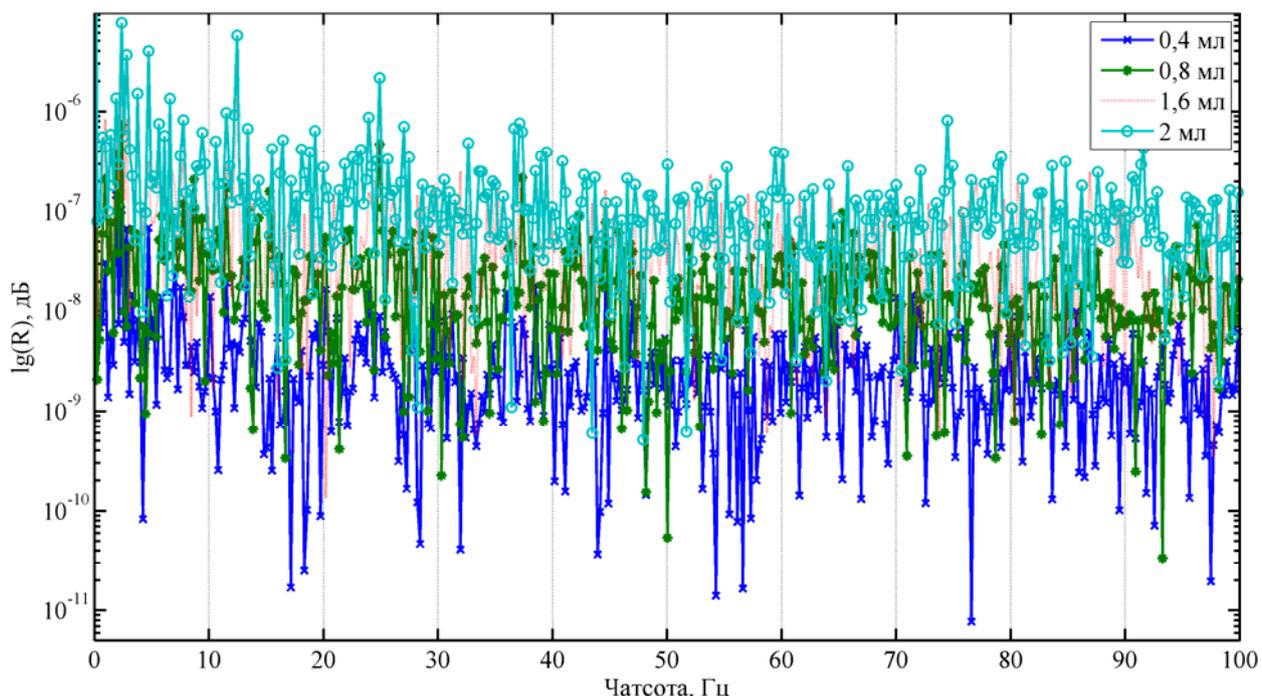


Рисунок 4 - Анализ спектра электрического сопротивления ступичного подшипника 256706 (частота вращения 140 об/мин, смазочный материал - И-20)

Ряд проведенных экспериментов подтверждает также, что использование только одного из данных методов не позволяет дать исчерпывающую информацию о состоянии ступичного подшипника.

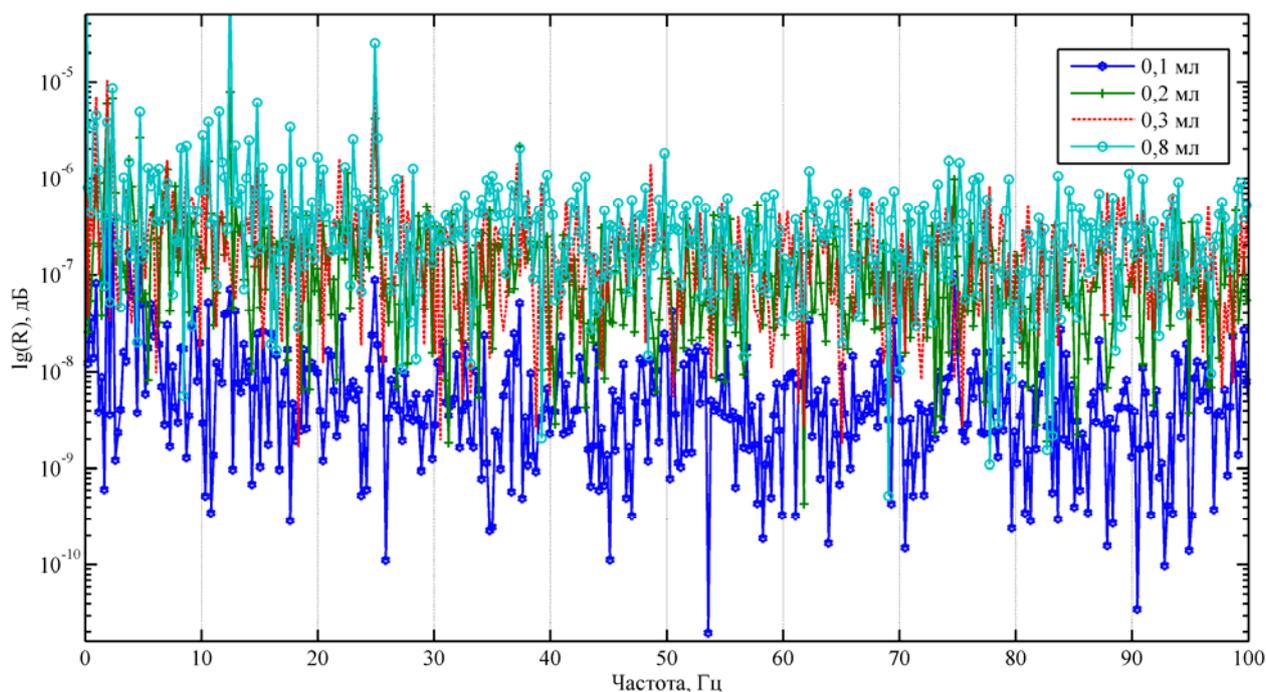


Рисунок 5 - Анализ спектра электрического сопротивления ступичного подшипника 256706 (частота вращения 140 об/мин, смазочный материал - ЛИТОЛ)

В связи с этим предлагается проводить совместные измерения электрических и вибрационных параметров и осуществлять их совместную обработку [1, 5]. Совместное использование информативных параметров разных методов позволяет повысить точность и достоверность процедур диагностирования. Оптимальное решение состоит в объединении всех доступных информативных параметров в единый вектор с последующей многомерной оптимальной фильтрацией. Однако нелинейная взаимосвязь параметров и различный темп их поступления, делают нецелесообразным синтез такого сложного нелинейного фильтра. Разработанный комплексный метод диагностирования базируется на одновременной регистрации сигнала, пропорционального электрическому сопротивлению, и сигнала, пропорционального виброускорению. Указанные сигналы путем нормирования приводятся в единый масштаб и обрабатываются совместно. При обработке используются интеллектуальные способы комплексирования и распознавания, основанные на искусственных нейронных сетях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подмастерьев, К. В. Электропараметрические методы комплексного диагностирования опор качения [Текст] / К. В. Подмастерьев. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 376 с.
2. SKF hub units equipped with tapered roller bearings [Электронный ресурс] /SKF // SKF materials. 2008. – №16698 EN. – Режим доступа: <http://www.skf.com/files/686799.pdf>
3. Subrahmanyam M. Using neural networks for the diagnosis of localized defects in ball bearings/ M. Subrahmanyam, C. Sujatha - Tribology International Vol. 30, No. 10, pp. 739–752, 1997
4. Майоров, М. В. Диагностирование ступичных подшипников автомобиля [Текст] / М. В. Майоров, В. В. Мишин, В. Н. Чернышов // Мир транспорта и технологических машин. - Орёл: ФГБОУ ВПО «Госунiversитет — УНПК». - 2013. - № 2(41). - С. 9-16.
5. Frangu L. Artificial Neural Networks Applications in Tribology – A Survey/ Frangu L., Ripa M. - NIMIA-SC2001-2001 NATO Advanced Study Institute on Neural Networks for Instrumentation, Measurement, and Related Industrial Applications: Study Cases Crema, Italy, 9-20 October 2001.

Майоров Максим Валерьевич

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК»
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77
Ассистент кафедры «Сервис и ремонт машин»
E-mail: stigmoto@gmail.com

Подмастерьев Константин Валентинович

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК»
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77
Д-р техн. наук, профессор кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация»
E-mail: asms-orel@mail.ru

Селихов Алексей Владимирович

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК»
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77
Ассистент кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация»
E-mail: pms35@ostu.ru

Андросова Елена Борисовна

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК»
Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77
Ассистент кафедры «Приборостроение, метрология и сертификация»
E-mail: pms35@ostu.ru

M. V. MAYOROV, K. V. PODMASTEREV, A. V. SELIHOV, E. B. ANDROSOVA

DIAGNOSTIC FEATURE INVESTIGATION OF BEARING HUB

This paper includes analysis of diagnostic feature investigation of bearing hub. Using frequency-domain method the sensitivity of electrofluctuational methods are described as better methods.

Keywords: hub bearing, control of quality, neural net, diagnosis.

BIBLIOGRAPHY

1. Podmaster'ev, K. V. Elektroparametricheskie metody kompleksnogo diagnostirovaniya opor kacheniya [Tekst] / K. V. Podmaster'ev. - M.: Mashinostroenie-1, 2001. - 376 s.
2. SKF hub units equipped with tapered roller bearings [Elektronnyy resurs] /SKF // SKF materials. 2008. - №16698 EN. - Rezhim dostupa: <http://www.skf.com/files/686799.pdf>
3. Subrahmanyam M. Using neural networks for the diagnosis of localized defects in ball bearings/ M. Subrahmanyam, C. Sujatha - Tribology International Vol. 30, No. 10, pp. 739-752, 1997
4. Mayorov, M. V. Diagnostirovanie stupichnykh podshipnikov avtomobilya [Tekst] / M. V. Mayorov, V. V. Mishin, V. N. Chernyshov // Mir transporta i tekhnologicheskikh ma-shin. - Oriol: FGBOU VPO "Gosuniversitet - UNPK". - 2013. - № 2(41). - S. 9-16.
5. Frangu L. Artificial Neural Networks Applications in Tribology - A Survey/ Frangu L., Ripa M. - NIMIA-SC2001-2001 NATO Advanced Study Institute on Neural Networks for Instrumentation, Measurement, and Related Industrial Applications: Study Cases Crema, Italy, 9-20 October 2001.

Mayorov Maksim Valerevich

FGBOU VPO «State University – UNPK»
Address: 302030, Russia, g. Orel, Street Moskovskaya, 77
Assistant of SiRM dep.
E-mail: stigmoto@gmail.com

Podmasterev Konstantin Valentinovich

FGBOU VPO «State University – UNPK»
Address: 302030, Russia, g. Orel, Street Moskovskaya, 77
PhD, prof. of IMM&S dep.
E-mail: asms-orel@mail.ru

Selihov Aleksey Vladimirovich

FGBOU VPO «State University – UNPK»
Address: 302030, Russia, g. Orel, Street Moskovskaya, 77
Assistant of IMM&S dep.
E-mail: pms35@ostu.ru

Androsova Elena Borisovna

FGBOU VPO «State University – UNPK»
Address: 302030, Russia, g. Orel, Street Moskovskaya, 77
Assistant of IMM&S dep.
E-mail: pms35@ostu.ru

УДК 629.3

М. Д. ТЕБЕКИН, А. А. КАТУНИН, А. Н. НОВИКОВ

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ

Рассмотрены конструктивные особенности шаровых шарниров, способы измерения осевого зазора в них. Получены экспериментальные данные позволяющие судить об остаточном ресурсе шаровых опор. Рассмотрена методика определения технического состояния шаровых шарниров передней подвески легковых автомобилей.

Ключевые слова: Шаровой шарнир, вибродатчик, испытуемый образец, осевой зазор, эксперимент, виброускорение, диагностирование

Основным фактором определяющим техническое состояние шаровых шарниров легковых автомобилей является осевой зазор h . При достижении величины осевого зазора $h = 0,7$ мм шарнир признается непригодным для дальнейшей эксплуатации [1] (рис. 1).

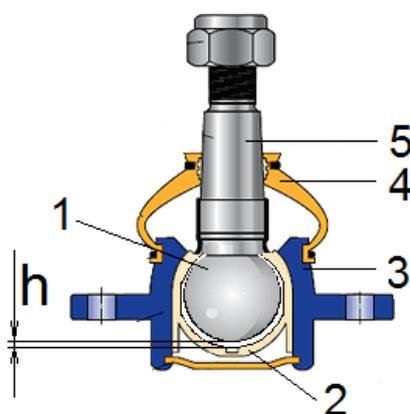


Рисунок 1 – Общий вид шарового шарнира в разрезе:

1 - сферическая головка шарового пальца, 2 - полимерный вкладыш, 3 – корпус шарового шарнира, 4 – защитный чехол, 5 – шаровый палец, h – зазор между вкладышем и головкой шарового пальца

Основными способами измерения зазора в шаровых шарнирах являются механические способы, суть которых заключается в приложении силы к элементам подвески и шаровым шарнирам для получения перемещения шарового пальца относительно корпуса шарового шарнира. Это перемещение и определяет зазор в сопряжении сферической части шарового шарнира и полимерного вкладыша. Для этого используются различные приспособления - 02.8701.9500, 02.8701.9502 и др. (рис. 2) [2].

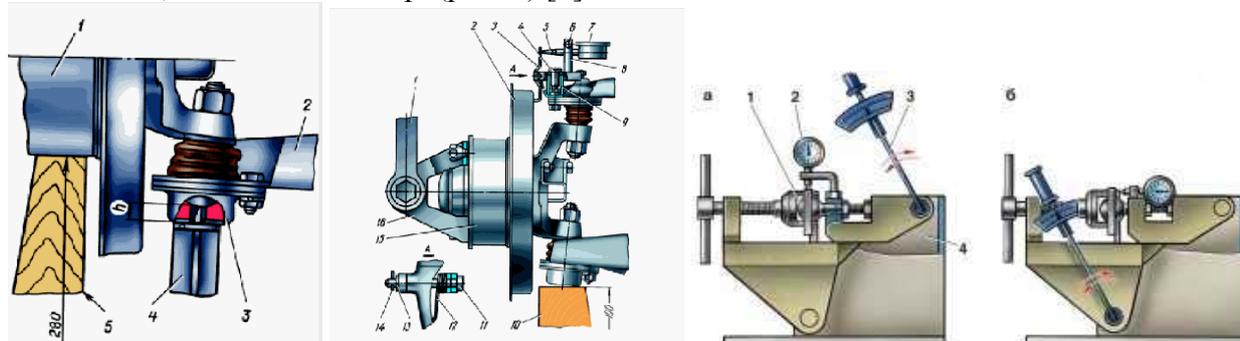


Рисунок 2 – Механические способы измерения зазора в шаровых шарнирах

Известны способы измерения зазора в шаровом шарнире, когда вкладыш шарнира, содержит в своей внутренней части электропроводящий участок, а с наружной - выступы, размещенные в выточках гнезда корпуса и фиксирующие его от проворота в корпусе. Сег-

менты расположены с противоположных сторон головки шарового пальца, а электропроводящий участок вкладыша соединен с сигнальным устройством на приборном щитке автомобиля. Технический результат - наличие сигнализации о выработке и снижение коэффициента трения в паре (головка пальца - вкладыш), а также отсутствие проворота вкладыша (рис. 3) [3].

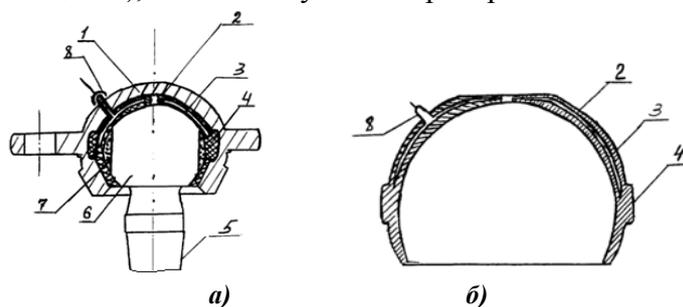


Рисунок 3 – Электрический способ измерения зазора в шаровом шарнире:

а) общий вид в разрезе шарового шарнира, б) электропроводящий участок вкладыша: 1 - корпус шарового шарнира, 2 - диэлектрический материал вкладыша, 3 - электропроводящий участок, 4 - выступ вкладыша, 5 - цилиндрическая часть пальца, 6 - сферическая часть пальца, 7 - срезы в головке пальца, 8 - разъемный контакт

Наличие вибрации обусловлено присутствием зазоров и поверхностных контактах отдельных деталей и механизмов. Наличие зазоров между сферической частью пальца шаровой опоры и полимерным вкладышем приводит к появлению вибраций. Вибрации появляются в шаровой опоре при работе подвески, при знакопеременных нагрузках, возникающих в шаровом шарнире во время перемещения колеса в вертикальной плоскости при переезде неровностей дорожного покрытия, ускорении, замедлении и прохождении поворотов автомобилем. Очень часто вибрация многократно увеличивается из-за присутствия резонансных явлений.

Виброускорение измеряется при наличии широкополосной вибрации, в диапазоне 100 - 10000 Гц. Применяется при виброакустической диагностике [4].

В нашем случае объектом исследования является шаровый шарнир передней подвески легкового автомобиля. Для получения методики диагностирования технического состояния шаровых шарниров использовался испытательный стенд [5] и испытательные образцы – шаровые опоры с различной степенью износа (30 шт.) Величина осевого зазора испытательных образцов имеет диапазон от 0,05, до 1,3 мм.

Методика диагностирования заключается в следующем:

- 1) заезд автомобиля на перемещающиеся платформы люфт-детектора (рис. 4), его фиксация на подвижных платформах;
- 2) подъем автомобиля и приведение люфт-детектора в рабочее положение, фиксация платформ люфт-детектора (рис. 4, а);
- 3) оператор запускает программу работы люфт – детектора. Пластины перемещаются, имитируя движение по неровной дороге;
- 4) оператор с помощью компьютера и прикладных программ (рис. 4, б) делает вывод о состоянии шаровых шарниров по полученным графикам с высокой точностью, при этом затраты времени на постановку диагноза составляют порядка 5 мин;
- 5) анализируя полученную информацию, оператор делает заключение о техническом состоянии проверяемых элементов.

С помощью программного обеспечения LabVIEW SignalExpress получаем графики зависимостей напряжения на вибродатчиках, преобразованных с помощью АЦП в цифровой формат, от времени, в течение которого происходит измерение сигнала от вибродатчиков (время записи сигнала). Запись сигнала начинается одновременно с включением стенда при проведении эксперимента и заканчивается совместно с выключением стенда. Время записи сигнала соответствует времени проведения эксперимента.

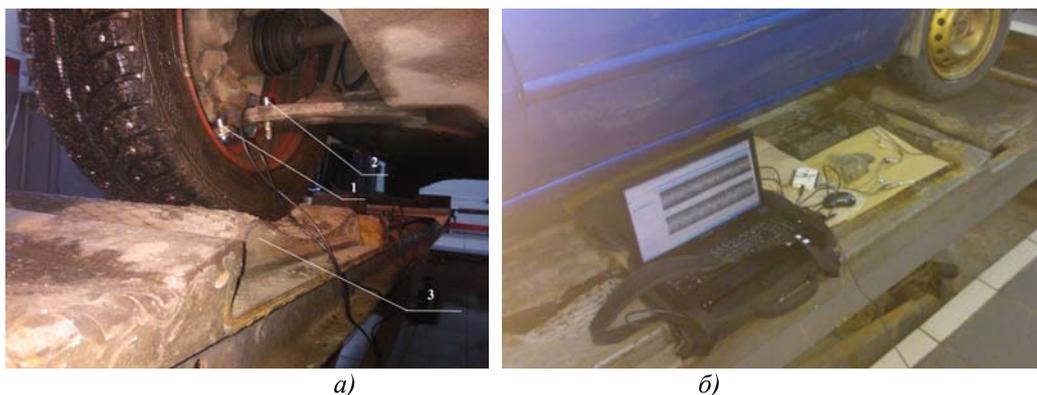
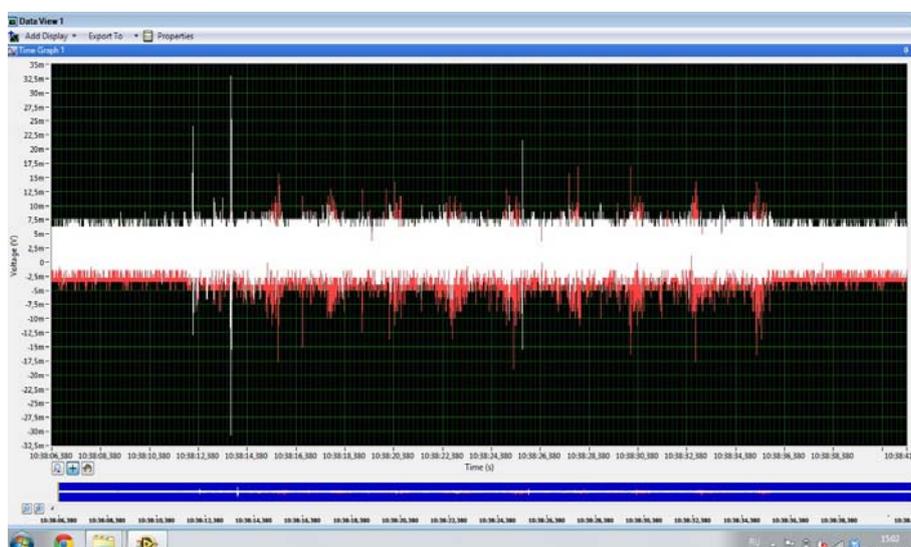
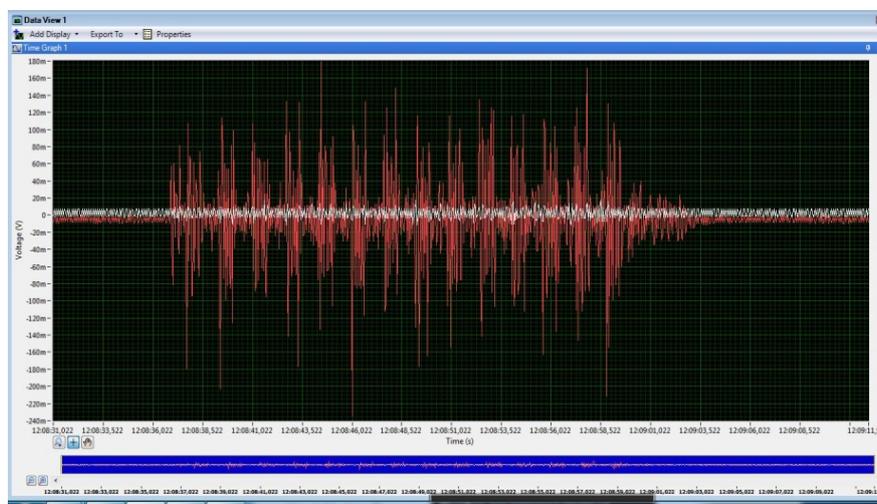


Рисунок 4 - Преобразовательная и обрабатывающая часть диагностической установки:
а) вибродатчики ДН-3 установленные на испытуемом автомобиле:
1 - вибродатчик №1; 2 - вибродатчик №2; 3 - перемещающаяся платформа;
б) компьютер со специализированным программным обеспечением

На совместных графиках представлены одновременно два графика – для вибродатчика, установленного на рычаге подвески испытательного стенда и на корпусе шаровой опоры (рис. 5-6).



**Рисунок 5 – График изменения величины виброускорений от времени ($t = 25$ сек).
Испытательный образец №1, величина осевого зазора 0,11 мм.**



**Рисунок 6 - График изменения величины виброускорений от времени ($t = 9$ сек).
Испытательный образец №4, величина осевого зазора 0,84 мм**

В виду сложности и неоднозначности полученной информации для определения величины осевого зазора в испытательных образцах было использовано преобразование Фурье.

Преобразование Фурье - операция, сопоставляющая функции вещественной переменной другую функцию вещественной переменной. Эта новая функция описывает коэффициенты («амплитуды») при разложении исходной функции на элементарные составляющие — гармонические колебания с разными частотами.

Преобразование Фурье функции вещественной переменной является интегральным и задаётся следующей формулой:

$$f(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-it\omega} dt. \quad (3)$$

В обработке сигналов и связанных областях преобразование Фурье обычно рассматривается как декомпозиция сигнала на частоты и амплитуды, то есть обратимый переход от временного пространства (time domain) в частотное пространство (frequency domain) [6].

В нашем случае преобразование Фурье позволяет определить значения частот характеризующих зазор в шаровом шарнире.

Первоначально производится преобразование Фурье для всех экспериментов и их сравнительный анализ с целью выявления частот описывающих осевой зазор в шаровом шарнире. Для этого на первом этапе производят сравнительный анализ трех экспериментов в одной группе (три одинаковых эксперимента для одной шаровой опоры с одинаковым давлением в гидросистеме, отдельно для каждого датчика). Определяют характерные пики величин частот. Соответствующий сравнительный анализ производят для каждой группы экспериментов. Далее на основе этого анализа делают выводы о величине частоты описывающей осевой зазор в шаровом шарнире.

Для осуществления преобразования Фурье в нашем случае используем программное обеспечение NI DIAdem 2012.

Произведя преобразование Фурье для всех полученных графиков, получаем графики с амплитудно-частотными зависимостями (рис. 7, 8). В таблице 1 приведены полученные зависимости для пяти испытательных образцов с различной степенью износа (осевые зазоры 0,11; 0,28; 0,46; 0,54 и 0,84 мм соответственно).

Анализируя полученные зависимости, находим полосу частот, характеризующую величину осевого зазора в шаровом шарнире, она находится в районе 450 Гц. Производя дальнейший анализ, сопоставляем величины напряжения на графике для полосы частот в 450 Гц с величиной осевого зазора в шаровом шарнире замеренного предварительно механическим способом. Сопоставляя эти величины для всех произведенных экспериментов, получаем зависимости величины напряжения полученной после преобразования Фурье от величины осевого зазора в шаровом шарнире (рис. 9).

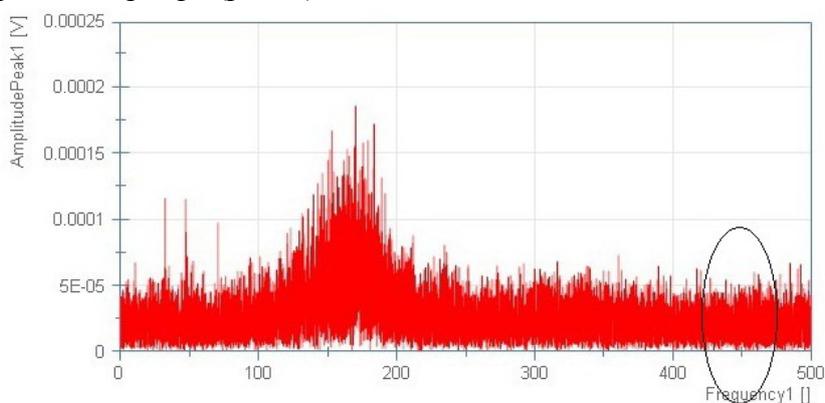


Рисунок 7 - Общий вид спектрограммы для экспериментального образца с величиной осевого зазора 0,11 мм. Датчик №1

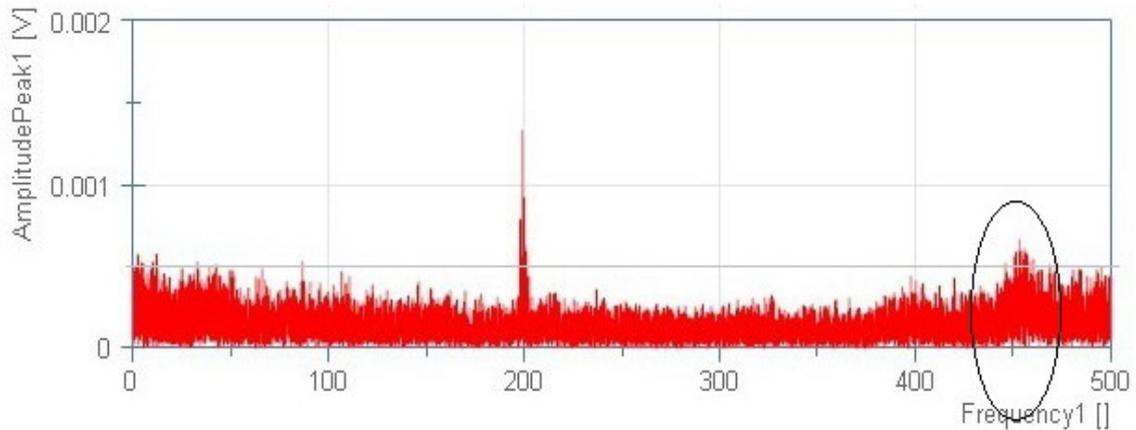


Рисунок 8 - Общий вид спектрограммы для экспериментального образца с величиной осевого зазора 0,84 мм. Датчик №1

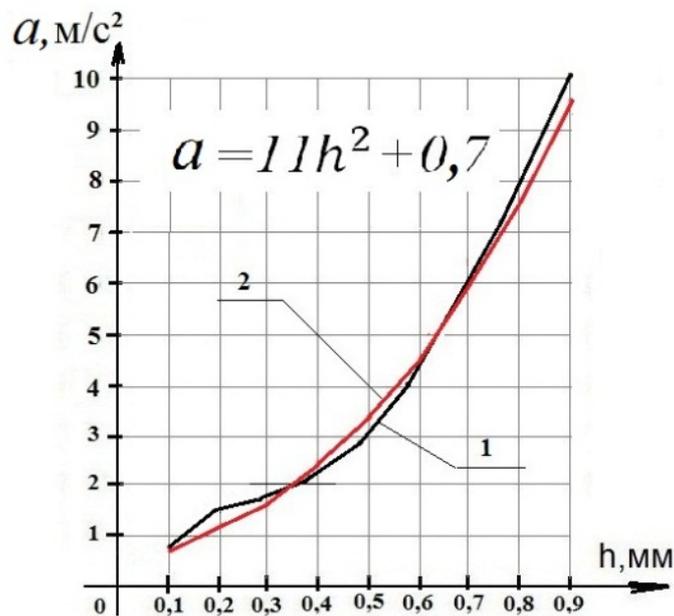


Рисунок 9 - График зависимости величины напряжения на полосе частот 420 - 470 Гц от величины осевого зазора испытательных образцов

Таблица 1 – Результаты экспериментов преобразования Фурье для датчика №1

№ Эксперимента	50 Гц	100 Гц	150 Гц	200 Гц	250 Гц	300 Гц	350 Гц	400 Гц	450 Гц	500 Гц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.1.1	00013	00007	00014	00008	00006	00006	00005	00006	00005	00006
1.1.2	00012	00006	00012	00007	00007	00005	00004	00005	00004	00005
1.2.1	00014	00008	00015	00009	00008	00007	00006	00008	00008	00007
1.2.2	00015	00008	00016	00007	00009	00008	00007	00007	00007	00008
2.1.1	00015	00006	00008	00005	00005	00006	00005	00015	00016	00004
2.1.2	00011	00005	00007	00005	00004	00006	00006	00017	00014	00005
2.2.1	00018	00006	00009	00008	00007	00008	00007	00019	00016	00006
2.2.2	00017	00008	00008	00009	00008	00007	00008	00018	00017	00005
3.1.1	00015	00011	0001	00007	00006	00005	00006	00008	00023	0001
3.1.2	00014	00015	00012	00005	00005	00008	00005	00007	00021	00008

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3.2.1	00017	00019	00014	00006	00007	00009	00008	00009	00024	00009
3.2.2	00018	0002	00016	00008	00007	00008	00009	00009	00023	00008
4.1.1	00005	00006	00005	00005	00007	00007	00009	00011	00027	00012
4.1.2	00004	00005	00004	00005	00005	00006	00008	0001	00026	00011
4.2.1	00006	00007	00006	00007	00006	00009	00009	00014	00028	00014
4.2.2	00006	00007	00007	00006	00007	00008	00009	00015	00029	00014
5.1.1	0005	0004	0003	0014	0003	0003	0003	0004	0006	0005
5.1.2	0004	0004	0003	0015	0003	0005	0004	0005	0005	0005
5.2.1	0006	0005	0005	0017	0005	0007	0005	0007	0006	0006
5.2.2	0007	0007	0006	0016	0006	0006	0005	0006	0007	0007

Приведенный на рисунке 9 график показывает прямую зависимость величины напряжения на полосе частот 420 - 470 Гц от величины осевого зазора испытательных образцов для датчика №1. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что предложенная методика может быть использована для диагностирования величины осевого зазора в шаровых шарнирах.

Полученный метод определения величины зазора в шаровом шарнире с помощью виброускорений при работе подвески имеет ряд преимуществ перед остальными способами. К ним относятся:

- высокая точность измерения;
- отсутствие необходимости разборки элементов подвески;
- быстрота получения результатов;
- возможность проведения диагностики, как на испытательных стендах, так и на автомобиле при его эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р52433–2005 «Шарниры шаровые».
2. <http://www.2114.ru/content/view/317/109/>
3. Заявка № 2003119391/11. Универсальный шаровый шарнир Недикова «УШШН-2». Недиков Владимир Петрович.
4. <http://fluct.narod.ru/firstreduction.htm>.
5. Пат. 2483287 Российская Федерация, МПК, G01M 17/04. Стенд для испытания элементов передней подвески легковых автомобилей / М. Д. Тебекин, А. А. Катунин, А. Н. Новиков - № 2011122131/11, заявл. 31.05.2011, опубл. 27.05.2013, бюл. №15.
6. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%A4%D1%83%D1%80%D1%8C%D0%B5.

Тебекин Максим Дмитриевич

ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК»
 Адрес: Россия, 302030, г. Орел, ул. Московская, 77
 Ассистент кафедры «Сервис и ремонт машин»
 E-mail: tebekin_maksim@mail.ru

Катунин Андрей Александрович

ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК»
 Адрес: Россия, 302030, г. Орел, ул. Московская, 77
 Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»
 E-mail: katunin57@gmail.com

Новиков Александр Николаевич

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет-УНПК»

Адрес: Россия, 302030, г. Орел, ул. Московская, 77

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Сервис и ремонт машин»

E-mail: srmostu@mail.ru

M. D. TEBEKIN, A. A. KATUNIN, A. N. NOVIKOV

FEATURES OF DEFINITION OF TECHNICAL CONDITION OF SPHERICAL HINGES

Design features of spherical hinges, ways of measurement of an axial gap in them are considered. Experimental data allowing to judge a residual resource of spherical support are obtained. The technique of definition of technical condition of spherical hinges of a forward suspension bracket of cars is considered.

Keywords: *Spherical hinge, vibration sensor, examinee sample, axial gap, experiment, vibration acceleration, diagnosing*

BIBLIOGRAPHY

1. GOST R52433-2005 "Sharniry sharovye".
2. <http://www.2114.ru/content/view/317/109/>
3. Zayavka № 2003119391/11. Universal'nyy sharovyy sharnir Nedikova "USHSHN-2". Nedikov Vla-dimir Petrovich.
4. <http://fluct.narod.ru/firstreduction.htm>.
5. Pat. 2483287 Rossiyskaya Federatsiya, MPK, G01M 17/04. Stend dlya ispytaniya elementov peredney podveski legkovykh avtomobiley / M. D. Tebekin, A. A. Katunin, A. N. Novikov - № 2011122131/11, zayavl. 31.05.2011, opubl. 27.05.2013, byul. №15.
6. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%A4%D1%83%D1%80%D1%8C%D0%B5.

Tebekin maxim dmitriyevich

ФГБОУ ВПО «State university-unpk»

Address: Russia, 302030, g. Orel, Moskovskaya st., 77

Assistant to «Service and repair of cars»

E-mail: tebekin_maksim@mail.ru

Katunin andrey aleksandrovich

ФГБОУ ВПО «State university-unpk»

Address: Russia, 302030, g. Orel, Moskovskaya st., 77

Cand.tech.sci., associate professor «Service and repair of cars»

E-mail: katunin57@gmail.com

Novikov alexander nikolaevich

ФГБОУ ВПО «State university-unpk»

Address: Russia, 302030, g. Orel, Moskovskaya st., 77

Dr.sci.tech., professor, department chair «Service and repair of cars»

E-mail: srmostu@mail.ru

УДК 621.43:628.892.2

Н. А. ФЕДИН, С. С. РЯБОВ

НАКОПЛЕНИЕ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА В МОТОРНОМ МАСЛЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В статье рассмотрен процесс накопления продуктов в моторном масле двигателя внутреннего сгорания, даны уравнения и рассмотрены его составляющие, расчетные зависимости накопления продуктов износа в масле и экспериментальные зависимости.

Ключевые слова: двигатель, обкатка, продукты износа, моторное масло, ресурс.

Для прогнозирования ресурса необходимо знать закономерность накопления продуктов износа в масле. Основное уравнение процесса накопления примесей и его решение при различном состоянии моторного масла рассматриваются в работах Болдина А.П., Венцеля СБ., Григорьева М.А., Кюрегяна С.К., Ленского А.Б., Лышко Г.П., Нефедова Б.Б., Пасечникова Н.С., Пахомова Э.А., Рыбакова К.В., Скибневского К.Ю., Чанкина В.В. и др. исследователей.

Основное уравнение процесса накопления продуктов износа в масле можно представить в виде

$$G_M = G_1 + G_2 - G_3 - G_4 - G_5 - G_6, \quad (1)$$

где G_M - масса продуктов износа, находящихся в моторном масле во взвешенном состоянии, кг;

G_1 - масса металлических продуктов, попадающих в двигатель в процессе сборки и ремонта деталей, кг;

G_2 - масса продуктов износа, поступивших в масло, кг;

G_3 - масса продуктов износа, задержанных центрифугой, кг;

G_4 - масса продуктов износа, удаленных с расходуемым маслом, кг;

G_5 - масса продуктов износа, задержанных очистителями коленчатого вала, кг;

G_6 - масса продуктов износа, осевших на поверхностях деталей двигателя и маслопроводах, кг.

Анализируя составляющие уравнения (1), можно отметить:

- 1) масса продуктов износа, удаленных с расходуемым маслом, незначительна;
- 2) продуктов износа в чистом масле нет;
- 3) примерно 5% продуктов износа от общего их содержания в масле удерживается на стенках картера;
- 4) масса отложений в центробежных очистителях коленчатого вала составляет 1,5...4,5% массы продуктов износа, задерживаемых центрифугой. Эти отложения играют не столько количественную роль, сколько качественную, т.к. могут повлечь за собой «задир» вкладышей;
- 5) в начальный период приработки сопряжений двигателя наблюдается интенсивный угар масла, поэтому необходимо в дальнейшем учитывать долив масла.

Процесс поступления продуктов износа в систему смазки двигателя можно рассматривать как накопление их в масле и удаление с расходуемым маслом и через маслоочистители. С учётом такого допущения ($G_4 = 0$ и $G_5 = 0$) уравнение (1) можно представить в виде

$$G_M = G_1 + G_2 - G_3 - G_6. \quad (2)$$

Составляющие уравнения (2) могут быть получены по формулам:

$$G_M = 0,01V_y, \quad (3)$$

$$g_n = 0,01Vy_0, \quad (4)$$

$$g_a = \int_0^t A dt, \quad (5)$$

$$g_3 = 0,01Q\varphi \int_0^t y dt, \quad (6)$$

$$g_y = 0,01 \int_0^t B\varphi_y y dt, \quad (7)$$

где V - количество масла в системе смазки текущее, кг;
 y, y_0 - концентрация продуктов износа в масле - текущая и начальная, %;
 A - текущая скорость поступления продуктов износа в масло, кг/ч;
 $Q\varphi$ - текущее значение интенсивности очистки масла центрифугой, кг/ч;
 B - текущий часовой расход масла, кг/ч;
 φ_y - коэффициент отсева.

При $A = \text{const}$ и $B = \text{const}$, а также с учётом того, что коэффициент отсева φ_y в (7) обычно принимается равным единице, имеем

$$g_a = At; \quad (8)$$

$$g_y = 0,01 B \int_0^t y dt. \quad (9)$$

Дополнительно можно принять следующие допущения по составляющим уравнениям (2):

- 1) интенсивность очистки масла центрифугой не меняется со временем ($Q\varphi = Q\varphi_0 = \text{const}$), так как в работе рассматривается малый промежуток работы $0 < t < 100$ мото-ч;
- 2) продукты износа состоят из частиц одного эквивалентного диаметра и одинаковой плотности (монодисперсная система).

Подставив в уравнение (2) его составляющие, получим уравнение процесса накопления продуктов износа в масле при его очистке полно поточной центрифугой при $A = \text{const}$ и $B = \text{const}$:

$$0,01 Vy = 0,01Vy_0 + \int_0^t A dt - 0,01Q\varphi \int_0^t y dt - 0,01B \int_0^t y dt, \quad (10)$$

$$0,01Vy' = A - 0,01 Q\varphi y - 0,01By, \quad (11)$$

$$y' = \frac{100A}{V} - \frac{Q\varphi + B}{V} y, \quad (12)$$

$$y = y_0 e^{-\frac{Q\varphi + B}{V} t} + \frac{100A}{Q\varphi + B} \left(1 - e^{-\frac{Q\varphi + B}{V} t} \right). \quad (13)$$

Как уже отмечалось в уравнениях (10...13), большинство исследователей принимали постоянными скорость поступления механических примесей, количество масла в системе и расход масла.

Исследования, проведенные в ГОСНИТИ, показали, что в период приработки двигателей скорость поступления продуктов износа в масло и расход масла изменяются по экспоненциальным зависимостям, характеризующим динамику состояния двигателя и влияние нагрузочных режимов в период приработки:

$$A = [A_0 - A_1 (1 - e^{-C_1})] (1 + K_1^B Pe), \quad (14)$$

$$B = [B_0 - B_1 (1 - e^{-C_2})] (1 + K_2^B Pe), \quad (15)$$

где A_0 - начальная скорость поступления продуктов износа в масло, кг/ч;

A_1 - величина изменения скорости поступления продуктов износа в масло в период приработки, кг/ч;

e - основание натурального логарифма;

c_1, c_2 - коэффициенты, характеризующие интенсивность процесса приработки, ч⁻¹;

K_1, K_2 - коэффициенты, характеризующие изменение концентрации продуктов износа в масле в зависимости, от среднего эффективного давления, МПа $\frac{1}{P_e(t)}$;

β_1, β_2 - показатели степени;

P_e - среднее эффективное давление, МПа;

B_0 - начальный расход масла, кг/ч;

B_1 - величина изменения расхода масла в период приработки, кг/ч.

Подставив (14), (15) в (2), получим интегральное уравнение накопления продуктов износа в масле

$$0,01Vy = 0,01y_0 + \int_0^t A dt - 0,01 \int_0^t (Q\varphi + B)y dt. \quad (16)$$

Выражение (16) в общем виде, описывающее процесс накопления продуктов износа в масле, для функционально изменяющихся скорости поступления продуктов износа в масло и расхода, при конкретном техническом состоянии двигателя, можно представить уравнением Вольтерра 2-го рода:

$$y(t) = f(t) + \lambda \int_0^t K(\tau)y(\tau) d\tau, \quad (17)$$

$$\text{где } f(t) = \frac{1}{0,01V} \left\{ 0,01Vy_0 + (1 + K_1^{\beta_1} P_e) \left[\frac{A_0(1 - e^{-c_1 t})}{c_1} + (A_0 - A_1)t \right] \right\}, \quad (18)$$

$$\lambda = \frac{1}{0,01V}, \quad (19)$$

$$K(t) = 0,01Q\varphi + (1 + K_2^{\beta_2} P_e)(B_0 - B_1)(1 - e^{-c_2 t}), \quad (20)$$

$$A \neq \text{const}, \quad B \neq \text{const}.$$

Уравнение (17) не имеет общего решения, но можно получить частные его решения, используя метод последовательных приближений.

В качестве первого приближения может быть использована аппроксимирующая функция

$$y_1(t) = y(t) = A(1 - e^{-c_1 t}). \quad (21)$$

Для конкретного интервала времени выражение, описывающее процесс накопления продуктов износа в масле, можно представить интегральным уравнением Фредгольма 2-го рода:

$$y(t) = f(t) + \lambda \int_0^t K(\tau)y(\tau) d\tau. \quad (22)$$

Так как при стендовой обкатке нагрузка изменяется по интервалам, то функцию $y(t)$ легче определять по тем же интервалам времени

$$y(t) \begin{cases} y_1(t) = f(t) + \lambda \int_0^{t_1} K(t)y(t)dt \text{ для } 0 \leq t \leq t_1 \\ y_2(t) = f(t) + \lambda \int_{t_1}^{t_2} K(t)y(t)dt \text{ для } t_1 < t < t_2 \\ y_3(t) = f(t) + \lambda \int_{t_2}^{t_3} K(t)y(t)dt \text{ для } t_2 \leq t \leq t_3 \\ \dots \\ y_n(t) = f(t) + \lambda \int_{t_{n-1}}^{t_n} K(t)y(t)dt \text{ для } t_{n-1} \leq t \leq t_n \end{cases} \quad (23)$$

В данном случае уравнения Фредгольма 2-го рода - единственный целесообразный путь нахождения решений.

При решении уравнений (17) и (23) был использован ПК. Сравнивая кривые накопления продуктов износа в масле, полученные при решении уравнения (17) и уравнения (23) можно отметить, что для периода приработки при стендовой обкатке большую точность даёт уравнение (17), так как оно учитывает как техническое состояние двигателя после ремонта, так и нагрузку, изменяющуюся при обкатке. Использование зависимости (17) повышает точность расчёта в среднем на 15...20% по сравнению с результатами, получаемыми по (13). Расчётные зависимости процесса накопления продуктов износа в масле представлены на рисунке 1

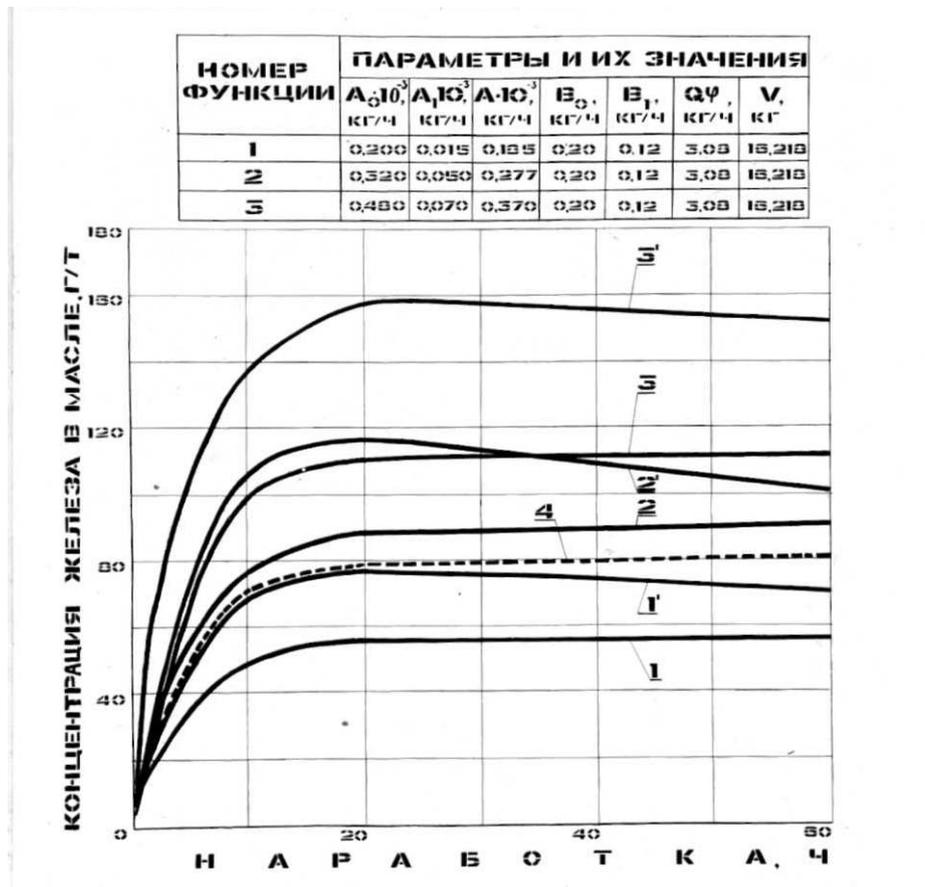


Рисунок 1 - Расчётные зависимости накопления продуктов износа в масле (железо): 1,2,3 - по уравнению (13); 1,2,3 - по уравнению (23); 4 - экспериментальная кривая

Отметим, что зависимости, рассчитанные по (23) с параметрами, указанными на рисунке 1, достаточно близки к реальным, характерным для процесса накопления продуктов износа в масле при стендовой обкатке двигателя СМД-62. Экспериментальные исследования, проведенные в ГОСНИТИ, подтвердили, что теоретические зависимости (14), (15), (17) являются приемлемыми для определения концентрации продуктов износа в моторном масле сопряжений цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) и кривошипно-шатунного механизма (КШМ) отремонтированных двигателей СМД-62 в период приработки, что позволяет прогнозировать ресурс сопряжений ЦПГ и КШМ по результатам анализа моторного масла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев, Ю. Н. Качество ремонта и надежность машин в сельском хозяйстве [Текст] / Ю. Н. Артемьев. – М.: Колос, 1981. – 239 с.
2. Венцель, С. В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания [Текст] / С. В. Венцель. – М.: Химия, 1979. – 249 с.
3. Григорьев, М. А. Качество моторного масла и надежность двигателей [Текст] / М. А. Григорьев, Б. М. Бунаков, В. А. Долецкий. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 232 с.
4. Федин, Н. А. Качество отремонтированных двигателей [Текст] / Н. А. Федин // Известия вузов. Строительство – Новосибирск. - 2000. - № 1. - С. 81-84.
5. Федин, Н. А. Исследование результатов диагностирования моторного масла для оценки качества отремонтированных двигателей [Текст] / Н. А. Федин // Материалы I международной научно-технической конференции. -2000. - Ч2. - Пенза: ПГАСА. - С. 65-68.
6. Федин, Н. А. Оценка качества отремонтированных двигателей [Текст]: моногр. / Н. А. Федин, Т. Г. Федина. – Пенза: ПГУАС, 2010. – 132 с.

Федин Николай Алексеевич

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28

Канд. тех. наук, доцент кафедры «Начертательная геометрия и графика»

E-mail: ngig@pguas.ru

Рябов Сергей Сергеевич

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28

Студент гр. ЭТМК-11

E-mail: sergryaboff@mail.ru

N. A. FEDIN, S. S. RYABOV

WEAR DEBRIS ACCUMULATION IN MOTOR OIL OF INTERNAL-COMBUSTION ENGINES

The process of wear debris accumulation in motor oil of internal-combustion engines is considered in the article. The equations with rectangular components, calculation dependence of wear debris accumulation in motor oil and observed dependence are also regarded.

Keywords: engine, breaking-in, wear debris, motor oil, resource.

BIBLIOGRAPHY

1. Artemyev, U. N. Kachestvo remonta i nadezhnost' mashin v sel'skom chozyaystve [Text] / U. N. Artemyev. – М.: Kolos, 1981. – 239 s.
2. Ventsel', S. V. Primeneniye smazochnykh masel v dvigatelyach vnutrennego sgoraniya [Text] / S. V. Ventsel'. – М.: Chimiya, 1979. – 249 s.
3. Grigoryev, M. A. Kachestvo motornogo masla i nadezhnost' dvigateley [Text] / M. A. Grigoryev, B. M. Banukov, V. A. Doletskiy. – М.: Izdatelstvo standartov, 1984. – 232 s.
4. Fedin, N. A. Kachestvo otremonirovannykh dvigateley [Text] / N. A. Fedin // Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo – Novosibirsk: 2000/ № 1, S. 81-84
5. Fedin, N. A. Issledovaniye rezultatov diagnostirovaniya motornogo masla dlya otsenki kachestva otremonirovannykh dvigateley [Text] // Materialy I mezhdunarodnoy nauchno-technicheskoy konferentsiyi. – 2000. - Section 2. - Пенза: ПГАСА. - S. 65-68.
6. Fedin, N. A. Otsenka kachestva otremonirovannykh dvigateley [Text]: monogr / N. A. Fedin, T. G. Fedina. – Пенза: PGUAS, 2010. – 132 s.

Fedin Nikolay Akekseevich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Russia, g. Penza city, Titova, 28

Candidate tech. science, assistant, professor of "Descriptive Geometry"

E-mail: ngig@pguas.ru

Ryabov Sergey Sergeevich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Russia, g. Penza city, Titova, 28.

Student gr. ETMK-11

E-mail: sergryaboff@mail.ru

УДК 622.684

В. И. САРБАЕВ, Ю. В. ГАРМАШ, Т. С. ВАЛОВА

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ВПРЫСКА ТОПЛИВА

Предложена инновационная система инъекции топлива автомобильного двигателя внутреннего сгорания, обеспечивающая значительное сокращение времени операции пульверизатора.

Ключевые слова: инъекция топлива, время операции, электромагнита, скорости.

ВВЕДЕНИЕ

От эффективности работы системы впрыска топлива в значительной степени зависят процесс смесеобразования, топливная экономичность и снижение токсичности отработавших газов двигателя внутреннего сгорания. Следует отметить, что системы впрыска топлива сложнее систем топливоподачи карбюраторных двигателей из-за большего числа подвижных прецизионных механических элементов и электронных устройств и требуют более квалифицированного обслуживания. При распределенном впрыске топливо подается в зону впускных клапанов каждого цилиндра группами форсунок без согласования момента впрыскивания с процессами впуска в каждый цилиндр (несогласованный впрыск) или каждой форсункой в определенный момент времени, согласованный с открытием соответствующих впускных клапанов цилиндров (согласованный впрыск). С целью повышения приемистости автомобиля, надежности пуска, ускорения прогрева и повышения мощности двигателя применяют системы согласованного впрыска топлива. Однако у таких систем по сравнению с центральным впрыскиванием больше погрешность дозирования топлива из-за малых цикловых подач. Идентичность составов горючей смеси по цилиндрам в большей степени зависит от неравномерности дозирования топлива форсунками, чем от конструкции впускной системы [1 - 6].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Основное время впрыска топлива - это время для получения смеси с теоретически необходимым коэффициентом избытка воздуха. Количество воздуха, поступающего в цилиндр за цикл, рассчитывается блоком управления по данным датчика расхода воздуха и частоты вращения коленчатого вала двигателя. В подобных системах предусмотрена коррекция времени срабатывания электромагнитной форсунки по напряжению питания, по температуре охлаждающей жидкости во время прогрева двигателя, по температуре воздуха на впуске. Форсунки открываются автоматически и осуществляют дозирование и распыливание топлива. Они разрабатываются для каждой модели двигателя, постоянно совершенствуется, по этой причине можно отметить большое разнообразие их конструкций [1-6].

Работа электромагнитной форсунки связана с протекающими одновременно механическими, электромагнитными и гидравлическими процессами, поэтому она является одним из наиболее ответственных элементов в системе впрыска топлива. Форсунки должны иметь нелинейность характеристики дозирования топлива в пределах 2 – 5 % на протяжении всего срока службы (около 600 млн. циклов срабатывания). Они работают в импульсном режиме при частотах от 10 до 200 Гц и выше в условиях вибрации двигателя и повышенных температур. В справочнике Бош отмечается, что время срабатывания форсунки не должно превышать 300 мкс. Возможности решения этой задачи и посвящена статья.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

С целью оценки возможности регулирования времени срабатывания форсунки, рассмотрим некоторые общие вопросы расчета переходных процессов для двух случаев: 1) при подключении форсунки к заряженному конденсатору (на примере включения последова-

тельного контура rLC – цепи), 2) при подключении форсунки к источнику постоянного напряжения.

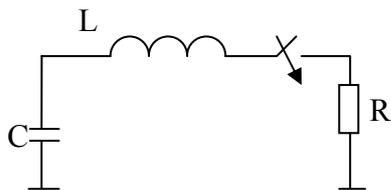


Рисунок 1 - Эквивалентная схема замещения электромагнитной форсунки при подключении к заряженной ёмкости

Установим зависимость силы тока от времени при подключении форсунки к заряженному конденсатору.

При замыкании ключа в цепи, изображённой на рисунке 1, возникают затухающие колебания, при которых сила тока меняется по закону:

$$i(t) = I_m e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

где $\beta = \frac{R}{2L}$ – коэффициент затухания;

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ – циклическая частота.

Решаем уравнение (1), учитывая следующие начальные условия:

- 1) $t = 0, i(0) = 0$;
- 2) $t = 0, U_C(0) = \text{const}$ - начальное напряжение на конденсаторе.

Так как $i(0) = 0$, то $U_L(0) = U_C(0)$, следовательно, $U_C(0) = L \frac{di}{dt}(0)$ и $\frac{di}{dt}(0) = \frac{U_C(0)}{L}$.

Подставляем полученное выражение в уравнение (1):

$$i(0) = I_m e^0 \sin(\omega t + \varphi) = I_m \sin \varphi = 0.$$

Из данного уравнения находим $\varphi = 0$, тогда уравнение (1) запишется в виде:

$$i(t) = I_m e^{-\beta t} \sin \omega t.$$

Находим производную:

$$i'(t) = I_m e^{-\beta t} (-\beta) \sin \omega t + I_m e^{-\beta t} \omega \cos \omega t = I_m e^{-\beta t} (-\beta \sin \omega t + \omega \cos \omega t).$$

Используем второе начальное условие $\frac{di}{dt}(0) = \frac{U_C(0)}{L}$:

$$\frac{U_C(0)}{L} = I_m e^{-\beta \cdot 0} (-\beta \cdot 0 + \omega),$$

$$\frac{U_C(0)}{L} = I_m \omega, \text{ следовательно, } I_m = \frac{U_C(0)}{L\omega} = \frac{U_C(0)}{L \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}}} = \frac{U_C(0)}{\sqrt{C}}.$$

Находим время, за которое ток достигнет значения тока трогания электромагнита:

$$\frac{U_C(0)}{\sqrt{C}} \cdot e^{-\beta t} \cdot \sin \omega t = I_{mp} \quad (2)$$

Преобразуем выражение, умножив обе части уравнения на $\frac{\sqrt{L}}{U_C(0)}$:

$$e^{-\beta t} \cdot \sin \omega t = \frac{I_{mp} \sqrt{L}}{U_C(0)}$$

Обозначим $A = \frac{I_{mp} \sqrt{L}}{U_C(0)}$, тогда

$$e^{-\beta t} \cdot \sin \omega t = A,$$

$$\sin \omega t = A \cdot e^{\beta t}. \quad (3)$$

Разложим функции, стоящие в левой части уравнения в ряд:

$$\sin \omega t = \omega t - \frac{(\omega t)^3}{3!} + \frac{(\omega t)^5}{5!} + \dots + \frac{(-1)^{2N-1} (\omega t)^{2N-1}}{(2N-1)!},$$

$$e^{-\beta t} = 1 + \beta t + \frac{(\beta t)^2}{2!} + \frac{(\beta t)^3}{3!} + \dots + \frac{(\beta t)^n}{n!}.$$

Запишем уравнение (3) с учетом разложения функций в ряд:

$$\omega t - \frac{(\omega t)^3}{6} = A \left(1 + \beta t + \frac{(\beta t)^2}{2} + \frac{(\beta t)^3}{6} \right)$$

Переносим все слагаемые в одну часть уравнения, раскрывая при этом скобки:

$$A + A\beta t + \frac{A\beta^2 t^2}{2} + \frac{A\beta^3 t^3}{6} - \omega t + \frac{\omega^3 t^3}{6} = 0.$$

Приводим подобные слагаемые, получаем:

$$\frac{A\beta^3 + \omega^3}{6} t^3 + \frac{A\beta^2}{2} t^2 + (A\beta - \omega) t + A = 0 \quad (4)$$

Разделим на $\frac{A\beta^3 + \omega^3}{6}$:

$$t^3 + \frac{3A\beta^2}{A\beta^3 + \omega^3} t^2 + \frac{6(A\beta - \omega)}{A\beta^3 + \omega^3} t + \frac{6A}{A\beta^3 + \omega^3} = 0$$

Введём обозначения:

$$a = \frac{3A\beta^2}{A\beta^3 + \omega^3}, \quad b = \frac{6(A\beta - \omega)}{A\beta^3 + \omega^3}, \quad c = \frac{6A}{A\beta^3 + \omega^3}.$$

Тогда уравнение (4) примет вид:

$$t^3 + at^2 + bt + c = 0. \quad (5)$$

Решаем полученное уравнение:

$$y = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}, \quad (6)$$

где $p = -\frac{a^2}{3} + b$;
 $q = \frac{2a^3}{27} - \frac{ab}{3} + c$;
 $t = y - \frac{a}{3}$.

Полученное решение позволяет оценить время срабатывания электромагнитной форсунки при её питании от заряженного конденсатора.

Рассмотрим второй способ питания цепи электромагнитной форсунки - от напряжения постоянного уровня [7]. В этом случае зависимость силы тока от времени будет иметь вид:

$$i(t) = \frac{E}{R_k} (1 - e^{-t/\tau_k}) = I_{тр}, \quad (7)$$

где $\tau_k = \frac{L}{R}$.

Решение этого уравнения:

$$t = \tau_k \cdot \ln \frac{E}{E - I_{тр} R_k}. \quad (8)$$

Оценка времени трогания якоря показывает, что при реальных параметрах форсунки это время на порядок меньше при питании цепи форсунки от заряженного конденсатора по уравнению (6), чем при питании от напряжения постоянного уровня (8).

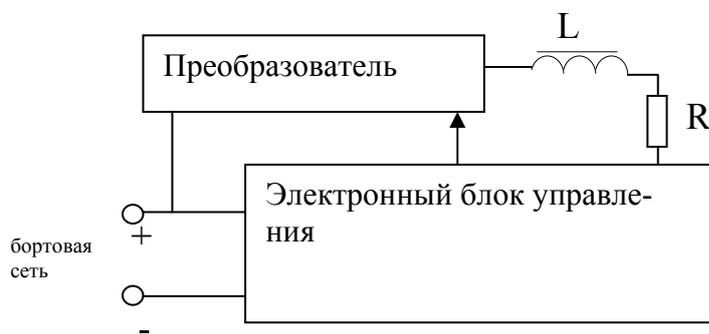


Рисунок 2 – Подключение форсунки к бортовой сети через преобразователь параметров электрической энергии

Возможно управление временем срабатывания форсунки, если её питать от напряжения изменяющегося уровня. Схема подключения форсунки к бортовой сети в этом случае будет выглядеть, как показано на рисунке 2.

ВЫВОДЫ

При разряде заряженного конденсатора на электромагнитную форсунку достигается существенно меньшее время трогания, чем при подключении форсунки к источнику постоянной ЭДС.

- теоретически установлено, что возможно регулирование времени срабатывания электромагнитной форсунки при её питании от напряжения изменяющегося уровня;

- установлено, что при увеличении напряжения питания необходимо пропорционально увеличивать активное сопротивление цепи форсунки, что позволяет при снижении времени срабатывания сохранить надёжность работы системы за счёт поддержания постоянного установившегося значения тока;

- теоретически установлено, что при разряде заряженного конденсатора на электромагнитную форсунку достигаются существенно меньшее время срабатывания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобильный справочник «Бош» [Текст] / Пер. с нем. - М.: За рулем, 1999.-895 с.
2. Бudyko, Ю. И. Аппаратура впрыска легкого топлива автомобильных двигателей [Текст]: учебное пособие / Ю. И. Бudyko. - Л.: Машиностроение, 1975. - 192 с.
3. Ерохов, В. И. Системы впрыска топлива легковых автомобилей [Текст]: учебное пособие / В. И. Ерохов. - М.: Транспорт, 2002. - 174 с.
4. Купеев, Ю. А. Развитие микропроцессорных систем управления бензиновыми двигателями [Текст] // Ю. А. Купеев, В. А. Набоких, Б. Я. Черняк // Двигателестроение. - М.: Машиностроение. - 1984. - № 1. - С. 21-23.
5. Резник, П. А. Электрооборудование автомобилей [Текст]: учебное пособие / П. А. Резник. - М.: Транспорт. - 1990. - 256 с.
6. Руководство по электрическому оборудованию автомобилей. Основы теории и практики обслуживания автомобильных электрических и электронных систем [Текст] / Пер. с англ. - СПб.: Алфамер Паблишинг, 2001. - 287 с.
7. Sarbaev, V. I. About speed of electromagnetic atomizers in systems of injection of fuel [Текст] / V. I. Sarbaev, Y. V. Garmash, T. S. Valova. - Materialy IX mezinarodni vedecko-prakticka conference moderni vymozenosti vedy - Praha. Publishing House "Education and Science" s.r.o. - 2013 27.01.2013-05.02.2013.
8. Сарбаев, В. И. Импульсные преобразователи электрической энергии для системы впрыскивания топлива [Текст] / Сарбаев В. И., Гармаш Ю. В., Валова Т. С. // Автомобильная промышленность. - 2014. - № 3. С. 25 - 28.
9. Сарбаев, Ю. В. Управление электроприводом постоянного тока автотранспортного средства [Текст] / Ю. В. Сарбаев, Ю. В. Гармаш, И. И. Пономарёва // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 1(36). - С.59-64.

Сарбаев Владимир Иванович

Московский государственный индустриальный университет

Адрес: 115280, Россия, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16

Д-р техн. наук, профессор, почетный работник транспорта РФ, заведующий кафедрой «Эксплуатация транспортных средств»

E-mail: sarbaev@mail.msiu.ru

Гармаш Юрий Владимирович

Современный технический институт (СТИ)

Адрес: 390048, Россия, г. Рязань, ул. Новоселов, д.35а

Канд. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой энергетики

E-mail: yury.garmasch@yandex.ru

Валова Татьяна Сергеевна

Рязанское высшее воздушно-десантное ордена Суворова дважды Краснознамённое командное училище имени В. Ф. Маргелова (военный институт)

Адрес: 390031, Россия, г. Рязань, площадь генерала армии В.Ф. Маргелова, д.1

Преподаватель

V. I. SARBAEV, YU. V. GARMASH, T. S. VALOVA

APPLICATION OF PULSE CONVERTERS OF PARAMETERS ELECTRIC ENERGY IN SYSTEMS OF INJECTION OF FUEL

The innovational system of injection of fuel of the automobile engine of the internal combustion, providing significant reduction of time of operation of an atomizer is offered.

Keywords: injection of fuel, time of operation, an electromagnet, speed.

BIBLIOGRAPHY

1. Avtomobil'nyy spravochnik «Bosh» [Tekst] / Per. s nem. - M.: Za rulem, 1999.-895 s.
2. Budyko, YU. I. Apparatura vpryska legkogo topliva avtomobil'nykh dvigateley [Tekst]: uchebnoe posobie / YU. I. Budyko. - L.: Mashinostroenie, 1975. - 192 s.
3. Erokhov, V. I. Sistemy vpryska topliva legkovykh avtomobiley [Tekst]: uchebnoe posobie / V. I. Erokhov. - M.: Transport, 2002. - 174 s.
4. Kupeev, YU. A. Razvitie mikroprotsessornykh sistem upravleniya benzinovymi dvigatelyami [Tekst] // YU. A. Kupeev, V. A. Nabokikh, B. YA. Chernyak // Dvigatelistroenie. - M.: Mashinostroenie. - 1984. - № 1. - S. 21-23.
5. Reznik, P. A. Elektrooborudovanie avtomobiley [Tekst]: uchebnoe posobie / P. A. Reznik. - M.: Transport. - 1990. - 256 s.
6. Rukovodstvo po elektricheskomu oborudovaniyu avtomobiley. Osnovy teorii i praktiki obsluzhivaniya avtomobil'nykh elektricheskikh i elektronnykh sistem [Tekst] / Per. s angl. - SPb.: Alfamer Publishing, 2001. - 287 s.
7. Sarbaev, V. I. About speed of electromagnetic atomizers in systems of injection of fuel [Tekst] / V. I. Sarbaev, Y. V. Garmash, T. S.Valova. - Materialy IX mezinardni vedecko-prakticka conference moderni vymozenosti vedy - Praha. Publishing House "Education and Science" s.r.o. - 2013 27.01.2013-05.02.2013.
8. Sarbaev, V. I. Impul'snye preobrazovateli elektricheskoy energii dlya sistemy vpryskivaniya topliva [Tekst] / Sarbaev V. I., Garmash YU. V., Valova T. S. // Avtomobil'naya promyshlennost'. - 2014. - № 3. S. 25 - 28.
9. Sarbaev, YU. V. Upravlenie elektroprivodom postoyannogo toka avtotransportnogo sredstva [Tekst] / YU. V. Sarbaev, YU. V. Garmash, I. I. Ponomariova // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. -№ 1(36). - S.59-64.

Sarbaev Vladimir Ivanovich

Moscow State Industrial University

Address: 115280, Rossia, g. Moscow, ul . Avtozavodskaya, 16

Dr. tehn. , Professor , Honorary Worker of Transport of the Rugsian Federation , Head of the "Operation of vehicles"

E -mail: sarbaev@mail.msiu.ru

Garmash Jury Vladimirovich

Modern Technology Institute (STI)

Address: 390048 , Rossia, g. Ryazan, ul . Novoselov , d.35a

Candidate . tehn. Sciences, Professor, Head of the Department of Energy

E -mail: yury.garmasch @ yandex.ru

Valova Tatyana Sergeevna

Ryazan Higher Airborne Twice Red Banner Order of Suvorov Command School named after VF Margelov (Military Institute)

Address: 390031 , Russia , g. Ryazan area , Army General VF Margelov , 1

Teacher

УДК 621.436.001.43

С. В. ТИМОХИН, Ю. В. РОДИОНОВ

РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТАТИКО-ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ ДИЗЕЛЯ ПРИ ОБКАТКЕ

Представлено обоснование режимов статико-динамического нагружения дизелей при холодной обкатке, заключающегося в создании в цилиндрах ДВС гидроимпульсов высокого давления с заданной частотой и амплитудой, вызывающие колебательные перемещения деталей цилиндро-поршневой группы и кривошипно-шатунного механизма, приводящие к выборке зазоров в сопряжениях и их соударениям, наклепу поверхностей, повышению износостойкости и снижению последующего приработочного износа.

Ключевые слова: дизель, холодная обкатка, статико-динамическое нагружение, математическая модель.

Типовые технологии обкатки ДВС с использованием универсальных обкаточно-тормозных стендов обладают рядом существенных недостатков, таких как большая мощность и стоимость, повышенные энергозатраты и неоптимальность реализуемых нагрузочно-скоростных режимов. При этом одним из наиболее существенных недостатков является повышенный скоростной режим первой ступени холодной обкатки ДВС, назначаемый, как правило, исходя из возможностей серийных обкаточных стендов. Повышенный скоростной режим начального периода приработки сопряжений, действующий в условиях наибольшей шероховатости и макрогеометрических отклонений формы деталей, затрудненной подачи смазочного масла в зону трения, приводит к интенсивному контактированию микронеровностей, быстрому нагреву поверхностей, схватыванию и вырыванию металла и, как следствие, повышенному износу.

Одним из способов устранения этого недостатка является снижение частоты вращения коленчатого вала ДВС на первой ступени холодной обкатки. Однако для реализации таких режимов холодной обкатки необходимы специальные стенды с понижающими редукторами, что затрудняет реализацию данного способа. Другим недостатком обкатки на пониженных частотах вращения является малая производительность штатного масляного насоса смазочной системы ДВС, приводящая к задержке подачи смазки в зоны трения в начальный период.

В связи с вышеизложенным, актуальной задачей является разработка новых энергосберегающих способов холодной обкатки ДВС и средств для их реализации, обеспечивающих снижение первоначального приработочного износа при одновременном повышении качества приработки. Для решения этой задачи был предложен способ холодной обкатки ДВС со статико-динамическим нагружением (СДН) [1].

Задачей обоснования режимов обкатки является определение закономерностей изменения нагрузочно-скоростных режимов работы сопряжений ДВС в условиях СДН в зависимости от конструктивно-кинематических параметров ДВС, параметров систем подачи масла и управления, торсиона и приводной станции.

К конструктивно-кинематическим параметрам ДВС, учитываемым при обосновании, следует отнести диаметр и число цилиндров, ход и массу поршня, степень сжатия, объем камеры сгорания, длину шатуна и радиус кривошипа коленчатого вала и др., т.е. все основные параметры ДВС, используемые при его кинематическом и динамическом расчете.

Основными параметрами системы подачи масла являются максимальное давление P_M , производительность Q , а также время включения и выключения электроклапанов гидрораспределителя, у торсиона – коэффициент жесткости C и допустимый угол закрутки

$\varphi_{\text{Доп}}$, у приводной станции – угловая скорость выходного вала ω_e и максимально допустимый обратный (тормозной) момент M_{max} .

Функционально-кинематическая схема стенда для реализации предлагаемого способа обкатки с СДН была рассмотрена ранее [2].

При включении насосной станции часть масла, забираемого масляным насосом из картера ДВС, через регулятор давления подается в главную масляную магистраль ДВС для смазки сопряжений ($P = 0,3$ МПа). Другая часть масла под высоким давлением ($P \geq 3,5$ МПа) подается на вход электрогидрораспределителя. При включении мотор-редуктора происходит прокрутка коленчатого вала через торсион со сверхнизкой ($0,2 \dots 1,0$ мин⁻¹) частотой вращения.

Происходит закрутка торсиона за счет момента механических потерь $M_{МП}$ ДВС на некоторый угол φ_3 . Так как угловая переносная скорость приводной станции и коленчатого вала ω_e мала, то момент механических потерь равен моменту от сил трения покоя. При включении блока автоматизированной системы управления на электрогидрораспределитель будут последовательно поступать импульсы управления электроклапанами. При подаче импульса на первый электроклапан он откроется и в надпоршневое пространство ДВС начнет поступать масло, действуя на поршень с силой P_M , равной

$$P_M = p_m \cdot F_{\Pi}, \quad (1)$$

где P_M – удельное давление масла, МПа;

F_{Π} – площадь поршня, м².

Приведем массы подвижных деталей ДВС и рабочего тела (масла) к одной поступательно движущейся массе, сосредоточенной на пересечении осей цилиндра и поршневого пальца и получим одномассовую механическую модель системы для поступательного движения.

При $P_M > P_{МП} + P_{ТОР}$ начнется перемещение поршня вниз к нижней мертвой точке (НМТ) с ускорением j , равным

$$j = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{P_M - (P_{МП} + P_{ТОР})}{m_{ПД}}, \quad (2)$$

где x – перемещение поршня, м;

$m_{ПД}$ – масса поступательно движущихся деталей (поршня m_{Π} , масла в надпоршневой полости цилиндра m_M , верхней части шатуна $m_{Ш}$) и приведенной к поршню массы от вращающихся деталей ДВС $m_{ВР}$, обладающих суммарным моментом инерции J , т.е.

$$m_{ПД} = m_{\Pi} + m_{Ш} + m_M + m_{ВР}. \quad (3)$$

Масса масла в надпоршневом пространстве является функцией перемещения поршня или угла поворота коленчатого вала, которые связаны между собой известным конструктивно-кинематическим соотношением

$$x = r(1 + \frac{\lambda}{2} \sin^2 \varphi - \cos \varphi), \quad (4)$$

где r – радиус кривошипа, м;

λ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна l , т.е. $\lambda = \frac{r}{l}$;

φ – угол поворота коленчатого вала, рад.

При нахождении поршня в ВМТ масса масла в надпоршневом пространстве определится по формуле

$$m_{M0} = \rho_M \cdot V_c = \rho_M \cdot V_{M0}, \quad (5)$$

где ρ_M – плотность масла, кг/м³;

V_c – объем камеры сгорания ДВС, м³.

Текущее значение массы масла в надпоршневом пространстве при других положениях поршня определится по формуле

$$m_M = m_{M0} + \rho_M \cdot F_{П} \cdot x. \quad (6)$$

При известных зависимостях P_M , P_{TOP} , $P_{МП}$, $m_{ПД}$ от времени перемещения и скорости поршня, известных начальных условиях и константах может быть получено решение уравнения динамики (2). По полученному значению ускорения поршня определяется сила инерции и нагрузочно-скоростной режим ДВС и его сопряжений на рассматриваемом участке цикла СДН.

При анализе динамики ДВС при его работе на установившихся скоростных режимах рассматривают двухмассовую модель КШМ, в которой поршень и часть шатуна относят к поступательно движущимся массам, а другую к вращающимся относительно оси коленчатого вала массам (коленчатый вал, маховик и др.).

В связи с тем, что при СДН угловая скорость коленчатого вала имеет переменный и неравномерный характер, воспользуемся при дальнейшем анализе приведением движущихся масс к оси коленчатого вала. В этом случае массу поршня, поршневого пальца и шатуна, а также масла приводят к оси коленчатого вала.

В этом случае может быть получена механическая одномассовая модель для вращательного движения вала ДВС, уравнение динамики которого на такте наброса давления масла имеет вид:

$$M_i - M_{TOP} - M_{МП} = J \cdot \varepsilon, \quad (7)$$

где M_i , M_{TOP} , $M_{МП}$ – моменты от силы давления масла, торсиона и трения в сопряжениях соответственно, Н·м;

ε – угловое ускорение коленчатого вала, с⁻² ($\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$);

ω – угловая скорость коленчатого вала, с⁻¹, тогда выражение (7) примет вид:

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{M_i - M_{TOP} - M_{МП}}{J}. \quad (8)$$

Поступательно-движущиеся массы формируют переменную по углу поворота коленчатого вала составляющую момента инерции ДВС, то есть в общем виде:

$$J_{ПД} = f(\varphi) . \quad (9)$$

Для одноцилиндрового ДВС $J_{ПД}$ определяется по известной зависимости:

$$J_{ПД} = \frac{m_{ПД} \cdot r^2}{2} \left[1 - \cos 2\varphi + \frac{\lambda^2}{4} - \frac{\lambda^2}{4} \cdot \cos 4\varphi - \lambda \cdot \cos \varphi - \lambda \cdot \cos 3\varphi \right], \quad (10)$$

где $m_{ПД}$ – масса поступательно движущихся деталей и масла, приводимая к оси коленчатого вала ($m_{ПД} = m_{П} + m_{Ш} + m_{М}$).

Для многоцилиндрового ДВС суммарный момент инерции поступательно движущихся масс получают суммированием моментов инерции отдельных цилиндров сдвинутых относительно первого по углу поворота кривошипов коленчатого вала.

Суммарный момент инерции одноцилиндрового ДВС J будет равен:

$$J = J_{ВР} + J_{ПД} = 1,2 \cdot J_M + \frac{m_{ПД} \cdot r^2}{2} \left[1 - \cos 2\varphi + \frac{\lambda^2}{4} - \frac{\lambda^2}{4} \cdot \cos 4\varphi - \lambda \cdot \cos \varphi - \lambda \cdot \cos 3\varphi \right], \quad (11)$$

где $J_{ВР}$ – момент инерции вращающихся масс ДВС, приведенных к оси коленчатого вала ($J_{ВР} = (1,1-1,4) J_M$, где J_M – момент инерции маховика, Н·м·с²).

Индикаторный крутящий момент ДВС M_i на такте наброса для любого угла поворота коленчатого вала φ и давления цикла СДН может быть определен по формуле

$$M_i = \frac{P_1 \cdot r \cdot \sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta}, \quad (12)$$

где P_1 – равнодействующая силы давления масла на поршень и силы инерции, т.е. $P_1 = P_M + P_J$, так как $m_{ПД} = 0$, то $P_J = m_{ПД} \cdot j = 0$, тогда для рассматриваемой модели

$$M_i = \frac{P_M \cdot r \cdot \sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta}, \quad (13)$$

где β – угол между осью шатуна и осью цилиндра ДВС,

$$\beta = ar \cos \sqrt{1 - \lambda^2 \cdot \sin^2 \varphi}, \quad (14)$$

где φ – угол поворота коленчатого вала $0 \leq \varphi \leq n \cdot 360^\circ$,

$$\varphi = \omega_e \cdot t \pm \sum_{i=1}^n \omega_{ri} \cdot \Delta t = \omega_e \cdot t \pm \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \Delta t^2, \quad (15)$$

где ω_e – переносная угловая скорость, с⁻¹ (скорость вращения выходного вала приводной станции);

ω_r – относительная угловая скорость коленчатого вала в процессе его колебательного движения под действием рассматриваемых сил и моментов цикла СДН;

ω_{ri} , ε_i – средние значения угловой скорости и углового ускорения на i -м участке интегрирования;

Δt – шаг интегрирования;

n – число шагов интегрирования, $n = \frac{t}{\Delta t}$;

$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \Delta t^2$ – относительное изменение угла поворота коленчатого вала в пределах времени цикла СДН.

Момент торсиона M_{TOP} при изменении направления и величины угла закрутки в рабочем диапазоне равен:

$$M_{TOP} = \pm C \cdot \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \Delta t^2, \quad (16)$$

где C – коэффициент жесткости торсиона, Н·м/рад.

Момент механических потерь ДВС $M_{МП}$ определяется выражением

$$M_{МП} = a + b \cdot \omega, \quad (17)$$

где a и b – постоянные для данного типа ДВС коэффициенты:

a – начальный момент механических потерь ДВС (при $\omega=0$), Н·м;

b – коэффициент, учитывающий влияние скоростного режима на механические потери, Н·м/с⁻¹;

для дизеля Д-144: $a=90$ Н·м, $b=0,13$ [3].

Для решения уравнений динамики ДВС (2, 8) необходимо знать закономерности изменения давления масла в надпоршневом пространстве в зависимости от текущего времени цикла СДН и угла поворота коленчатого вала.

Ввиду сложности аналитического описания данной зависимости при проведении расчетов можно брать фиксированные значения угла поворота и использовать однопараметровые зависимости давления от времени импульса, на рассматриваемых тактах цикла статико-динамического нагружения или от угла при $t_u = const$. Например, на такте увеличения давления и $\varphi = 72^\circ$ эта зависимость имеет вид:

$$p_M = 0,002 t^2 + 0,025t + 0,591, \quad (18)$$

где t – время увеличения давления.

$$(0 \leq t \leq t_y),$$

где t_y – время достижения максимального давления цикла p_{Mzi} для данного i -го углового положения коленчатого вала от момента начала его роста.

Максимальное давление цикла p_{Mzi} в зависимости от φ при длительности управляющего импульса 110 мс, определяется по уравнению:

$$p_{Mz} = -1 \cdot 10^{-8} \cdot \varphi^6 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot \varphi^5 + 0,003 \varphi^3 - 0,037 \cdot \varphi^2 + 0,144 \cdot \varphi. \quad (19)$$

Приняв шаг интегрирования, необходимые допущения, ограничения и начальные условия можно решить уравнение (8) относительно углового ускорения, например, методом численного интегрирования на ЭВМ, а затем определить все остальные параметры цикла СДН (угловую скорость, моменты, давление масла и т.д.).

Такт обратного поворота коленчатого вала происходит после включения второго электроклапана гидрораспределителя под воздействием момента раскрутки торсиона, при небольшом значении давления масла и нагрузки на сопряжения. Таким образом, основное нагружение сопряжений ДВС и их приработка происходит на участках с повышенным давлением и характер его изменения в пределах этих участков представляет наибольший интерес.

На первом такте увеличения давления $M_{TOP} = 0$, поэтому положительное ускорение появится только при условии $M_i = M_{МП}$. Тогда, начиная с некоторого шага, будет расти индикаторный момент M_i и затрачиваться на преодоление $M_{МП}$, M_{TOP} и $M_D = J \cdot \varepsilon$. Зная M_i , $M_{МПi-1}$ и M_{TOPi-1} находим ε_i , по нему $\omega_i = \omega_{i-1} + \varepsilon_i \cdot \Delta t_i$, φ_i и т.д. Таким образом, процесс будет идти до тех пор, пока не вступит в силу ограничение по давлению масла $p_M \leq p_{Mz}$ или по времени $t \leq t_y$. С другой стороны, монотонный рост давления масла происходит до момента начала поворота коленчатого вала ДВС, т.е. на всем участке t_y $\varepsilon = 0$, $\varphi = \varphi_H = 72^\circ$. С этого момента начинается поворот коленчатого вала, при чем ω и ε значительно изменяются на этом участке. Давление на этом участке снижается по колебательному закону, что обусловлено увеличением объема надпоршневого пространства и расходом масла. На участке t_y имеем изохорный процесс, а на участке $t_{нов}$ - политропный процесс – изменяются P и V . Работа на t_y $P \cdot \Delta V = 0$, а на $t_{нов}$ $l = P_{cp} \cdot \Delta V$.

В процессе поворота на участке с $M_i = M_{МП} + M_{TOP}$ $\varepsilon = 0$, $\omega = const$, а на участке с $M_i < M_{МП} + M_{TOP}$ $\varepsilon < 0$, M_D превращается в крутящий момент и поддерживает вращение коленчатого вала в том же направлении (по инерции суммируясь с M_i). В результате уменьшение ω на этом промежутке будет меньше (чем больше J , тем эффективнее сглаживание – меньше ускорения разгона и выбега). При некотором φ сумма $M_{МП} + M_{TOP}$ станет равной M_i , $\varepsilon = 0$, $\omega = 0$, поворот оканчивается, т.е. $M_i + M_{МП} = M_{TOP}$.

Для решения уравнения динамики ДВС на такте наброса давления при СДН составим систему уравнений (20), представляющую собой нагрузочно-скоростную математическую модель процесса СДН. Она позволяет определить основные параметры цикла СДН в зависимости от конструктивно-кинематических параметров ДВС, систем подачи масла и управления, торсиона и приводной станции.

Расчет проводится по отдельным участкам цикла СДН. Алгоритм интегрирования уравнений численным методом (например, методом Эйлера) на ЭВМ выполняется следующим образом:

1. Определяются параметры входящих в систему (20) элементов при $t = 0$ ($\varepsilon = 0$, $M_i = 0$, $M_{TOP} = 0$, $M_{МП} = a$, $\varphi = 0$, $J = J_0$, $m_M = m_{M0}$).

2. Дается приращение по времени Δt , равное, например, 0,0001 с. Определяем P_{M1} , затем P_{M1} , и M_{i1} , находим ε_1 , приняв остальные составляющие уравнения равными значениям при $t = 0$. Зная ε_1 найдем $\omega_1 = \omega_e + \varepsilon_1 \cdot \Delta t$, затем φ_1 , x_1 , m_{M1} , J_1 , $M_{МП1}$, и $M_{ТОР1}$.

$$\left\{ \begin{array}{l} p_M = 0,002t^2 + 0,025t + 0,591; p_M \leq p_{Mz}; 0 \leq t \leq t_y, \\ P_M = p_M \cdot F_{\Pi}, \\ \varphi = \omega_e \cdot t \pm \sum_{i=1}^n \omega_{ri} \cdot \Delta t = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \Delta t^2, \\ \beta = \arccos \sqrt{1 - \lambda^2 \cdot \sin^2 \varphi}, \\ M_i = \frac{P_M \cdot r \cdot \sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta}, \\ M_{ТОР} = \pm C \cdot \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \Delta t^2 \\ \omega = \omega_e + \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot \Delta t, \\ M_{МП} = a + b \cdot \omega, \\ x = r \cdot \left(1 + \frac{\lambda}{2} \sin^2 \varphi - \cos \varphi \right), \\ m_M = m_{M0} + \rho_M \cdot F_{\Pi} \cdot x, \\ m_{ПД} = m_{\Pi} + m_{Ш} + m_M, \\ J = 1,2 \cdot J_M + \frac{m_{ПД} \cdot r^2}{2} \left[1 - \cos 2\varphi + \frac{\lambda^2}{4} - \frac{\lambda^2}{4} \cdot \cos 4\varphi - \lambda \cdot \cos \varphi - \lambda \cdot \cos 3\varphi \right], \\ \varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{M_i - M_{ТОР} - M_{МП}}{J} \end{array} \right. \quad (20)$$

3. Полученные данные подставляются в уравнение для ε , определяем ε_2 и затем все остальные параметры аналогично п.2.

4. В процессе интегрирования также определяются величины p_{Mzi} и проверяется ограничение $p_M \leq p_{Mzi}$. При $p_M > p_{Mzi}$ расчет заканчивается.

Расчет других участков (поворота, остановки, возврата) проводится аналогично, но со своими начальными условиями и ограничениями.

Полученные закономерности изменения давления в цилиндре и момента торсиона отражают нагрузочный режим работы сопряжений, а угловой скорости – скоростной режим.

По результатам проведенных расчетов показателей нагрузочно-скоростных режимов процесса СДН при угловом положении коленчатого вала 72° и длительности управляющего импульса 110 мс были построены расчетные зависимости показателей процесса СДН (угла закрутки торсиона (φ_3), давления масла в цилиндре (p_M), индикаторного момента (M_i), момента торсиона ($M_{ТОР}$), момента механических потерь ($M_{МП}$), угловой скорости (ω) и ускорения (ε) от времени участка закрутки торсиона ($t_{пов}$)).

Таким образом, в результате проведенных исследований предложена нагрузочно-скоростная математическая модель процесса СДН и алгоритм ее расчета численным методом на ЭВМ, позволяющая определять основные параметры цикла СДН (угловое ускорение, угловую скорость, моменты, давление масла и т.д.) в зависимости от конструктивно-

кинематических параметров ДВС, системы подачи масла и системы управления, торсиона и приводной станции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родионов, Ю. В. Технология холодной обкатки дизелей со статико-динамическим нагружением [Текст] / Ю. В. Родионов, С. В. Тимохин // Строительные и дорожные машины. - 2013. - № 6. – С. 12-17.
2. Родионов, Ю. В. Результаты исследований холодной обкатки дизеля Д-144 со статико-динамическим нагружением [Текст] / Ю. В. Родионов, С. В. Тимохин // Мир транспорта и технологических машин. - 2013. - № 2 (41). – С. 33-14.
3. Родионов, Ю. В. Бестормозная обкатка автотракторных дизелей [Текст] / Ю. В. Родионов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. - 260 с.

Тимохин Сергей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»

Адрес: 440014, Россия, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30

Д-р техн. наук, профессор кафедры «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика»

E-mail: dspgsha@mail.ru

Родионов Юрий Владимирович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28

Д-р техн. наук, профессор, директор автомобильно-дорожного института

E-mail: dekauto@pguas.ru

S. V. TIMOCHIN, J. V. RODIONOV

THEORETICAL GROUND OF THE DIESEL STATIC-DYNAMIC LOADING PROCESS DURING THE ROLLING

Theoretical ground of static-dynamic loading modes for diesel engines cold rolling has been described. This loading mode aims to create hydro impulses of high pressure with the specified frequency and amplitude in the internal combustion engine cylinders. These cause vibrational moving of the cylinder-piston group and crank mechanism units and the selecting of gaps in mates and their concussions, as well as, the hardening of surfaces, improvement of wear resistance and decrease of the subsequent break-wear.

Keywords: diesel, cold rolling, static-dynamic loading, mathematical model.

BIBLIOGRAPHY

1. Rodionov, YU. V. Tekhnologiya kholodnoy obkatki dizeley so statiko-dinamicheskim nagruzheniem [Tekst] / YU. V. Rodionov, S. V. Timokhin // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. - 2013. - № 6. - S. 12-17.
2. Rodionov, YU. V. Rezul'taty issledovaniy kholodnoy obkatki dizelya D-144 so statiko-dinamicheskim nagruzheniem / YU. V. Rodionov, S. V. Timokhin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2013. - № 2 (41). - S. 33-14.
3. Rodionov, YU. V. Bestormoznaya obkatka avtotraktornykh dizeley [Tekst] / YU. V. Rodionov. - M.: FGNU "Rosinformagrotekh", 2005. - 260 s.

Sergey Victorovich Timochin

FGBOU VPO "Penza State Agricultural Academy"

Address: 440014, Rossia, g. Penza city. Botanical, 30

Ph.D., professor of "Tractors, cars and power system"

E-mail: dspgsha@mail.ru

Jury Vladimirovich Rodionov

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Rossia, g. Penza, ul. Titov, 28

Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of Automobile and Road Institute

E-mail: dekauto@pguas.ru

УДК 629.113.06:621

Г. И. ШАРОНОВ, В. В. ЛЯНДЕНБУРСКИЙ, И. В. НЕФЁДОВ, В. К. ШИЛИН

ТРАНЗИСТОРНЫЕ И ТИРИСТОРНЫЕ МОДУЛИ ЗАЖИГАНИЯ СО ВСТРОЕННЫМИ СРЕДСТВАМИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведён анализ вариантов микропроцессорной систем управления зажигания газового двигателя внутреннего сгорания КАМАЗ на базе транзисторных и тиристорных оконечных модулей зажигания, в котором исследование и контроль процесса искрообразования осуществляется путём фиксации амплитудно-временных параметров напряжения и токов в первичной и вторичной цепях.

Ключевые слова: микропроцессорная система управления зажиганием, транзисторные и тиристорные оконечные модули зажигания, амплитудно-временные параметры напряжения, токи в первичной и вторичной цепях, искровой разряд.

Из всех существующих систем зажигания наибольшее распространение получили транзисторные системы зажигания [1], однако наиболее перспективными являются конденсаторно-тиристорные модули зажигания (КТМЗ), преимущества которых в наибольшей мере проявляются при поджоге обедненных и бедных газозвоздушных смесей. КТМЗ обеспечивают надёжный поджог и полное сгорание топливовоздушных смесей на всех режимах работы двигателя. Они характеризуются высоким амплитудным значением тока первой индуктивной составляющей искрового разряда, формирующего дуговой разряд, и высокой скоростью нарастания вторичного напряжения. Это обеспечивает пробой увеличенного искрового зазора свечи зажигания, форсирует начальный очага горения и снижает вероятность пропусков воспламенения бензиновых и альтернативных видов топлива [2, 3, 4].

Форсирование начальной фазы, т.е. ускорение развития начального очага горения достигается увеличением межэлектродного зазора свечи зажигания и энергии искрового иницирующего разряда. Очаг горения при этом начинает распространяться от больших начальных объемов, что способствует снижению длительности начальной фазы сгорания и ускоренному распространению фронта пламени. Амплитуда тока и длительность искрового разряда, характеризующие при прочих равных условиях его энергию, существенно влияет на процессы воспламенения и горения топливовоздушной смеси при пуске и работе, как горячего, так и холодного двигателя, а также на эксплуатационные характеристики двигателя. Допустимыми значениями амплитуды вторичного тока и длительности искрового разряда считается, соответственно, 100 - 50 мА и 0,2 - 0,6 мс. При меньших значениях амплитуды вторичного тока и длительности искрового разряда ухудшаются условия пуска двигателя, а большие значения амплитуды вторичного тока и длительности искрового разряда следует применять лишь кратковременно, например, при пуске холодного двигателя на нормальной или на переобогащённой смеси, холостых оборотах (двигателей работающих на компримированном газе) и при резком нажатии на педаль газа (резком увеличении оборотов двигателя), т.к. увеличивается эрозия электродов свечей и уменьшается срок их службы [5, 6].

В процессе эксплуатации автомобиля основная доля неисправностей, с которыми водителю приходится сталкиваться в пути, ложится на различные системы и агрегаты двигателя. Первоочередная задача, которую водителю приходится решать в этом случае, это задача диагностики неисправности. Опыт показывает, что в подавляющем большинстве случаев отказы в работе двигателя наблюдаются либо в системе питания, либо в системе зажигания. В настоящее время водитель практически не имеет объективных технических средств диагностики неисправного состояния системы зажигания двигателя в пути. При выяснении неисправности двигателя он может ориентироваться на свой опыт, и схема его

действий сводится только к последовательной проверке функционирования основных систем двигателя.

Для выявления работоспособности системы зажигания автомобиля (отсутствие пропусков поджога топливовоздушной смеси) в каждом из каналов МСУЗ газового ДВС КАМАЗ фиксируются амплитудно-временные диаграммы падения напряжения на образцовом резисторе пропорционального току через выходной транзистор и, соответственно, через первичную обмотку катушки зажигания (рис. 1) и напряжения на стоке выходного полевого транзистора и, соответственно, напряжение на первичной обмотке катушки зажигания (рис.2), по которым принимается решение о наличии или отсутствие пропусков поджога газовой смеси.

Рассмотрим вариант микропроцессорной системы управления зажиганием (МСУЗ) газового двигателя внутреннего сгорания (ГДВС) КАМАЗ, в котором исследование и контроль процесса искрообразования осуществляется путём фиксации амплитудно-временных параметров напряжения и тока в первичной цепи катушки зажигания.

Однако анализ информация о амплитудно-временных параметрах тока и напряжения в первичной цепи позволяет контролировать лишь формирование или отсутствие искрового разряда во вторичной цепи, но не фиксирует формирование искрового разряда в зазоре свечи зажигания. Для объективного анализ формирования искрового разряда в зазоре свечи зажигания необходимо получить информацию об амплитудно-временных параметрах тока или (и) напряжения во вторичной цепи.

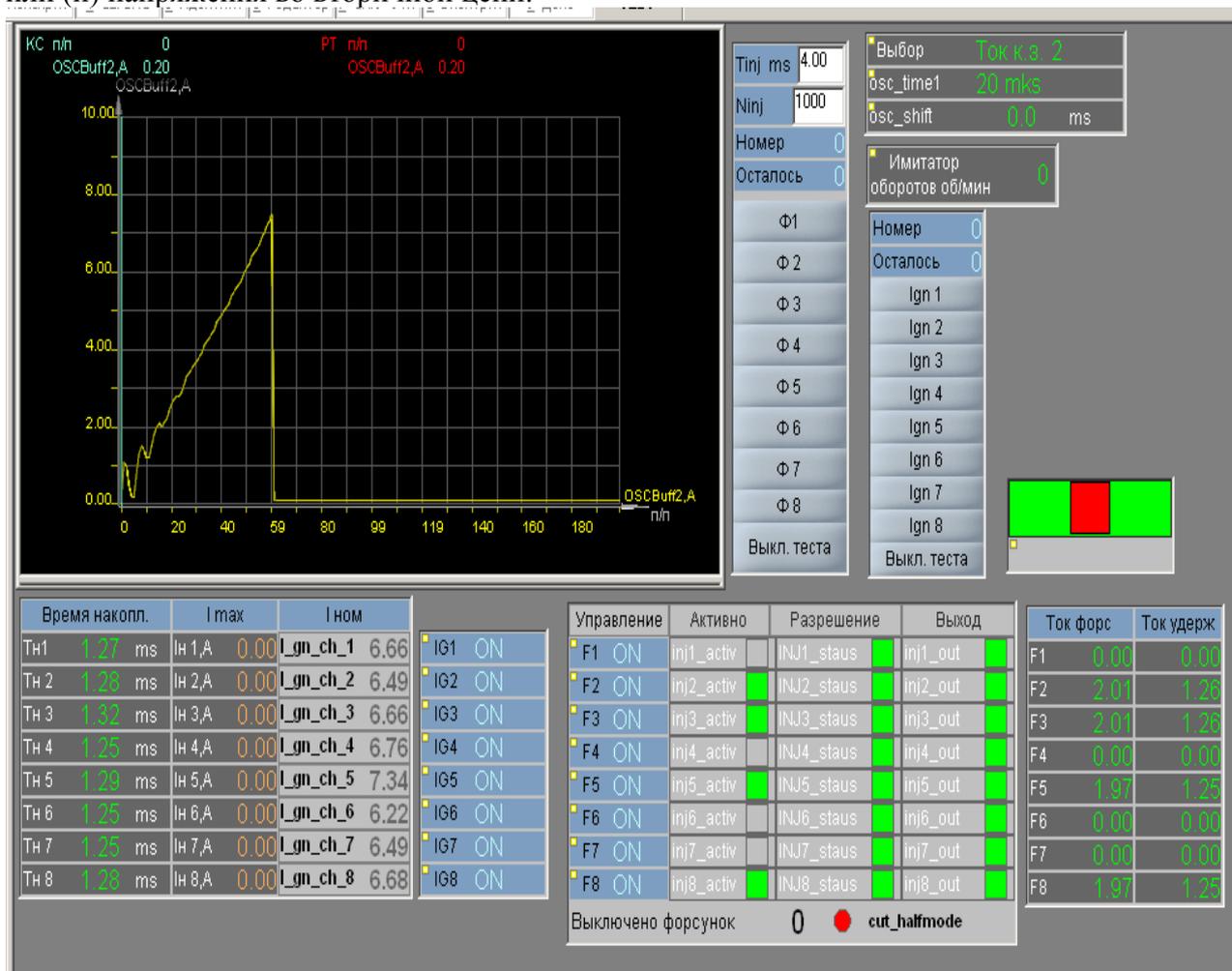


Рисунок 1 - Временная диаграмма тока через первичную обмотку катушки зажигания газового ДВС КАМАЗ

Известны различные варианты тиристорных систем электронного зажигания для ДВС, описанные в [7, 8, 9], которые можно использовать в качестве оконечного каскада МСУЗ ДВС.

Предлагается вариант оконечного каскада КТМЗ в микропроцессорной системе управления зажиганием (МСУЗ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС), в котором исследование и контроль процесса искрообразования осуществляется путём фиксации амплитудно-временных параметров напряжения в первичной цепи и токов, протекающих через образцовые резисторы в первичной и вторичной цепях катушки зажигания. По результатам анализа которых в МСУЗ ДВС формируется информация о работоспособности системы зажигания.

Для выявления работоспособности системы зажигания автомобиля (отсутствие пропусков поджога топливовоздушной смеси) предлагается блок схема одного из каналов МСУЗ ДВС с оконечным каскадом на базе КТМЗ (рис. 3).

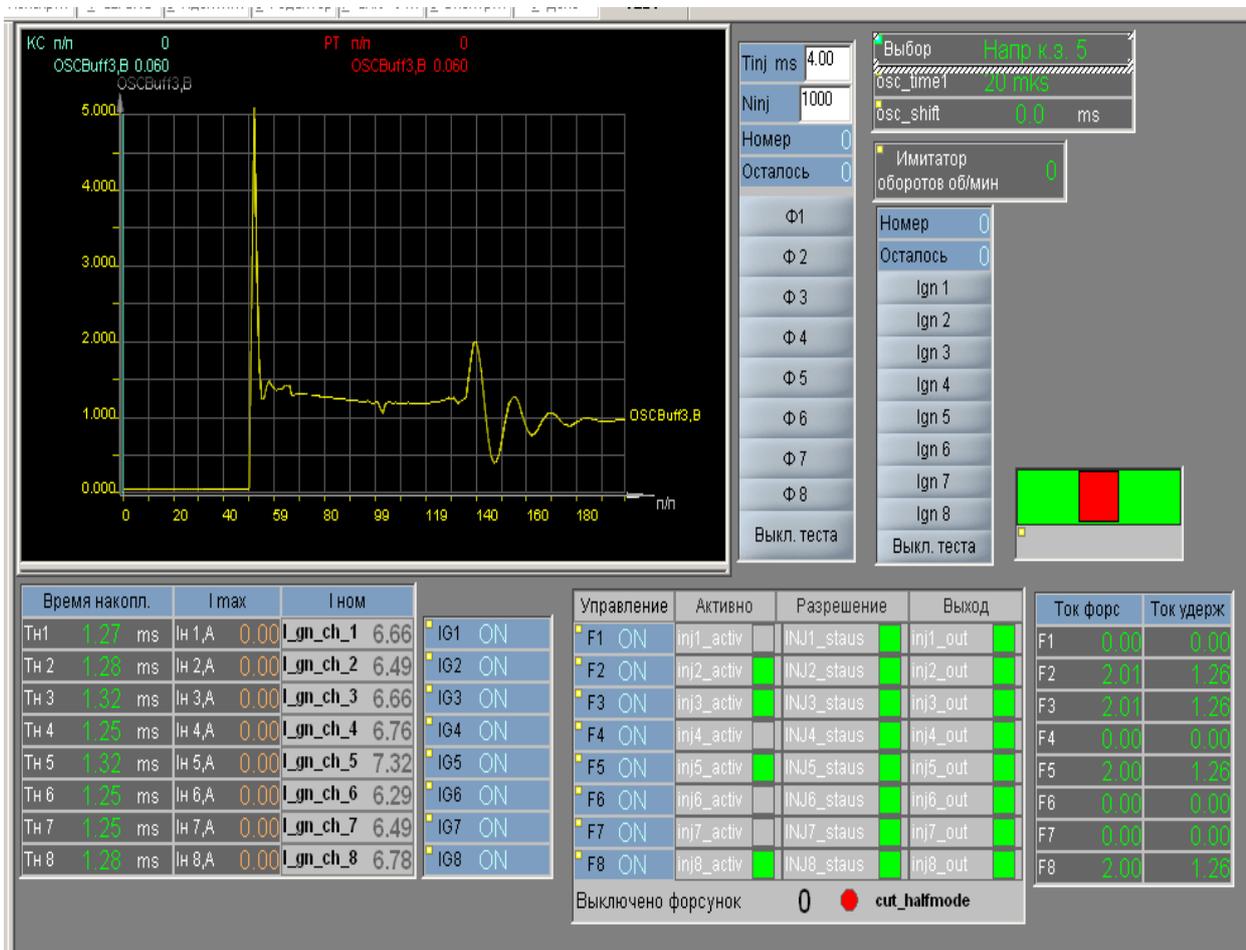


Рисунок 2 - Временная диаграмма напряжения на первичной обмотке катушки зажигания газового ДВС КАМАЗ

В ООСПН электронный ключ ЭК и импульсный трансформатор T с обмотками $W1$, $W2$, $W3$ образуют однотактный обратноходовой блокинг – генератор, который формирует непрерывные импульсы напряжения на выходе вторичной обмотки $W3$ и реализует непрерывное накопление энергии в конденсаторе $C1$ (и конденсаторе $C2$ в мощном режиме). Во время работы ООСПН такты заряда конденсатора $C1$ через $VD1$ следуют одни за другим до тех пор, пока напряжение на нём не достигнет порога напряжения стабилизации, например, 360 В. При срабатывании ТК1 закорачивается вторичная обмотка $W3$ трансформатора T и срывается генерация импульсов заряда. Одновременно закрывается диод $VD1$, препят-

включение мощного (пускового) режима с увеличенной плотностью тока, большей поверхностью и объемом иницирующего разряда (второй конденсатор $C2$ и блок увеличения мощности искрового разряда ТК2), что позволяет надежно запускать двигатель при температуре до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ без предварительного подогрева топливоздушная смеси. Включение мощного (пускового) режима производится подачей стабилизированного тока от бортовой цепи автомобиля на зажим 2 КТМЗ. Тиристорный блок управления мощным (пусковым) режимом ТК2 открывается и конденсатор $C2$ (во время обратного хода ООСПН) через ТК2 заряжается последовательно или одновременно с конденсатором $C1$ до напряжения, равного напряжению стабилизации. Диод $VD2$ исключает разряд заряженного конденсатора $C1$ на конденсатор $C2$ в момент включения блок увеличения энергии искрового разряда ТК2. В каждом последующем такте формирования искрового разряда при включённом блоке увеличения энергии искрового разряда ТК2, заряд и разряд конденсаторов $C1$ и $C2$ осуществляется одновременно. Рассмотрим работу одного из каналов МСУЗ ДВС с оконечным каскадом на базе КТМЗ с использованием амплитудно-временных сигналов фиксируемых в первичной и вторичной цепях изображенных на рис. 4.

В момент поступления сигнала в ФИ, в качестве которого может быть сигнал с микропроцессорного блока управления зажиганием, ФИ (варианты и работа которого подробно описана в [10, 11, 12, 13, 14]) срабатывает и запускающий импульс поступает на тиристорный ключ ТК3. В момент открытия тиристорный ключ ТК3 первичная обмотка $W1$ катушки зажигания КЗ подключается к конденсатору $C1$ непосредственно. В мощном режиме первичная обмотка $W1$ катушки зажигания КЗ через тиристорный ключ ТК3 и накопительные конденсаторы $C1$ и $C2$, соединенные между собой через открытый блок увеличения энергии искрового разряда ТК2, образуют колебательный контур, в котором период затухающих колебаний увеличен.

Конденсатор $C1$ разряжается (в мощном режиме заряженный конденсатор $C2$ также разряжается, тем самым увеличивая амплитуду тока в первичной обмотке $W1$ катушки зажигания КЗ) и в это время ток в колебательном контуре через первичную обмотку $W1$ катушки зажигания КЗ растет (рис. 4 б), и в мощном режиме (рис. 4 ж). Скорость нарастания напряжения на первичной обмотке $W1$ катушки зажигания определяется временем переключения тиристорного ключа ТК3. В момент, когда напряжение на конденсаторах становится равным нулю, ток в колебательном контуре достигает максимального значения (десятки Ампер) (рис. 4 б), и в мощном режиме (рис. 4 ж). С этого момента источником энергии является катушка зажигания КЗ. Напряжение на первичной обмотке $W1$ катушки зажигания КЗ меняет полярность (из-за появления ЭДС самоиндукции первичной обмотки $W1$ катушки зажигания КЗ) (рис. 4 в) и в мощном режиме (рис. 4 з), а ток в контуре сохраняет свое первоначальное направление. Происходит перезаряд конденсаторов $C1$ и $C2$. После достижения на этих конденсаторах напряжения обратного знака, определяемого в основном напряжением стабилизации тиристорный блок увеличения длительности искрового разряда ТК4, который срабатывает при достижении заданного значения напряжения обратного знака на конденсаторе $C1$ (при мощном режиме и на конденсаторе $C2$) прикладывается к тиристорному ключу ТК3.

Это способствует его быстрому выключению из-за кратковременного протекания тока обратного направления через тиристорный ключ ТК3 (рис. 4 б) и в мощном режиме (рис. 4 ж) и прямого направления через тиристорный блок увеличения длительности искрового разряда ТК4 (рис. 4 в) и в мощном режиме (рис. 4 з), как минимум превышающего величину тока в прямом направлении через тиристорный ключа ТК3 в течение нескольких микросекунд (тогда как в традиционном режиме работы время закрытия тиристорный ключа

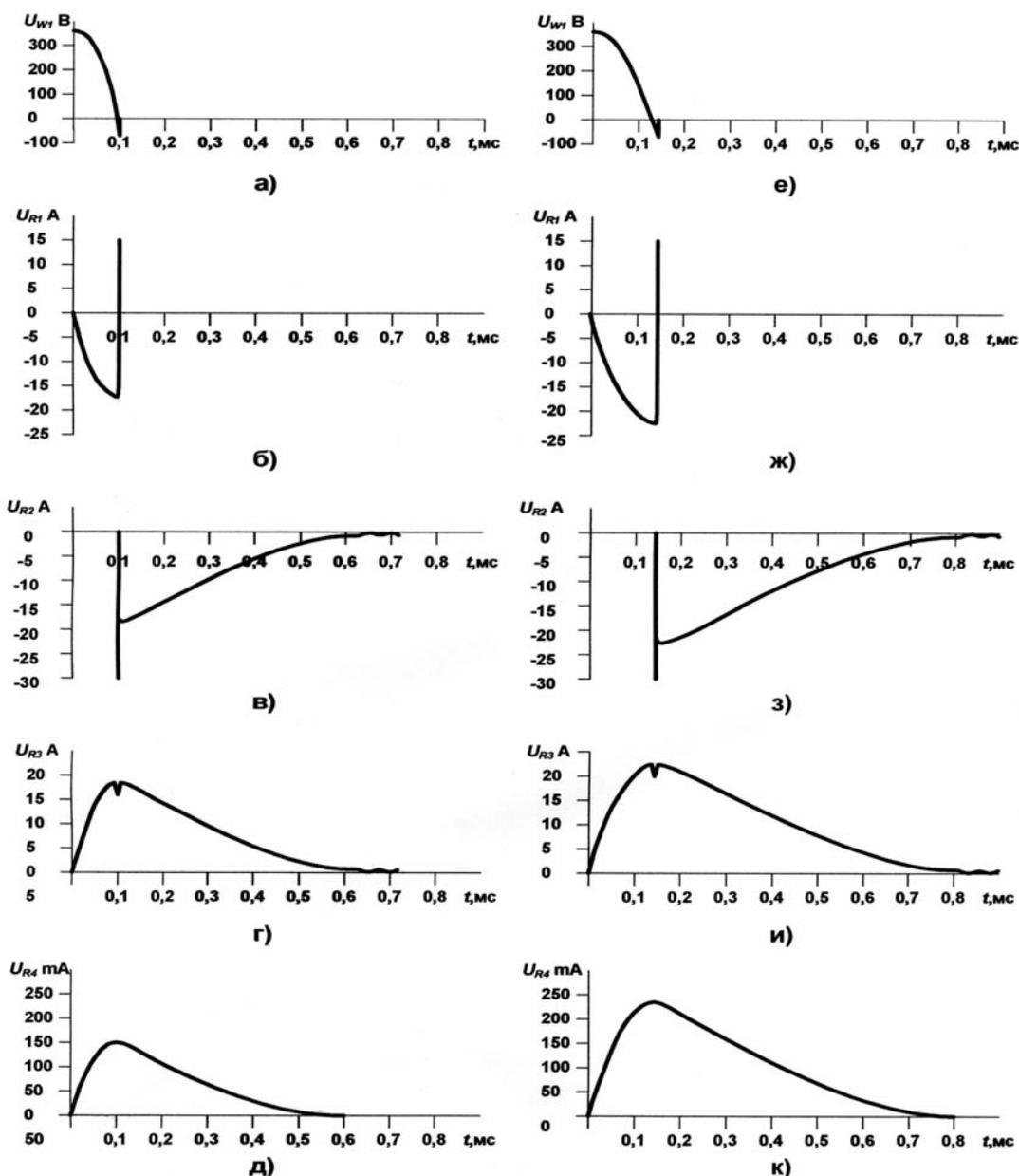


Рисунок 4 - временные диаграммы работы одного канала МСУЗ ДВС с оконечным каскадом на базе КТМЗ с момента времени формирования искрового разряда, на которых изображены:

U_{W1} – информационный сигнал контроля формирования напряжения на первичной W1 обмотке КЗ в нормальном (а) и в мощном (пусковом) (е) режимах, фиксируемый на первом зажиме первичной обмотки КЗ относительно общей шины -Е; U_{R1} – (падение напряжения на образцовом резисторе R1) информационный сигнал пропорциональный току протекающему через тиристорный ключ ТК3, первичную W1 обмотку КЗ, конденсатор C1 в нормальном (а) и конденсатор C2, ТК2 – тиристорный блок управления мощным (пусковым) (ж) режимах; U_{R2} – (падение напряжения на образцовом резисторе R2) информационный сигнал пропорциональный току протекающему через первичную W1 обмотку КЗ и тиристорный блок увеличения длительности искрового разряда ТК4 в нормальном (в) и мощном (пусковом) (з) режимах; U_{R3} – (падение напряжения на образцовом резисторе R3) информационный сигнал пропорциональный суммарному току протекающему через первичную W1 обмотку КЗ и ТК3 и ТК4 в нормальном (г) и мощном (пусковом) (и) режимах; U_{R4} – (падение напряжения на образцовом резисторе R4) информационный сигнал пропорциональный вторичному току, протекающему через искровой зазор свечи зажигания в нормальном (д) и мощном (пусковом) (к) режимах.

ТК3 после прекращения тока превышает 150 мкс.), что повышает надежность работы КТМЗ. После выключения тиристорного ключа ТК3 (через 100 мкс и в мощном режиме че-

рез 150 мкс после подачи сигнала на формировании инициирующего разряда) ООСПН включается и начинается заряд конденсатора $C1$ (в мощном режиме и конденсатора $C2$) до рабочего напряжения. На время включённого состояния тиристорного ключа ТКЗ ООСПН не работает, т.к. вторичная обмотка $W1$ импульсного трансформатора T находится в режиме короткого замыкания. После выключения тиристорного ключа ТКЗ ток в контуре, включающем катушку зажигания $K3$, начинает протекать по цепи: второй зажим первичной $W1$ обмотки катушки зажигания $K3$, тиристорный блок увеличения длительности искрового разряда ТК4, первый зажим первичной обмотки $W1$ катушки зажигания $K3$, экспоненциально спадая по величине до значения менее ампера (рис. 4 в) и з)). Во время протекания тока через первичную обмотку $W1$ катушки зажигания $K3$ (рис. 4 г) и в мощном режиме (рис. 4 и) продолжается трансформация энергии во вторичную обмотку $W2$ катушки зажигания $K3$. Скорость нарастания напряжения во вторичной цепи определяется напряжением на конденсаторе $C1$, распределенными емкостями вторичной обмотки $W2$ катушки зажигания $K3$, высоковольтных проводов, свечи зажигания. Через 25-30 мкс (после подачи сигнала на формировании инициирующего разряда) вторичное напряжение достигает напряжения пробоя в искровом промежутке свечи зажигания (не показано). Формируется емкостная составляющая инициирующего разряда длительностью несколько микросекунд и током десятки и даже сотни ампер (не показана), которая обусловлена разрядом распределенных емкостей (преимущественно емкостью свечи зажигания). После окончания емкостной фазы формируется индуктивная фаза инициирующего разряда длительностью 0,6 мс (рис. 4 д) и 0,8 мс (рис. 4 к). Максимальное значение тока в искровом промежутке свечи зажигания достигает сотни мА. После закрытия тиристорного ключа ТКЗ и заряда конденсатора $C1$ (в мощном режиме и конденсатора $C2$) до рабочего напряжения система готова к формированию следующего инициирующего разряда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Набоких, В. А. Аппараты систем зажигания: справочник [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. А. Набоких. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 320 с.
2. Шаронов, Г. И. Алгоритмические возможности электронных систем зажигания при формировании инициирующего разряда в двигателях внутреннего сгорания [Текст] / Г. И. Шаронов // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы III международной науч.-техн. конф. - 2004 г. - Пенза: ПГУАС. - 2004. - Ч.1. - С. 208-213.
3. Шаронов, Г. И. Свойства искрового инициирующего разряда различных видов систем зажигания [Текст] / Г. И. Шаронов, С. М. Францев, В. И. Викулов // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: материалы V междунар. науч.-техн. конф. – Пенза: ПГУАС. - 2008. - Ч.2. - С. 87-94.
4. Францев, С. М. Влияние характеристики выделения энергии искрового разряда системы зажигания на показатели газового двигателя [Текст] / С. М. Францев, Г. И. Шаронов, А. И. Нефедьев // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2011. - Т. 8. - № 3. - С. 74-77.
5. Шаронов, Г. И. Влияние форсированных токовременных параметров искрового инициирующего разряда на показатели газового двигателя [Текст] / Г. И. Шаронов, С. М. Францев, В. И. Викулов, Э. Р. Домке // Вестник МАДИ (ГТУ). – 2009. – №4. – С. 30–34.
6. Францев, С. М. Теоретико-экспериментальные исследования параметров систем зажигания высокой энергии для газовых двигателей [Текст] / С. М. Францев, Г. И. Шаронов. – Пенза: ПГУАС, 2012. - 120 с.
7. Брижинева, М. Стабилизация напряжения преобразователя [Текст] / М. Брижинева // Радио. – 1984. – №10. – С. 30–31.
8. АС № 978294 МКЛ 3 Н02М 3/335. Однотактный стабилизированный преобразователь постоянного напряжения / Брижинева М. П. - № 3302487/24-07; Заявлено 19.06.81; Оpubл. 30.11.82, Бюл. № 44 // Открытия. Изобретения. – 1982. – №44, 7. М. П. Брижинева. Стабилизация напряжения преобразователя // Радио. – 1984. – №10. – С. 22.
9. А. С. 1772403 SU, МКИ5 F 02 P 3/06. Тиристорная система электронного зажигания / Шаронов Г.И., Володин И.М. и др. – № 4715444/21; Заявлено 19.05.89; Оpubл. 30.10.92 Бюл. № 40 // Открытия. Изобретения. – 1992. – №40.
10. РПМ 114098 RU, МПК F02P 3/00 Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания / Шаронов Г.И., Трясогузов А.Г., Борисова В.Г.- № 2011131969/07, заявл. 29.07.2011; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7.

11. Родионов, Ю. В. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания [Текст] / Ю. В. Родионов, Г. И. Шаронов // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 2. - С. 47-51.

12. Нефедьев, А. И. Формирователи импульсов на биполярных транзисторах для конденсаторных модулей зажигания [Текст] / А. И. Нефедьев, Г. И. Шаронов // Электроника и электрооборудование транспорта. - 2012. - №2-3. - С. 9-12.

13. Шаронов, Г. И. Формирователи импульсов для конденсаторных модулей зажигания на основе триггера защёлки [Текст] / Г. И. Шаронов // Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: материалы VI международной науч.-техн. конф. - Пенза: ПГУАС. - 2012. - С. 152-158.

14. Шаронов, Г. И. Формирователь импульсов для конденсаторно-тиристорного модуля зажигания [Текст] / Г. И. Шаронов, А. И. Нефедьев // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: материалы VI международной науч.-техн. конф. - Пенза: ПГУАС. - 2012. - С. 436-440.

Шаронов Геннадий Иванович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28

Канд. техн. наук, доцент

Email: dekauto@pguas.ru

Лянденбургский Владимир Владимирович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28

Канд. техн. наук, доцент

Email: dekauto@pguas.ru

Нефедов Игорь Владимирович

Научно-технический центр ОАО КАМАЗ

Адрес: Татарстан, г. Н-Челны

Инженер

Email: dekauto@pguas.ru

Шилин Владимир Андреевич

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28

Студент

Email: dekauto@pguas.ru

G. I. SHARONOV, V. A. SHILIN, I. V. NEFEDOV, V. V. LYANDENBURSKY

TRANSISTOR AND THYRISTOR IGNITION MODULES WITH INTEGRATED RESEARCH

The analysis of variants of microprocessor control systems of ignition of the gas internal combustion engine KAMAZ on the basis of a transistor and thyristor target ignition modules, in which the study and control of the process of sparking is performed by fixing the amplitude-time parameters of voltage and current in the primary and secondary circuits.

Keywords: *microprocessor control system ignition, transistor and thyristor target ignition modules, amplitude-time parameters of voltage, current in the primary and secondary circuits, spark discharge.*

BIBLIOGRAPHY

1. Nabokikh, V. A. Apparaty sistem zazhiganiya: spravochnik [Tekst]: ucheb. posobie dlya stud. vyssh. ucheb. zavedeniy / V. A. Nabokikh. - M.: Izdatel'skiy tsentr "Akademiya", 2009. - 320 s.

2. Sharonov, G. I. Algoritmicheskie vozmozhnosti elektronnykh sistem zazhiganiya pri formirovani initsiiruyushchego razryada v dvigatelyakh vnutrennego sgoraniya [Tekst] / G. I. Sharonov // materialy III mezhdunarodnoy nauch.-tekhn. konf. "Problemy kachestva i ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv". - 2004 g. - Penza: PGUAS. - 2004. - CH.1. - S. 208-213.

3. Sharonov G.I. Svoystva iskrovogo initsiiruyushchego razryada razlichnykh vidov sistem zazhiganiya / G.I. Sharonov, S.M. Frantsev, V.I. Vikulov //Problemy avtomobil'no-dorozhnogo kompleksa Rossii. [Tekst]: materialy V

mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. 21-23 maya 2008 g., Penza/ [v 2 ch./redkol.: E.R. Domke (otv. red.) i dr.]. - Penza: PGUAS, 2008. - CH.2. - S. 87-94.

4. Frantsev, S. M. Vliyanie kharakteristiki vydeleniya energii iskrovogo razryada sistemy zazhi-ganiya na pokazateli gazovogo dvigatelya [Tekst] / S. M. Frantsev, G. I. Sharonov, A. I. Nefed'ev // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2011. - T. 8. - № 3. - S. 74-77.

5. Sharonov, G. I. Vliyanie forsirovannykh tokovremennykh parametrov iskrovogo initsiiruyushchego razryada na pokazateli gazovogo dvigatelya [Tekst] / G. I. Sharonov, S. M. Frantsev, V. I. Vikulov, E. R. Domke // Vestnik MADI (GTU). - 2009. - №4. - S. 30-34.

6. Frantsev, S. M. Teoretiko-eksperimental'nye issledovaniya parametrov sistem zazhiganiya vysokoy energii dlya gazovykh dvigateley [Tekst] / S. M. Frantsev, G. I. Sharonov. - Penza: PGUAS, 2012. - 120 s.

7. Brizhinev, M. Stabilizatsiya napryazheniya preobrazovatelya [Tekst] / M. Brizhinev // Radio. - 1984. - №10. - S. 30-31.

8. AS № 978294 MKL 3 N02M 3/335. Odnotaktnyy stabilizirovanny preobrazovatel' postoyannogo napryazheniya / Brizhinev M. P - № 3302487/24-07; Zayavleno 19.06.81; Opubl. 30.11.82, Byul. № 44 // Otkrytiya. Izobreteniya. - 1982. - №44, 7. M. P. Brizhinev. Stabilizatsiya napryazheniya preobrazovatelya // Radio. - 1984. - №10. - S. 22.]

9. A. S. 1772403 SU, MKI5 F 02 P 3/06. Tiristornaya sistema elektronnoy zazhiganiya / Sharonov G.I., Volodin I.M. i dr. - № 4715444/21; Zayavleno 19.05.89; Opubl. 30.10.92 Byul. № 40 // Otkrytiya. Izobreteniya. - 1992. - №40.

10. RPM 114098 RU, MPK F02P 3/00 Formirovatel' impul'sov dlya kondensatorno-tiristornogo modulya zazhiganiya / Sharonov G.I., Tryasoguzov A.G., Borisova V.G.- № 2011131969/07, zayavl. 29.07.2011; opubl. 10.03.2012, Byul. № 7.

11. Rodionov, YU. V. Formirovatel' impul'sov dlya kondensatorno-tiristornogo modulya zazhiganiya [Tekst] / YU. V. Rodionov, G. I. Sharonov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 2. - S. 47-51.

12. Nefed'ev, A. I. Formirovateli impul'sov na bipolyarnykh tranzistorakh dlya kondensatornykh moduley zazhiganiya [Tekst] / A. I. Nefed'ev, G. I. Sharonov // Elektronika i elektrooborudovanie transporta. - 2012. - №2-3. - S. 9 -12.

13. Sharonov, G. I. Formirovateli impul'sov dlya kondensatornykh moduley zazhiganiya na osnove triggera zashchiolki [Tekst] / G. I. Sharonov // Materialy VI mezhdunarodnoy nauch.-tekhn. konf. "Problemy avtomobil'no-dorozhnogo kompleksa Rossii". - 2012 g. - Penza: PGUAS. - 2012. - S. 152-158.

14. Sharonov, G. I. Formirovatel' impul'sov dlya kondensatorno-tiristornogo modulya zazhiganiya [Tekst] / G. I. Sharonov, A. I. Nefed'ev // Materialy VI mezhdunarodnoy nauch.-tekhn. konf. "Problemy kachestva i ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv". - Penza: PGUAS. - 2012. - S. 436-440.

Sharonov Gennadiy Ivanovich

FGBOU VPO «Penza State University of Architecture and Construction»

Adress: 440028, Rossia, g. Penza, ul. Titova, 28.

Ph.D., Associate Professor

Email: dekauto@pguas.ru

Lyandenbursky Vladimir Vladimirovich

FGBOU VPO «Penza State University of Architecture and Construction»

Adress: 440028, Rossia, g. Penza, ul. Titova, 28.

Ph.D., Associate Professor

Email: dekauto@pguas.ru

Nefedov Igor Vladimirovich

Scientific and Technical Center of KAMAZ.

Adress: Tatarstan, H Chelny

Engineer

Email: dekauto@pguas.ru

Shilin Vladimir Andreyevich

FGBOU VPO «Penza State University of Architecture and Construction»

Adress: 440028, Rossia, g. Penza, ul. Titova, 28.

Student

Email: dekauto@pguas.ru

УДК 629.113.004

В. В. ВЛАСЕНКО

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Предложенный критерий оценки эффективности автотранспортного средства оценивает его с точки зрения надежности (ресурса) и организации транспортного процесса.

Ключевые слова: критерий, оценка, эффективность, автотранспортное средство, расход, топливо.

Чтобы более точно прогнозировать линейную работу автотранспортного средства (АТС) необходимо оценивать его эффективность эксплуатации в любой период времени, учитывая условия функционирования. Известно, что с увеличением срока службы АТС эффективность его использования снижается, поскольку уменьшается величина заложенного ресурса, увеличиваются зазоры сопряжений деталей, узлов, как следствие наблюдается увеличение количества отказов, а следовательно время простоев для их ликвидации [1].

В процессе работы АТС происходит изменение его технического состояния (агрегатов, механизмов, систем), что может привести к частичной или полной потере работоспособности. Существует два способа обеспечения работоспособности АТС в условиях эксплуатации: поддержание работоспособности за счет выполнения технического обслуживания (ТО) (способ 1) и восстановление работоспособности за счет выполнения ремонта (способ 2) [1].

Поскольку фактическое техническое состояние АТС по мере увеличения срока службы ухудшается, следовательно, необходимо его оценивать на конкретный момент времени.

При выполнении ТО обеспечивается комплекс планируемых технических воздействий на основе диагностической информации, направленный на снижение темпов изнашивания и обеспечения требуемого уровня работоспособности, т.е. обеспечения долговечности АТС. В процессе работы АТС интенсивность износа его конструктивных элементов различна и не является постоянной величиной, а зависит от множества факторов. Проведение технического обслуживания связано с расходом трудовых и материальных затрат, с вынужденными простоями АТС, поэтому режим его выполнения должен быть оптимальным.

Следовательно, в транспортном предприятии должна функционировать система технического обслуживания и ремонта, обеспечивающая максимальную работоспособность АТС.

Главной задачей технической службы должно быть управление ресурсом АТС на основе диагностической информации. Рациональное использование ресурса и возможность его оценки в любой период времени позволит повысить эффективность АТС.

Как известно большинство АТС работает на разных маршрутах перевозки грузов или пассажиров, которые характеризуются различными транспортными, дорожными условиями, при этом скорости движения и нагрузки также не постоянны. Следовательно, определение периодичности воздействий ТО в километрах индивидуально для АТС затруднено, а осреднение пробегов может привести к грубым ошибкам.

Существующие методики расчета периодичностей ТО в основном базируются на вероятностном подходе и статистических данных с использованием законов распределения отказов на разных стадиях износа конструктивных элементов АТС. Это не дает возможности для индивидуального подхода к каждому конкретному АТС при оценке его фактического технического состояния. Особенно это ощущается при оперативном планировании, т.е. принятии решения о выполнении конкретных технических воздействий в определенный момент времени.

Чем проще расчет нормативов, регламентирующих выполнение работ по ТО, тем скорее будет их применение индивидуальными перевозчиками.

Этим требованиям отвечает нормативная периодичность выполнения ТО, установленная по энергетическому критерию – в литрах израсходованного топлива. В современных рыночных условиях, когда увеличивается стоимость топлива, владелец подвижного состава должен научиться правильно рассчитывать фактический расход топлива, расходуемый АТС.

Для оперативного планирования периодичности воздействий целесообразнее устанавливать не в километрах, а в литрах израсходованного топлива.

В работах Д.П. Великанова, Л.А. Афанасьева, А.И. Воркута и других авторов эффективность автотранспортного средства оценивается с точки зрения организации транспортного процесса. Работы таких авторов, как Я.И. Несвитского, Г.В. Крамаренко, Е.С. Кузнецова, В.П. Воронова, А.П. Болдина, Н.Я. Говорущенко и многих других посвящены оценке эффективности эксплуатации автотранспортного средства с точки зрения надежности.

Предлагаемый энергетический критерий оценки эффективности эксплуатации автотранспортного средства позволяет оценить его с точки зрения надежности (заложенного в него ресурса), так и организации транспортного процесса.

Расход ресурса необходимо оценивать по параметрам, определяющим нагрузочно-скоростной режим работы АТС: скорость движения, расход топлива, конструктивные особенности и т.д.

Известно, что ресурс силовых агрегатов зависит от нагрузочно-скоростного режима [1], который в свою очередь характеризуется топливной экономичностью [2].

Если принять, что АТС до снятия его с эксплуатации (списания) имеет полный ресурс, оцениваемый пробегом, то суммарное количество расходуемого топлива на этот пробег может также оценивать ресурс. Суммарный расход топлива на пробег до списания АТС определяется зависимостью [3]:

$$Q_c = 0,01L_a \cdot H, \quad (1)$$

где L_a – пробег АТС до списания, км;

H – расход топлива, л/100 км.

При движении АТС с постоянной скоростью ресурс силового агрегата и расход топлива в основном зависят от среднего эффективного давления. Таким образом, между ресурсом силового агрегата, расходом топлива и средним эффективным давлением существует прямая связь.

Однако расход топлива в литрах на 100 км пробега может быть рассчитан по формуле [3]:

$$H = \frac{100G_m}{V_a \cdot \rho_m}, \quad (2)$$

где G_m – часовой расход топлива, кг/ч;

V_a – скорость движения АТС, км/ч;

ρ_m – плотность топлива, кг/м³.

В то же время часовой расход топлива – это удельный расход топлива g_e умноженный на мощность двигателя $N_{дв}$, т. е.

$$G_m = g_e \cdot N_{дв}, \quad (3)$$

где g_e – удельный расход топлива, г/(кВт·ч);

$N_{дв}$ – мощность двигателя, кВт.

Скорость АТС V_a при этом принимается соответствующей наибольшему ресурсу агрегата:

$$V_a = \delta \cdot V_{\max}, \quad (4)$$

где δ – коэффициент, учитывающий отношение частоты вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности, т.е. $\delta = n_{M_{\max}} / n_{N_{\max}}$;

V_{\max} – максимальная скорость АТС, км/ч.

Режимы работы АТС влияют на расход топлива, поэтому необходимо выбрать такой режим, при котором расход топлива был бы минимальным. Режим, при котором $g_e = g_{e \min}$, т.е. удельный расход топлива минимальный, характеризуется значением среднего эффективного давления $P_e = 0,5P_{e \max}$, скоростью вращения коленчатого вала $n = 0,6n_{\max}$, при мощности двигателя $N_{\text{дв}} = 0,3N_{\max}$.

С учетом приведенных выше зависимостей (1–4) и соответствующих преобразований наименьший прогнозируемый суммарный расход топлива Q_C^n на прогнозируемый пробег до снятия АТС с эксплуатации L_a рассчитывается так:

$$Q_C^n = \frac{0,3N_{\max} \cdot g_{e \min} \cdot L_a}{10^3 \delta \cdot V_{\max} \cdot \rho_m}, \quad (5)$$

где N_{\max} – максимальная мощность двигателя, кВт;

$g_{e \min}$ – минимальный удельный расход топлива, г/(кВт·ч).

Следовательно, с учетом полученной зависимости для определения суммарного расхода топлива, нормативная периодичность обслуживания в литрах израсходованного топлива при планировании ТО-1, ТО-2 или одного ТО может быть определена следующим образом

$$Q_{\text{ТО-2}}^n = \frac{0,3N_{\max} \cdot g_{e \min}}{10^3 \delta \cdot V_{\max} \cdot \rho_m} L_{\text{ТО-2}}^n, \quad Q_{\text{ТО-1}}^n = \frac{0,3N_{\max} \cdot g_{e \min}}{10^3 \delta \cdot V_{\max} \cdot \rho_m} L_{\text{ТО-1}}^n, \quad Q_{\text{ТО}}^n = \frac{0,3N_{\max} \cdot g_{e \min}}{10^3 \delta \cdot V_{\max} \cdot \rho_m} L_{\text{ТО}}^n. \quad (6)$$

Выполняться соответствующее профилактическое воздействие будет при достижении конкретным АТС установленных (расчетных) значений расхода топлива.

Для подвижного состава, находящегося в частном пользовании, периодичности воздействий и объемы выполняемых работ могут устанавливаться его владельцем, исходя из экономической целесообразности, но при этом должен обеспечиваться выпуск на линию технически исправных АТС.

Критерий показателя ресурса с учетом расхода топлива и скорости движения (при этом оптимальное значение средней технической скорости движения АТС принимается в пределах $0,6 \dots 0,7V_{\max}$) для АТС будет иметь вид [2]:

$$K_p = \frac{Q_{\phi} \cdot V_a}{0,7Q_{\min} \cdot V_{\max}} \leq 1,0 \quad \text{при } V_a \leq 0,7V_{\max}, \quad (7)$$

$$K_p = \frac{0,7Q_{\min} \cdot V_{\max}}{Q_{\phi} \cdot V_a} \leq 1,0 \text{ при } V_a > 0,7V_{\max}, \quad (8)$$

где Q_{ϕ} , Q_{\min} – соответственно фактический и минимальный расход топлива АТС, л.

Минимальный расход топлива может быть определен следующей зависимостью:

$$Q_{\min} = \frac{0,3N_{\max} \cdot g_{e\min} \cdot L_a}{10^3 \rho_m \cdot \delta \cdot V_{\max}}. \quad (9)$$

Фактический расход топлива на пробег с начала эксплуатации и до списания АТС определяется в соответствии с существующими нормами расхода горючего и смазочных материалов согласно приказа Министерство инфраструктуры Украины № 36 от 24.01.2012 года [4].

Для легковых автомобилей и автобусов нормативный расход топлива рассчитывается по формуле [4]:

$$Q_H = 0,01H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01K_{\Sigma}), \quad (10)$$

где $Q_H = Q_{\phi}$ – фактический расход топлива, л;

H_s – базовая линейная норма расхода горючего, л/100 км;

S – пробег автомобиля, км (принимается $S = L_a$);

K_{Σ} – суммарный корригирующий коэффициент, %.

Критерий показателя ресурса для легкового автомобиля (автобуса) при $V_a \leq 0,7V_{\max}$, с учетом выражений (7), (9) и (10) и преобразований составит:

$$K_{Pa} = \frac{0,05V_a \cdot \rho_m \cdot \delta \cdot H_s \cdot (1 + 0,01K_{\Sigma})}{N_{\max} \cdot g_{e\min}} \leq 1,0.$$

Критерий показателя ресурса для легкового автомобиля (автобуса) при $V_a > 0,7V_{\max}$, с учетом выражений (8), (9) и (10) и преобразований будет:

$$K_{Pa} = \frac{0,021N_{\max} \cdot g_{e\min}}{\rho_T \cdot \delta \cdot V_a \cdot H_s (1 + 0,01K_{\Sigma})} \leq 1,0.$$

Для бортовых грузовых автомобилей и седельных тягачей в составе автопоездов, автомобилей-фургонов и грузопассажирских автомобилей, выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, нормативный расход горючего рассчитывается по формуле [4]:

$$Q_H = 0,01(H_{s\ an} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 + 0,01K_{\Sigma}), \quad (11)$$

где $H_{s\ an}$ – линейная норма расхода горючего на пробег, л/100 км ($\text{м}^3/100 \text{ км}$);

H_w – норма на транспортную работу, л/100 т·км;

W – объем транспортной работы, т·км.

$$W = G_{гр} \cdot S_{гр},$$

где $G_{гр}$ – масса груза, т;

$S_{гр}$ – пробег с грузом, км.

Критерий показателя ресурса для грузовых автомобилей и седельных тягачей в составе автопоездов, автомобилей-фургонов при $V_a \leq 0,7V_{max}$, с учетом выражений (7), (9) и (11) и преобразований определяется по формуле:

$$K_{PM} = \frac{0,05V_a \cdot \rho_m \cdot \delta \cdot (H_{San} + H_w \cdot W)(1 + 0,01K_{\Sigma})}{N_{max} \cdot g_{emin}} \leq 1,0.$$

Критерий показателя ресурса для грузовых автомобилей и седельных тягачей в составе автопоездов, автомобилей-фургонов при $V_a > 0,7V_{max}$, с учетом выражений (8), (9) и (10) и преобразований определяется как:

$$K_{PM} = \frac{0,021N_{max} \cdot g_{emin}}{\rho_T \cdot \delta \cdot V_a \cdot (H_{San} + H_w \cdot W)(1 + 0,01K_{\Sigma})} \leq 1,0.$$

Для автомобилей-самосвалов и самосвальных автопоездов нормативный расход топлива определяется по следующему выражению [4]:

$$Q_H = 0,01H_{Sanc} \cdot S \cdot (1 + 0,01K_{\Sigma}) + H_z \cdot Z, \quad (12)$$

где H_{Sanc} – линейная норма расхода горючего самосвального автопоезда, л/100 км;

H_z – норма расхода горючего на езду с грузом автомобиля-самосвала, л;

Z – количество поездок с грузом, ед.

Критерий показателя ресурса для автомобилей-самосвалов и самосвальных автопоездов при $V_a \leq 0,7V_{max}$, с учетом выражений (7), (9), (12) и преобразований будет иметь вид:

$$K_{PC} = \frac{0,05V_a \cdot \rho_m \cdot \delta \cdot H_{Sanc}(1 + 0,01K_{\Sigma}) + H_z \cdot Z}{N_{max} \cdot g_{emin}} \leq 1,0.$$

Критерий показателя ресурса для автомобилей-самосвалов и самосвальных автопоездов при $V_a > 0,7V_{max}$ с учетом выражений (8), (9) и (12), а также преобразований определяется по формуле:

$$K_{PC} = \frac{0,021N_{max} \cdot g_{emin}}{\rho_T \cdot \delta \cdot V_a \cdot H_{Sanc}(1 + 0,01K_{\Sigma}) + H_z \cdot Z} \leq 1,0.$$

Приведенный критерий характеризует организацию транспортного процесса, в таблице 1 представлена характеристика организации транспортного при помощи показателя ресурса.

Таблица 1 – Характеристика организации транспортного процесса

Характеристика транспортного процесса	Отличная	Хорошая	Удовлетворительная	Неудовлетворительная
Показатель ресурса	0,90...1,00	0,75...0,90	0,75...0,60	0,60 и меньше

Предложенный энергетический критерий оценки эффективности эксплуатации АТС при помощи показателя ресурса показывает эффективность расходования ресурса при линейной работе. Поскольку этот критерий характеризует организацию транспортного процесса, то может быть использован для выбора модели АТС при организации транспортного процесса, обеспечивая эффективность его использования, уменьшая транспортные расходы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учебник для вузов / Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов, А. П. Болдин и др.; под ред. Е. С. Кузнецова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 415 с.
2. Бажинов, А. В. Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя [Текст] / А. В. Бажинов. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 95 с.
3. Говорущенко, Н. Я. Экономическая кибернетика транспорта [Текст] / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 2000. – 218 с.
4. Нормы расхода горючего и смазочных материалов на автомобильном транспорте [Текст] // Все о бухгалтерском учете. – К.: № 21. Спецвыпуск, 2012. – С. 63.

Власенко Виктория Валерьевна

ХНАДУ «Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет»

Адрес: 61002, Украина, г. Харьков, ул. Петровского, 25

Аспирант кафедры «Автомобильная электроника»

E-mail: nika222286@mail.ru

V. V. VLASENKO

ENERGY CRITERION OF VEHICLES OPERATION EFFICIENCY

The proposed criterion of evaluation of the vehicle efficiency evaluates it in terms of reliability (resources) and the transportation process organization.

Keywords: *criterion, evaluation, efficiency, vehicle, consumption, fuel.*

BIBLIOGRAPHY

1. Kuznetsov, E. S. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley [Tekst]: uchebnik dlya vuzov / E. S. Kuznetsov, V. P. Voronov, A. P. Boldin i dr.; pod red. E. S. Kuznetsova. - 3-e izd., pererab. i dop. - M.: Transport, 1991. - 415 s.
2. Bazhinov, A. V. Prognozirovanie ostatochnogo resursa avtomobil'nogo dvigatelya [Tekst] / A. V. Bazhinov. - Har'kov: HGADTU, 2001. - 95 s.
3. Govorushchenko, N. YA. Ekonomicheskaya kibernetika transporta [Tekst] / N. YA. Govorushchenko, V. N. Varfolomeev. - Har'kov: RIO HGADTU, 2000. - 218 s.
4. Normy rashoda goryuchego i smazochnykh materialov na avtomobil'nom transporte [Tekst] // Vse o bukhgalterskom uchete. - K.: № 21. Spetsvypusk, 2012. - S. 63.

Vlasenko Victoria Valer'evna

KhNAHU "Kharkov National Automobile and Highway University"

Address: 61002, Ukraine, g. Kharkov, Str. Petrovsky, 25

Pstgraduate student "Automotive Electronics"

E-mail: nika222286@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 621.869.4

А. А. БОЖАНОВ, П. В. КУСТОВ

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПАРАЛЛЕЛОГРАММНОГО ТИПА ЭКСКАВАТОРА – ПОГРУЗЧИКА

Данная статья описывает методику и последовательность проведения расчета кинематических параметров погрузочного оборудования параллелограммного типа фронтального погрузчика, а именно угловые значения звеньев относительно друг друга в любом положении оборудования. В статье приведена методика расчета и результаты для конкретного случая – экскаватора-погрузчика Caterpillar 434F.

Ключевые слова: погрузчик, экскаватор-погрузчик, кинематический расчет, погрузочное оборудование, методика, фронтальный погрузчик, параллелограммный тип.

Фронтальный экскаватор-погрузчик является одним из самых распространенных видов строительно-дорожной техники. Он представляет собой базовую машину, на фронтальной части которой монтируется погрузочное оборудование и рабочий орган любой модификации.

Параллелограммное погрузочное оборудование является одним из наиболее распространенных на сегодняшний день. Его достоинства заключаются в возможности установки на любую базовую машину, а также возможность сохранять положение рабочего органа неизменным относительно опорной поверхности при изменении положения стрелы.

Данная методика позволяет произвести кинематический расчет погрузочного оборудования параллелограммного типа экскаватора-погрузчика и фронтального одноковшового погрузчика любой грузоподъемности. Суть методики состоит в определении углов между звеньями механизма в различных положениях исходя из таких параметров как: угол поворота ковша относительно стрелы, высоты разгрузки и закрепления стрелы относительно опорной поверхности. Расчет ведется путем разбиения механизма на две части в месте закрепления коромысла на стреле, с последующим делением полученных схем на более мелкие, взаимосвязанные друг с другом части.

Расчетная схема представлена на рисунке 1.

Первоначально определяются постоянные значения:

Расстояние между опорами O и G - отрезка OG :

$$OG = \sqrt{OJ^2 + GJ^2}$$

Из треугольника ΔJPG находим угол $\sphericalangle POG$ по формуле:

$$\cos \sphericalangle POG = \frac{OP}{OG}$$

Из треугольника ΔONA определяем $\sphericalangle ONA$, $\sphericalangle NAO$ и $\sphericalangle NOA$:

$$\cos \sphericalangle ONA = \frac{ON^2 + AN^2 - OA^2}{2 \cdot ON \cdot AN},$$

$$\cos \sphericalangle NOA = \frac{ON^2 + AO^2 - AN^2}{2 \cdot ON \cdot AO},$$

$$\cos \sphericalangle NAO = \frac{AN^2 + AO^2 - ON^2}{2 \cdot AN \cdot AO}.$$

Определив постоянные значения, приступаем к расчету первой части механизма, находящейся левее шарнира E.

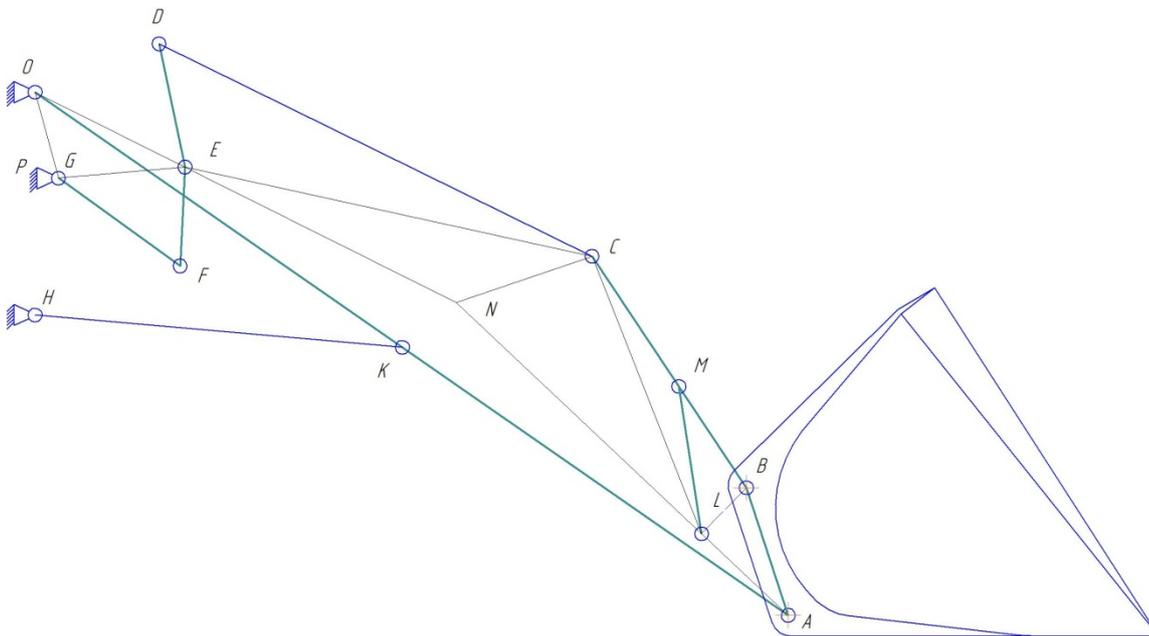


Рисунок 1 - Расчетная схема оборудования

AO - стрела; HK - гидроцилиндр подъема стрелы; DC - гидроцилиндр поворота ковша; DEF - коромысло; AB - ковш; BC - тяга, соединяющая ковш с гидроцилиндром; LM - тяга, соединяющая тягу BC со стрелой; FG - тяга, соединяющая коромысло DEF с опорой G

Рассмотрим $\triangle OKH$.

Зная стороны треугольника $\triangle OKH$ определим значение угла $\sphericalangle KON$:

$$\cos \sphericalangle KON = \frac{OK^2 + OH^2 - HK^2}{2 \cdot OK \cdot OH}.$$

Находим из треугольника $\triangle OKH$ угол $\sphericalangle OKH$, исходя из соотношения:

$$\sin \sphericalangle OKH = \frac{OH \cdot \sin \sphericalangle KON}{HK}.$$

Находим $\sphericalangle OHK$:

$$\cos \sphericalangle OHK = \frac{OH^2 + HK^2 - OK^2}{2 \cdot OH \cdot HK}.$$

Определяем значение угла $\sphericalangle GOE$ по формуле:

$$\sphericalangle GOE = \sphericalangle KON + \sphericalangle NAO - \sphericalangle POG.$$

Рассмотрим $\triangle GOE$.

Находим звено GE :

$$GE = \sqrt{OG^2 + OE^2 - 2 \cdot OG \cdot OE \cdot \cos \sphericalangle GOE}.$$

Определяем угол $\sphericalangle OGE$:

$$\cos \sphericalangle OGE = \frac{OG^2 + GE^2 - OE^2}{2 \cdot OG \cdot GE}.$$

Зная углы $\sphericalangle GOE$ и $\sphericalangle OGE$ определим угол $\sphericalangle GEO$:

$$\sphericalangle GEO = 180^\circ - \sphericalangle GOE - \sphericalangle OGE.$$

Рассмотрим $\triangle GFE$.

Определим угол $\sphericalangle GFE$:

$$\cos \sphericalangle GFE = \frac{FG^2 + FE^2 - GE^2}{2 \cdot FG \cdot FE}.$$

Находим угол $\sphericalangle FGE$:

$$\cos \sphericalangle FGE = \frac{FG^2 + GE^2 - FE^2}{2 \cdot FG \cdot GE}.$$

Зная углы $\sphericalangle GFE$ и $\sphericalangle FGE$ определим угол $\sphericalangle GEF$:

$$\sphericalangle GEF = 180^\circ - \sphericalangle GFE - \sphericalangle FGE.$$

Зная углы $\sphericalangle GEO$ и $\sphericalangle GEF$ находим $\sphericalangle DEO$ по формуле:

$$\sphericalangle DEO = \sphericalangle DEF - \sphericalangle GEO - \sphericalangle GEF.$$

Зная углы $\sphericalangle GEO$ и $\sphericalangle GEF$ находим $\sphericalangle FEN$ по формуле:

$$\sphericalangle FEN = 180^\circ - \sphericalangle GEO - \sphericalangle GEF.$$

Проведя расчет части, находящейся левее шарнира E , выполним расчет правой части механизма исходя из заданного угла поворота ковша AB относительно стрелы OA .

Зная угол между ковшом AB и стрелой AO , определяем угол между ковшом и звеном AN :

$$\sphericalangle BAL = \sphericalangle BAO - \sphericalangle NAO.$$

Рассмотрим $\triangle BAL$.

Определяем длину стороны BL по формуле:

$$BL = \sqrt{BA^2 + LA^2 - 2 \cdot BA \cdot LA \cdot \cos \sphericalangle BAL}.$$

Находим угол $\sphericalangle BML$:

$$\cos \sphericalangle BML = \frac{BM^2 + ML^2 - BL^2}{2 \cdot BM \cdot ML}.$$

Рассмотрим $\triangle ABL$.

Находим $\sphericalangle LBA$ и $\sphericalangle BLA$:

$$\sin \sphericalangle BLA = \frac{BA \cdot \sin \sphericalangle BAL}{BL},$$

$$\sin \sphericalangle LBA = \frac{LA \cdot \sin \sphericalangle BAL}{BL}.$$

Рассмотрим $\triangle BML$.

Находим $\sphericalangle MLB$:

$$\sin \sphericalangle MLB = \frac{BM \cdot \sin \sphericalangle BML}{BL}.$$

Находим $\sphericalangle MBL$:

$$\cos \sphericalangle MBL = \frac{BL^2 + MB^2 - ML^2}{2 \cdot BL \cdot ML}.$$

Исходя из того, что сумма смежных углов равна 180° , определяем $\sphericalangle CML$ по формуле:

$$\sphericalangle CML = 180^\circ - \sphericalangle BML.$$

Аналогично определяем $\sphericalangle MLN$:

$$\sphericalangle MLN = 180^\circ - (\sphericalangle MLB + \sphericalangle BLA).$$

Рассмотрим $\triangle MLC$.

Определяем длину звена LC – расстояние между шарнирами L и C :

$$LC = \sqrt{MC^2 + ML^2 - 2 \cdot MC \cdot ML \cdot \cos \sphericalangle CML}.$$

Определяем значения углов $\sphericalangle MCL$ и $\sphericalangle MLC$:

$$\sin \sphericalangle MLC = \frac{MC \cdot \sin \sphericalangle CML}{LC},$$

$$\sin \sphericalangle MCL = \frac{ML \cdot \sin \sphericalangle CML}{LC}.$$

Зная углы $\sphericalangle MLC$ и $\sphericalangle MLN$ определим угол $\sphericalangle CLN$ по формуле:

$$\sphericalangle CLN = \sphericalangle MLN - \sphericalangle MLC.$$

Рассмотрим $\triangle CLN$.

Зная значение угла $\sphericalangle CLN$ определим длину звена:

$$CN = \sqrt{LC^2 + LN^2 - 2 \cdot LC \cdot LN \cdot \cos \sphericalangle CLN}.$$

Зная значение угла $\sphericalangle CLN$ и длину CN определяем значения углов $\sphericalangle CNL$ и $\sphericalangle NCL$:

$$\sin \sphericalangle CNL = \frac{LC \cdot \sin \sphericalangle CLN}{CN},$$

$$\sin \sphericalangle NCL = \frac{LN \cdot \sin \sphericalangle CLN}{CN}.$$

Зная смежные углы, определяем значение угла $\sphericalangle CNE$ по формуле:

$$\sphericalangle CNE = 360^\circ - (\sphericalangle ONA + \sphericalangle CNL).$$

Рассмотрим $\triangle CLN$.

Зная угол $\sphericalangle CNE$ находим EC – расстояние между шарнирами E и C :

$$EC = \sqrt{CN^2 + EN^2 - 2 \cdot CN \cdot EN \cdot \cos \sphericalangle CNE}.$$

Зная значение угла $\sphericalangle CNE$ звена EC определяем значения углов $\sphericalangle NCE$ и $\sphericalangle NEC$:

$$\sin \sphericalangle NCE = \frac{EN \cdot \sin \sphericalangle CNE}{EC},$$

$$\sin \sphericalangle NEC = \frac{CN \cdot \sin \sphericalangle CNE}{EC}.$$

Рассмотрим $\triangle CDE$.

Определим значение угла $\sphericalangle CDE$:

$$\cos \sphericalangle CDE = \frac{DC^2 + DE^2 - EC^2}{2 \cdot DC \cdot DE}.$$

Зная значение угла $\sphericalangle CDE$ длину звена EC определяем значение угла $\sphericalangle DCE$:

$$\sin \sphericalangle DCE = \frac{DE \cdot \sin \sphericalangle CDE}{EC}.$$

Определяем угол $\sphericalangle DEC$:

$$\cos \sphericalangle DEC = \frac{DE^2 + EC^2 - DC^2}{2 \cdot DE \cdot EC}.$$

Выполним проверку, исходя из того, что сумма определенных в ходе расчета смежных углов при шарнире E должна равняться 360° :

$$\sphericalangle DEO + \sphericalangle GEO + \sphericalangle GEF + \sphericalangle FEN + \sphericalangle NEC + \sphericalangle DEC = 360^\circ.$$

В случае, если проверка не выполняется, производится корректировка длины звена DC – гидроцилиндра поворота ковша.

В таблице 1 приведены результаты расчетов, соответствующие трем положениям рабочего оборудования.

Таблица 1 – Результаты расчета трех положений оборудования.

Параметр	1 положение	2 положение	3 положение
<ONA - градусов	163,23		
<NOA - градусов	8,26		
<NAO - градусов	8,51		
OG, мм	253,73		
<POG - градусов	15,08		
<КОН - градусов	55,29	90,99	138,61
<ОКН - градусов	29,93	26,4	13,53
<ОНК - градусов	94,78	62,61	27,86
<GOE - градусов	48,47	84,18	131,8
GE, мм	360,56	515,05	671,02
<OGE - градусов	99,74	66,47	31,83
<GEO - градусов	31,79	29,35	16,37
<GFE - градусов	57,03	91,09	142,1
<FGE - градусов	41,06	33,23	14,98
<GEF - градусов	81,92	55,69	22,93
<DEO - градусов	51,66	80,34	126,07
<FEN - градусов	66,29	94,97	140,7
<BAL - градусов	28,47	63,47	107,99
BL, мм	182,6	381,02	583,58
<BML - градусов	24,82	58,19	97,92
<BLA - градусов	89,7	64,08	38,62
<LBA - градусов	61,824	52,45	33,38
<MLB - градусов	52,7	50,51	35,96
<MBL - градусов	102,48	71,30	46,12
<CML - градусов	155,18	121,81	82,08
<MLN - градусов	37,6	65,42	105,42
LC, мм	849,38	760	571,24
<MLC - градусов	12,71	29,84	50,5
<MCL - градусов	12,12	28,35	47,42
<CLN - градусов	24,89	35,58	54,92
CN, мм	403,47	557,34	783,82
<CNL - градусов	62,39	52,5	36,61
<NCL - градусов	87,28	88,07	88,47
<CNE - градусов	134,38	144,27	160,16
EC, мм	1193,57	1359,73	1614
<NCE - градусов	30,93	21,63	10,4
<NEC - градусов	13,98	13,85	9,49
<CDE - градусов	51,94	79,14	125,07
<DCE - градусов	13,69	15,02	10,48
<DEC - градусов	114,36	85,83	44,44

Проведя кинематический расчет можно установить зависимость угла $\angle DEN$ – угла между стрелой и коромыслом, соединяющим обе части механизма, от длины гидроцилиндра подъема стрелы, который является одним из заданных параметров для каждого расчетного случая. Пример построенного графика, соответствующего трем расчетным случаям представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Зависимость угла между коромыслом и стрелой от длины гидроцилиндра подъема стрелы

ВЫВОД

В данной статье приведена методика кинематического расчета погрузочного оборудования параллелограммного типа фронтального погрузчика, в соответствии с методикой представлены результаты расчетов трех положений оборудования экскаватора-погрузчика Caterpillar 434F, выведена зависимость угла между коромыслом и стрелой от длины гидроцилиндра подъема стрелы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гоберман, Л. А. Строительные и дорожные машины. Атлас конструкций [Текст]: учебное пособие для машиностроительных техникумов по специальности «Строительные и дорожные машины» / Л. А. Гоберман, К. В. Степанян. - М.: Машиностроение. - 1985г. - 96 с., ил.
2. Баловнев, В. И. Дорожно-строительные машины и комплексы [Текст]: учебник для вузов по специальности «Строительные и дорожные машины и оборудование» / В. И. Баловнев, А. Б. Ермилов, А. Н. Новиков, и др, под общ. ред. Баловнева В. И. – М.: Машиностроение. - 1988 – 384 с.; - ил.
3. Божанов, А. А. Определение центра масс фронтального погрузчика с шарнирно-сочлененной рамой [Текст] / А. А. Божанов // Вестник охраны труда. - Орел. - №2. – 2007.
4. Божанов, А. А. Ушаков, Л. С. Расширение номенклатуры сменных рабочих органов фронтальных погрузчиков [Текст] / А. А. Божанов, Л. С. Ушаков // Известия ОрелГТУ. – Том 1-2. – 2005 г.

Божанов Аркадий Александрович

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»

Адрес: 302020, Россия, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Подъемно-транспортные и строительные дорожные машины»

E-mail: abozhanov@yandex.ru

Кустов Петр Викторович

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»

Адрес: 302020, Россия, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29

Студент

E-mail: PV_Kus@mail.ru

A. A. BOGANOV, P. V. KUSTOV

DEVELOPMENT OF METHODS FOR DETERMINING THE KINEMATIC PARAMETERS LOADING EQUIPMENT PARALLELOGRAM TYPE EXCAVATOR - LOADER

This paper describes the methodology and sequence of calculating the kinematic parameters of loading equipment parallelogram top loader in front, namely the values of angular units relative to each other in any position equipment. The article describes the method of calculation and the results for the specific case - backhoe loader Caterpillar 434F.

Keywords: loader, backhoe loader, kinematic calculation, loading equipment, technique, wheel loader, parallelogram type.

BIBLIOGRAPHY

1. Goberman, L. A. Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. Atlas konstruksiy [Tekst]: uchebnoe posobie dlya mashinostroitel'nykh tekhnikumov po spetsial'nosti «Stroitel'nye i dorozhnye mashiny» / L. A. Goberman, K. V. Stepanyan. - M.: Mashinostroenie. - 1985g. - 96 s., il.
2. Balovnev, V. I. Dorozhno-stroitel'nye mashiny i komplekсы [Tekst]: uchebник dlya vuzov po spetsial'nosti «Stroitel'nye i dorozhnye mashiny i oborudovanie» / V. I. Balovnev, A. B. Ermilov, A. N. Novikov, i dr, pod obshch. red. Balovneva V. I. - M.: Mashinostroenie. - 1988 - 384 s.; - il.
3. Bozhanov, A. A. Opredelenie tsentra mass frontal'nogo pogruchika s sharnirno-sochlenennoy ramoy [Tekst] / A. A. Bozhanov // Vestnik okhrany truda. - Orel. - № 2. - 2007.
4. Bozhanov, A. A. Ushakov, L. S. Rasshirenije nomenklatury smennykh rabochikh organov frontal'nykh pogruchikov [Tekst] / A. A. Bozhanov, L. S. Ushakov / Izvestiya OrelGTU., 1-2, 2005g.

Boganzov Arkadiy Aleksandrovich

FGBOU VPO «Gosuuniversitet – UNPK»

Address: 302020, Russia, g. Orel, Naugorskoye highway, 29

Candidate. tehn. , assistant professor of «Hoisting and building road cars»

E-mail: abozhanov@yandex.ru

Kustov Peter Viktorovich

FGBOU VPO «Gosuuniversitet – UNPK »

Address: 302020, Russia, g. Orel, Naugorskoye highway, 29

Student

E-mail: PV_Kus@mail.ru

УДК 629.114

В. Ф. ВАСИЛЬЧЕНКОВ, А. Ю. ФОМИН, С. В. ГЛУЩЕНКО

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДВИГАТЕЛЯ НА БУКСОВАНИЕ ГУСЕНИЦ ВОЕННЫХ МАШИН

В статье выявлено и оценено влияние крутильных колебаний двигателя, передаваемых через трансмиссию и гусеницы на грунт, вызывающих продольные высокочастотные колебания траков, вследствие чего повышается буксование и снижается проходимость гусеничных машин (ГМ). УГМ с гидротрансформатором (ГДТ) в гидромеханической трансмиссии (ГМТ), выступающим в роли демпфера крутильных колебаний, буксование гусениц значительно меньше, и проходимость ГМ по специфическим грунтам выше.

Ключевые слова: *двигатель, крутильные колебания, гидротрансформатор-демпфер, гидромеханическая трансмиссия (ГМТ), механическая трансмиссия (МТ), колебания траков, буксование гусениц, проходимость.*

В настоящей статье приводятся результаты испытаний гусеничных машин (тягачей) и объясняются причины выявленного различия в их тяговых качествах из-за разрушения опорной поверхности.

Замечено, что на достаточно плотных грунтах у гусеничных машин с гидромеханической трансмиссией траки гусениц оставляют более отчетливый след, чем при механических трансмиссиях. Общепринятая более высокая проходимость машин с гидромеханическими трансмиссиями большинством исследователей [1, 2, 3, 4] и нами объясняется непрерывностью подвода тягового усилия к движителю, плавностью трогания с места и лучшей приспособляемостью к меняющимся сопротивлениям движению. Несомненно, что все эти факторы имеют место, однако они не охватывают всех сторон явления.

В результате сравнительных дорожных и внедорожных испытаний гусеничных машин с гидромеханической и механической трансмиссиями было обнаружено существенное различие между этими машинами по их тягово-сцепным качествам. Для этого у одной и той же гусеничной машины гидротрансформатор в первом случае разблокировали, а во втором – блокировали. Как показали виброграммы характера изменения тягового усилия на гусеницах, гусеничный движитель машины с МТ оказывает на грунт разрушительное вибрационное воздействие, которое у машины с ГМТ отсутствует.

Использовалось исследовательское оборудование, обладающее высокой точностью, позволяющей выявить характер процессов, длящихся доли секунды и миллиметры продольных колебаний траков.

Для определения характеристик грунтов применялись:

- прибор ССГ-2, позволяющий производить комплексное определение свойств грунта в полевых условиях;
- походная полевая грунтовая лаборатория, при помощи которой определялись физические характеристики грунтов. Влажность грунтов определялась термостатическим методом, а гранулометрический состав - ситовым анализом [1, 2].

Испытания проводились на различных характерных грунтах, а именно:

- 1) сухой укатанной грунтовой дороге;
- 2) мокрым заболоченном лугу;
- 3) сухом песке;
- 4) грязной размокшей грунтовой дороге;
- 5) твердом скалистом известняковом грунте с размокшим верхним слоем.

В дальнейшем изложенные грунты будут обозначаться теми же порядковыми номерами.

Тяговые качества машин оценивались по общепринятым показателям:

- тяговой мощности на крюке $N_{кр}$;
 - максимальному $P_{кр-макс}$ и нормальному P_n (соответствующему $N_{кр-макс}$) тяговым усилиям на крюке;
 - коэффициенту пробуксовки гусениц σ ;
 - условному коэффициенту полезного действия машины η_t , определяемому как отношение тяговой мощности $N_{кр}$ максимальной мощности двигателя $N_{д-макс}$.
- КПД гусеничной машины определялся по формуле:

$$\eta_{ГМ} = \eta_{тс} \times \eta_{дв}, \quad (1)$$

где $\eta_{тс}$ и $\eta_{дв}$ – соответственно КПД трансмиссии и гусеничного движителя, при этом $\eta_{дв} = 0,95 - 0,005 v_{дв}$ [1].

На первом этапе в процессе разгона, как видно, отмечается существенное различие коэффициентов пробуксовки σ машины с ГМТ и МТ (табл. 1).

Из данных таблицы 1 видно, что коэффициенты пробуксовки гусеничного тягача с ГМТ на всех грунтах меньше, чем у тягача с МТ. Особенно велико это различие на грунтах №№ 4, 2 и 3.

Таблица 1 – Коэффициенты пробуксовки

Виды грунтов	Значение коэффициентов пробуксовки	
	С разблокированным ГДТ	С заблокированным ГДТ
1 Сухая укатанная грунтовая дорога	1,03	1,02
2 Заболоченный луг	1,47	1,30
3 Песок сухой	1,13	1,04
4 Размокший грунт	1,24	1,05
5 Твердый скалистый грунт с размокшим верхним слоем	1,13	1,02

Во время второго этапа – обеспечивалось движение с установившейся скоростью, при которой отсутствуют инерционные воздействия, связанные с изменением кинетической энергии тягача, а процесс взаимодействия гусениц с грунтом является наиболее установившимся.

Полученные значения оценочных параметров для второго этапа приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, отмеченное на первом этапе различие в коэффициентах пробуксовки сохраняется. При равенстве свободной силы тяги на крюке тяговая мощность, развиваемая тягачом с ГМТ, на всех грунтах выше, чем у тягача с МТ, кроме грунта № 1. Более отчетливо это превышение видно при сравнении КПД тягачей η_t , так как в этом случае исключено влияние различия максимальной мощности двигателя.

Таблица 2 – Степени различия в силе тяги и затрачиваемой мощности

Виды грунтов	σ		$\eta_t, \%$	
	МТ	ГМТ	МТ	ГМТ
1	1,02	1,02	26,9	24,8
2	1,33	1,20	16,8	18,0
3	1,12	1,02	18,9	20,2
4	1,16	1,03	19,8	22,2
5	1,11	1,02	22,1	23,0

Вследствие низкого КПД гидротрансформатора КПД трансмиссия тягача с ГМТ должен быть ниже, однако, несмотря на это, общий КПД тягача с ГМТ с учетом потерь в гусенич-

ном двигателе оказался выше, чем у тягача с МТ. Очевидно, что в процессе взаимодействия гусениц тягачей с некоторыми грунтами имеется существенное различие, вызывающее увеличение коэффициента пробуксовки, а, следовательно, и потерь мощности на пробуксовку гусениц у тягача с МТ по сравнению с ГМТ.

На третьем этапе в процессе замедленного движения при нарастании тягового усилия до максимального значения полностью реализуются тягово-сцепные качества тягачей, выявляются максимальная тяговая мощность $N_{кр.макс}$, нормальное P_n и максимальное $P_{кр.макс}$ тяговые усилия. Экспериментальные значения этих величин, а также коэффициенты пробуксовки σ_n при P_n и полезного действия η_T приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Развиваемые тяговые усилия на различных грунтах

Виды грунтов	$P_{кр.макс}$, кгс		P_n , кгс		σ_n		η_T , %	
	МТ	ГМТ	МТ	ГМТ	МТ	ГМТ	МТ	ГМТ
1	8300	9200	8000	9000	1,26	1,28	63,8	70,3
2	2000	3200	2000	2000	1,90	1,38	10,9	14,1
3	5500	5500	2600	3200	1,24	1,17	21,7	25,7
4	3000	5000	28-50	3500	1,54	1,29	14,2	17,8
5	7000	7000	5200	4600	1,26	1,15	34,9	32,7

Примечание. Максимальное значение свободной силы тяги во всех случаях определялось при установившихся значениях коэффициента пробуксовки σ .

В дополнение к данным таблицы 3 на рисунке 1 приведены графики зависимости коэффициента пробуксовки σ от свободной силы тяги $P_{кр}$ для тягачей с ГМ и ГМТ на каждом из пяти грунтов.

Из приведенных в таблице 3 и на рисунке 1 данных следует, что величины $P_{кр.макс}$, P_n и η_T на всех грунтах, кроме грунта № 5, у тягача с ГМТ выше, чем у тягача с МТ. Для грунта № 5 эта закономерность нарушается, очевидно, вследствие того, что в момент замера он представлял собой размокший на глубину 6—10 мм слой известняка на твердом основании. Возможно, что при не слишком высоких значениях σ траки гусеницы взаимодействовали только с верхним размокшим слоем, а при увеличении пробуксовки срезали его и врезались в твердое основание (рис. 1).

Из графиков также видно, что на всех грунтах равные тяговые усилия развиваются тягачом с ГМТ при меньшем буксовании гусениц, чем у тягача с МТ. Таким образом, результаты сравнения тягово-сцепных качеств тягачей смеханической и гидромеханической трансмиссиями позволяют установить следующее:

1. На всех грунтах и при всех режимах движения коэффициент пробуксовки σ у тягача с МТ выше, чем у тягача с ГМТ. В наибольшей степени это различие проявляется на мокром заболоченном лугу, грязной грунтовой дороге и на песке, особенно при нормальных и максимальных тяговых усилиях. Повышенные значения σ свидетельствуют о большей потере мощности на деформацию грунта гусеницами тягача МТ.

2. Потери мощности на пробуксовку гусениц тягача с МТ на слабых грунтах (№№ 2, 3 и 4) превышают потери в гидромеханическом трансформаторе, и поэтому мощностной баланс тягача с ГМТ на этих грунтах более благоприятен, чем тягача с МТ. Тягач с ГМТ имеет более высокие КПД η_T и максимальную тяговую мощность, чем тягач с МТ. Так при динамическом действии нагрузок наиболее достоверной величиной модуля упругости льда будет $E \approx 9000$ МПа.

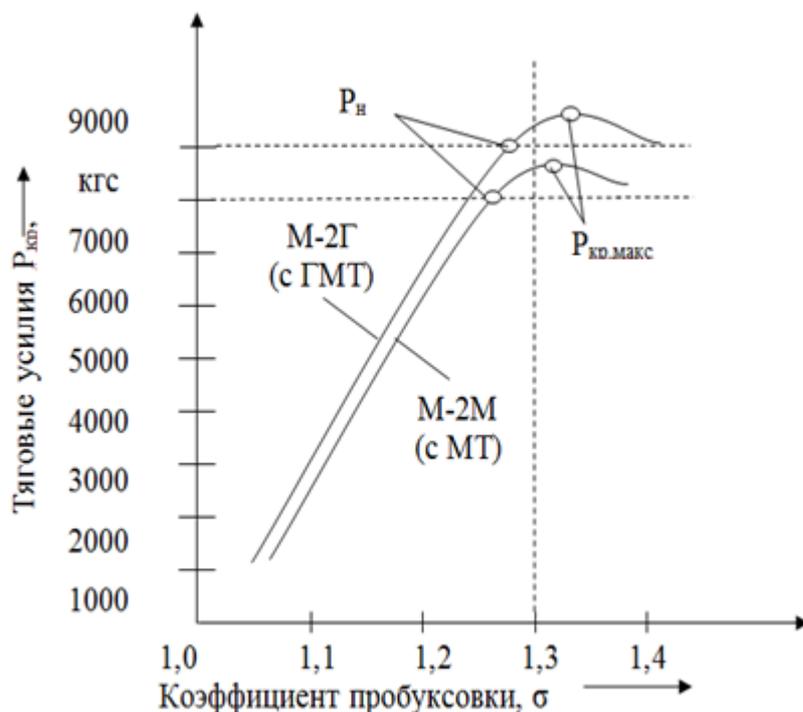


Рисунок 1 – Зависимость величины коэффициента пробуксовки от свободной силы тяги для грунта №1:
1 – тягач с ГМТ; 2 – тягач с МТ

3. Превышение величин нормального P_H и максимальных тяговых усилий $P_{кр.макс}$ тягача с ГМТ над соответствующими показателями тягача с МТ и указанная выше разница в величинах коэффициента пробуксовки свидетельствуют о том, что взаимодействие гусениц тягачей с грунтом также имеет некоторое различие.

В целом, все эти сложные неоднозначные процессы требуют дальнейшего теоретического осмысления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бескин, И. А. Сравнение тягово-сцепных качеств гусеничных тягачей с механической и гидромеханической трансмиссией [Текст] / И. А. Бескин // Сборник научных трудов НИИИ-21, 1973.- С. 120-128.
2. Бурцев, С. Е. Фильтрующие и демпфирующие свойства гидравлических трансмиссий [Текст] / С. Е. Бурцев // Академия БТВ. - М. - 1959.- С. 15-20.
3. Васильченков, В. Ф. Военная автомобильная техника. Теория эксплуатационных свойств [Текст]: учебник / В. Ф. Васильченков. - М.: Воениздат, 2004. – 479 с.
4. Баркан, Д. Д. Динамика оснований и фундаментов [Текст] / Д. Д. Баркан. - Госстройиздат, 1959.

Васильченков Василий Фёдорович

Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова
Адрес: 390031, Россия, г. Рязань, площадь Маргелова, дом 1
Д-р техн. наук, профессор кафедры «Автомобильная техника»

Фомин Александр Юрьевич

Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова
Адрес: 390031, Россия, г. Рязань, площадь Маргелова, дом 1
Адъюнкт кафедры «Автомобильная техника», старший лейтенант
E-mail: sachafomin@mail.ru

Глушченко Сергей Владимирович

Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова
Адрес: 390031, Россия, г. Рязань, площадь Маргелова, дом 1
Канд. техн. наук, профессор кафедры «Эксплуатация вооружения и военной техники», подполковник
E-mail: glushchenko.78@bk.ru

V. P. VASILCHENKOV, A. J. FOMIN, S. V. GLUSHCHENKO

INVESTIGATION RESULTS OF ENGINE TORSIONAL OSCILLATIONS INFLUENCE AT COMBAT VEHICLE TRACK SLIPPING

In the article it is shown and appreciated influence of engine torsional oscillations transmitted via transmission and tracks on the ground, causing track high frequency oscillations and as a result – increasing of track slipping and vehicle possibility decreasing. The hydrotransformator of vehicle, equipped with hydromechanical transmission fulfills damper mission of torsional oscillations, decreasing tracks slipping and increasing vehicle spassibility.

Keywords: engine, torsional oscillations, hydrotransformator – damper, hydro mechanical transmission, track link's oscillations, track slipping, spassibility.

BIBLIOGRAPHY

1. Beskin, I. A. Sravnenie tyagovo-stsepynykh kachestv gusenichnykh tyagachey s mekhanicheskoy i gidromekha-nicheskoy transmissiyei [Tekst] / I. A. Beskin // Sbornik nauchnykh trudov NIII-21, 1973.- S. 120-128.
2. Burtsev, S. E. Fil'truyushchie i dempfiroyushchie svoystva gidravlicheskikh transmissiy [Tekst] / S. E. Burtsev // Akademiya BTV. - M. - 1959.- S. 15-20.
3. Vasil'chenkov, V. F. Voennaya avtomobil'naya tekhnika. Teoriya ekspluatatsionnykh svoystv [Tekst]: uchebnyk / V. F. Vasil'chenkov. - M.: Voenizdat, 2004. - 479s.
4. Barkan, D. D. Dinamika osnovaniy i fundamentov [Tekst] / D. D. Barkan. - Gosstroyizdat, 1959.

Vasilchenkov Vasiley Phedorovich

Ryazan higher airborne troop command school named after general of the army V.F. Margelov
Address: 390031, Rossia, g. Ryazan, Margelov sq., 1
Professor of automotive department, doctor of technical sciences

Fomin Alexander Juryevich

Ryazan higher airborne troop command school named after general of the army V.F. Margelov
Address: 390031, Rossia, g. Ryazan, Margelov sq., 1
Adjunct of automotive department, senior lieutenant
E-mail: sachafomin@mail.ru

Glushchenko Sergey Vladimirovich

Ryazan higher airborne troop command school named after general of the army V.F. Margelov
Address: 390031, Rossia, g. Ryazan, Margelov sq., 1
Candidate of technical sciences, Professor of Operation of arms and military equipment department, lieutenant colonel
E-mail: glushenko.78@bk.ru

Таким образом, координата (X_C^*) есть величина переменная, т.е. с изменением координаты (X) меняется и (X_C^*). Однако, как показали расчеты - эти изменения незначительны [2].

ПОДЪЕМ ГРУЗА С ПОМОЩЬЮ ТРОСА

Расчётные задачи по подъему груза начнем с рассмотрения простейшей задачи: подъем груза с помощью троса присоединенного к нему в крайней правой точке (K) (рис. 2).

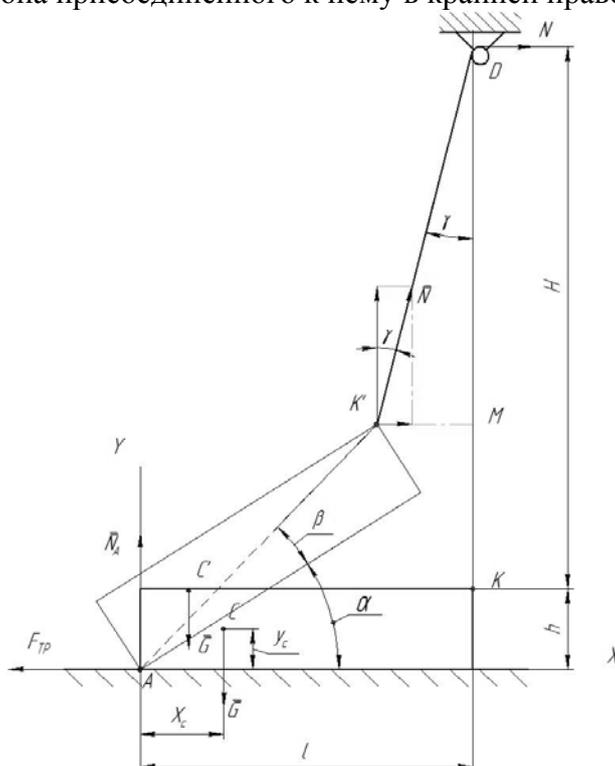


Рисунок 2 - Схема подъема груза с помощью троса

При повороте груза на угол α , трос, занимавший вертикальное положение (DK), поворачивается на угол γ и принимает положение (DK^*).

Будем определять положение груза с помощью угла α . Угол α - независимый параметр.

Рассчитаем также угол β , который определяет положение точки (K) и (K^*) по формуле:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h}{l}. \quad (2)$$

Отсюда: $\beta = \operatorname{arctg} \left(\frac{h}{l} \right)$;

Теперь рассчитаем угол γ :

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{K \cdot M}{DM}, \quad (3)$$

при этом: $K'M = l - (AK^*) \cdot \cos(\alpha + \beta)$, отрезок DM :

$DM = H + h - (AK^*) \cdot \sin(\alpha + \beta)$, а отрезок AK^* :

$$AK^* = \sqrt{l^2 + h^2}.$$

Окончательно:

$$\gamma = \arctg \left(\frac{1 - \sqrt{l^2 + h^2} \cdot \cos(\alpha + \beta)}{h + h - \sqrt{l^2 + h^2} \cdot \sin(\alpha + \beta)} \right). \quad (4)$$

Рассмотрим равновесие груза, повернутого на угол α . Влияние стропа (ДК') заменим силой натяжения троса (N), приложенной в точке (К') и направленной под углом γ к вертикали. В точке (А) действуют две составляющие реакции: нормальная - N_A и сила трения $F_{тр}$, направленная в сторону противоположную оси X, т.е. в сторону противоположную возможному движению точки А при проскальзывании [1].

Запишем три уравнения статики:

$$\sum_{k=1}^n M_A(F_k) = -G \cdot \sqrt{x_c^2 + y_c^2} \cdot \cos \left(\alpha + \arcsin \left(\frac{y_c}{\sqrt{x_c^2 + y_c^2}} \right) \right) - N \cdot \sin \gamma \cdot \sqrt{l^2 + h^2} \cdot \sin(\alpha + \beta) + N \cdot \cos \gamma \cdot \sqrt{l^2 + h^2} \cdot \cos(\alpha + \beta) = 0;$$

$$\sum_{k=1}^n F_{kx} = N_A - G + N \cdot \cos \gamma = 0,$$

$$\sum_{k=1}^n F_{ky} = -F_{тр} + N \cdot \sin \gamma = 0.$$

Решая полученную систему трех уравнений получим:

$$N = \frac{G \cdot \sqrt{x_c^2 + y_c^2} \cdot \cos \left(\alpha + \arcsin \left(\frac{y_c}{\sqrt{x_c^2 + y_c^2}} \right) \right)}{\sqrt{l^2 + h^2} \cdot [\cos \gamma \cdot \cos(\alpha + \beta) - \sin \gamma \cdot \sin(\alpha + \beta)]} \quad (5)$$

$$N_A = G \left\{ 1 - \frac{\sqrt{x_c^2 + y_c^2} \cdot \cos \left(\alpha + \arcsin \left(\frac{y_c}{\sqrt{x_c^2 + y_c^2}} \right) \right) \cos \gamma}{\sqrt{l^2 + h^2} \cdot [\cos \gamma \cdot \cos(\alpha + \beta) - \sin \gamma \cdot \sin(\alpha + \beta)]} \right\}. \quad (6)$$

Максимальное значение силы трения в точке (А) будем определять согласно закону Амонтона – Кулона для сухого трения:

$$F_{\text{тр}}^{\text{max}} = G \cdot f_0 \cdot \left\{ 1 - \frac{\sqrt{x_c^2 + y_c^2} \cdot \cos \left(\alpha + \arcsin \left(\frac{y_c}{\sqrt{x_c^2 + y_c^2}} \right) \right) \cos \gamma}{\sqrt{l^2 + h^2} \cdot [\cos \gamma \cdot \cos(\alpha + \beta) - \sin \gamma \cdot \sin(\alpha + \beta)]} \right\}, \quad (7)$$

где f_0 - коэффициент трения покоя.

Рассмотренный выше режим подъема груза будет происходить до тех пор пока максимальное значение силы трения – покоя будет больше горизонтальной составляющей силы натяжения троса (N), т.е. пока:

$$F_{\text{тр}}^{\text{max}} \geq N \cdot \sin \gamma. \quad (8)$$

Таким образом, при выполнении неравенства:

$$G \cdot f_0 \cdot \left\{ 1 - \frac{\sqrt{x_c^2 + y_c^2} \cdot \cos \left(\alpha + \arcsin \left(\frac{y_c}{\sqrt{x_c^2 + y_c^2}} \right) \right) \cos \gamma}{\sqrt{l^2 + h^2} \cdot [\cos \gamma \cdot \cos(\alpha + \beta) - \sin \gamma \cdot \sin(\alpha + \beta)]} \right\} \geq N$$

$$\geq \frac{G \cdot \sqrt{x_c^2 + y_c^2} \cdot \cos \left(\alpha + \arcsin \left(\frac{y_c}{\sqrt{x_c^2 + y_c^2}} \right) \right) \cdot \sin \alpha}{\sqrt{l^2 + h^2} \cdot [\cos \gamma \cdot \cos(\alpha + \beta) - \sin \gamma \cdot \sin(\alpha + \beta)]}$$
(9)

проскальзывание груза не будет.

Как только неравенство (9) нарушается, то груз под действием горизонтальной составляющей силы N будет сдвигаться вправо. С момента начала движения в формуле (9) коэффициент трения – покоя f_0 следует заменить на коэффициент трения – движения f , который меньше f_0 . В результате неравенство (9) нарушается еще в большей степени. Таким образом груз будет смещаться вдоль оси (X) с переменным ускорением. Максимальное значение ускорения будет в начальный момент времени (от момента начала проскальзывания). Затем за счет уменьшения угла γ (при смещении груза влево) смещающая сила ($N \cdot \sin \gamma$) будет уменьшаться, а следовательно меньше станет и горизонтальное ускорение смещении груза. В некоторый момент времени ускорение станет равным нулю, движение вправо будет происходить по инерции до тех пор пока груз не остановится.

Решить неравенства, а в пределе равенство (9) аналитически не представляется возможным, т.е. аналитически определить угол α из выражения (9) нельзя. Связано это с тем, что уравнение соответствующее выражению (9) – нелинейное. Поэтому возможно только численное решение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белорусов, Г. С. Грузозахватные устройства с гравитационным замыканием [Текст] / Г. С. Белорусов, А. Ф. Андреев, Н. Г. Павлюк, В. А. Капуа // Промышленный транспорт. - 1982. - № 8.
2. Жигарев, В. П. Основные положения по построению математической модели системы «автотранспортное средство перевозимый груз». Колебания, динамическая нагрузка и устойчивость движения автомобиля и автопоезда [Текст] / В. П. Жигарев. - М.: МАДИ, 1984.- 126 с.
3. Жуков, М. И. Систематизация траверс для подъема и перемещения крупногабаритных грузов [Текст] / М. И. Жуков // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. - № 2(37). – С. 96-100.

Жуков Михаил Игоревич

ФГБОУ ВПО «Государственный университет — УНПК»

Адрес: 302020, Россия, г. Орел, Наугорское шоссе, 29

Аспирант кафедры «Подъемно-транспортные и строительные дорожные машины»

E-mail: Mixail.88@list.ru

Ушаков Леонид Семенович

ФГБОУ ВПО «Государственный университет—УНПК»

Адрес: 302020, Россия, г. Орел, Наугорское шоссе, 29

Д-р техн. наук, профессор кафедры «Подъемно-транспортные и строительные дорожные машины»

E-mail: Mixail.88@list.ru

L. S. USHAKOV, M. I. ZHUKOV

THEORETICAL STUDIES OF LIFTING WITH ADJUSTABLE CROSSHEAD

In order to avoid skewing the cargo during its ascent must be used to traverse the mobile eye , in which the distance from the edge of the load to the point of suspension changes. This modification is provided with a movable lug . The analysis of the process of balance and lifting. The analysis showed that the cargo will be shifted along the axis with variable acceleration . The maximum value of the acceleration will be the initial time (from the beginning of the slip) . Then, by reducing the angle of traverse biasing force will decrease, and therefore will be less displacement and horizontal acceleration cargo. At some point, the acceleration is zero , the movement will be right by inertia until the goods have not stopped.

Scientific novelty : The analysis of the process of balance and lifting. Defined parameters influencing the process of lifting off-center of gravity.

Keywords: *handling devices , traverse frame , linear traverse , bulky cargo , the cargo off-center of gravity.*

BIBLIOGRAPHY

1. Belorусov, G. S. Gruzozakhatnye ustroystva s gravitatsionnym zamykaniem [Tekst] / G. S. Belorусov, A. F. Andreev, N. G. Pavlyuk, V. A. Kapua // Promyshlennyy trans-port. - 1982. - № 8.
2. Zhigarev, V. P. Osnovnye polozheniya po postroeniyu matematicheskoy modeli si-stemy "avtotransportnoe sredstvo perevozimyy gruz". Kolebaniya, dinamicheskaya iagruzhen-nost' i ustoychivost' dvizheniya avtomobilya i avtopoezda [Tekst] / V. P. Zhikharev. - M.: MA-DI, 1984.- 126 s.
3. Zhukov, M. I. Sistematizatsiya travers dlya pod"ema i peremeshcheniya krupnogaba-ritnykh gruzov [Tekst] / M. I. Zhukov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2013. - № 2(37). - S. 96-100.

Zhukov Michael Igorevich

FGBOU VPO «State University – UNPK»

Address: 302020, Russia, g. Orel, 29, Naugorskoye Shosse st.

Postgraduate of "Hoisting and building road cars"

E-mail: Mixail.88@list.ru

Ushakov Leonid Semenovich

FGBOU VPO «State University – UNPK»

Address: 302020, Russia, g. Orel, Naugorskoye Highway, 29

Dts Professor of the Department "Hoisting and building road cars"

E-mail: Mixail.88 @ list.ru

УДК 656.135.073

Э. Р. ДОМКЕ, С. А. ЖЕСТКОВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ДОСТАВКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫЕ СТАНЦИИ

В данной статье представлено использование логистического подхода для доставки нефтепродуктов на автозаправочные станции. Разработана модель функционирования интегрированной системы развозки грузов автомобильным транспортом, позволяющая получить синергетический эффект от совместной работы грузообразующих пунктов.

Ключевые слова: груз, модель, маршрут, автомобиль.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в хозяйственную практику предприятий стали активно внедряться новые методы и технологии доставки товаров, базирующиеся на концепции интеграции транспорта. Это относится и к организации перевозочного процесса нефтепродуктов.

Как правило, для перевозки нефтепродуктов используются автомобили большой грузоподъемности (30 тонн и более). Во многих случаях свободной емкости на автозаправочных станциях (АЗС) оказывается недостаточно для приема всего объема нефтепродукта, находящегося в бензовозе. Проведенные нами исследования, показали, что примерно в 58% случаев нефтепродукты развозятся бензовозами последовательно на две АЗС. При этом распределение автомобилей по маршрутам производится диспетчером нефтебазы исходя из опыта и ситуации, что нередко приводит к принятию неоптимальных решений.

Потребности потребителей в нефтепродуктах должны удовлетворяться полностью, в необходимом количестве, соответствующей номенклатурой, своевременно и по приемлемой цене, для чего необходима синхронизация элементов в цепи снабжение - сбыт нефтепродуктов.

При организации перевозочного процесса большое значение имеет время доставки нефтепродуктов. Сокращение времени доставки, точное соблюдение графиков, быстрая адаптация к меняющимся условиям, приносит рыночный успех. Ориентация на эффективность перевозочного процесса становится приоритетным направлением в перевозках.

Применение логистических принципов при доставке нефтепродуктов позволяет сократить общую продолжительность процесса доставки и обеспечивать полное удовлетворение потребностей населения нефтепродуктами, как по количеству, так и по качеству.

ОПИСАНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Авторами статьи были исследованы маршруты доставки нефтепродуктов на АЗС, применяемые на двух нефтебазах одной из нефтяных компаний. За основу была взята работа в течение одной смены. Было установлено, что каждая нефтебаза имеет свою зону обслуживания. Нефтебаза А обслуживает за смену 7 АЗС, нефтебаза Б – 19 АЗС.

Для каждой зоны, включающей нефтебазу и обслуживаемые ею АЗС, были экспериментально определены следующие показатели:

Q – масса нефтепродукта, перевезенного бензовозом на конкретном маршруте т;

q – масса нефтепродукта, доставляемого на каждую АЗС, т;

$l, l^{гв}, l^*$ – длина соответственно маршрута, грузовых звеньев и холостых пробегов на маршруте, км;

t – время нахождения бензовоза на маршруте, ч;

L – транспортная работа, выполненная на маршруте, T – км;

β – коэффициент использованного пробега бензовоза на маршруте;

U, W – выработка бензовоза на маршруте соответственно т/ч и $T \cdot \text{км}/\text{ч}$.

Транспортные графы обслуживания АЗС нефтебазами А и Б приведены соответственно на рисунке 1 и рисунке 2. На графах указаны номера АЗС, расстояния от нефтебаз до АЗС и расстояния между АЗС, объединённые в кольцевые маршруты. Как видно из приведенных рисунков, из нефтебазы А обслуживание АЗС осуществляется по трем маятниковым и двум кольцевым маршрутам, из нефтебазы Б – по шести радиальным и шести кольцевым маршрутам.

Технико-эксплуатационные показатели сменной работы нефтебаз А и Б по доставке нефтепродуктов на АЗС приведены в таблице 1 и таблице 2.

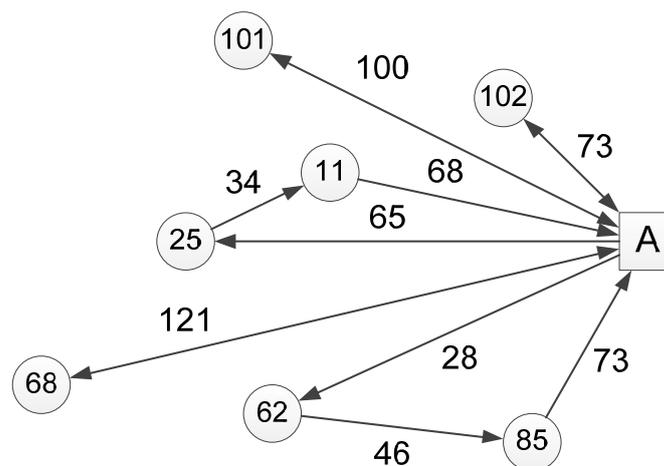


Рисунок 1 - Транспортный граф обслуживания АЗС нефтебазой А за смену

Таблица 1 - Технико-эксплуатационные показатели сменной работы нефтебазы А по доставке нефтепродуктов на АЗС.

№ партии	№ маршрута	№ АЗС	$q, \text{ т}$	$Q, \text{ т}$	$L, \text{ км}$	$t, \text{ час}$	$L^{\text{в}}, \text{ км}$	$L^{\text{г}}, \text{ км}$	β	$P, \text{ Т} \cdot \text{км}$	$U, \text{ т/ч}$	$W, \text{ Т} \cdot \text{км} / \text{ч}$
1	1	62	9,1	29,5	147	5,47	73	74	0,50	1765	5,32	323
		85	20,4									
2	2	25	11,1	23,2	167	5,40	68	99	0,59	1940	4,30	359
		11	12,1									
3	3	102	23,1	23,1	146	4,64	73	73	0,5	1686	4,98	363
	4	68	11,9	11,9	242	5,53	121	121	0,5	1440	2,15	260
	5	101	11,9	11,9	200	4,83	100	100	0,5	1190	2,46	246,4
итого				99,6	902	25,9	435	467	0,52	8021	3,84	310

Как показали исследования, запаса нефтепродуктов на нефтебазе Б для удовлетворения потребностей всех АЗС, обслуживаемых за смену, не хватает. Поэтому ежедневно завозятся нефтепродукты одним бензовозом, арендуемым у частной фирмы, из нефтебазы С, находящейся на расстоянии 260 км в другом регионе. При этом нефтепродукты не развозятся бензовозом в попутном направлении на АЗС, а доставляются непосредственно на нефтебазу Б (рис.2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Домке, Э. Р. Особенности модели функционирования интегрированной системы развозки грузов / Э. Р. Домке, С. А. Жесткова // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - №3. - С. 94-99.
2. Жесткова, С. А. Совершенствование организации перевозочного процесса автомобилями (на примере доставки нефтепродуктов на автозаправочные станции): дис. ... канд. техн. наук / С. А. Жесткова. – Пенза, 2013. – 167 с.

Домке Эдуард Райнгольдович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28
Канд. техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Организация безопасности движения»
E-mail: obd@pguas.ru

Жесткова Светлана Анатольевна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28
Канд. техн. наук, ассистент кафедры «Организация безопасности движения»
E-mail: s.zhestkova@yandex.ru

E. R. DOMKE, S. A. ZHESTKOVA

THE USE OF LOGISTIC APPROACH FOR DELIVERY ON OIL GAS STATIONS

*His article presents the use of logistic approach to deliver oil products at the petrol station.
The developed model of functioning of the integrated system of delivery of cargoes by motor
transport, which allows to obtain synergy effect from joint work shipping points.*

Keywords: cargo, model, route, car.

BIBLIOGRAPHY

1. Domke, E. R. Osobennosti modeli funktsionirovaniya integrirovannoy sistemy razvozki gruzov / E. R. Domke, S. A. ZHestkova // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - №3. - S. 94-99.
2. ZHestkova, S. A. Sovershenstvovanie organizatsii perevozochnogo protsesssa avtomobilyami (na prime-re dostavki nefteproduktov na avtozapravochnye stantsii): dis. ... kand. tekhn. nauk / S. A. ZHestkova. - Penza, 2013. - 167 s.

Domke Edward Rajngoldovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"
Address: 440028, Russia, g. Penza, ul. Titova, 28
Candidate. tehn. Sciences, Professor, Head. Department "traffic safety"
E-mail: obd@pguas.ru

Zhestkova Svetlana Anatolevna

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"
Address: 440028, Russia, g. Penza, ul. Titova, 28
Candidate. tehn. , Assistant Professor of the Department "traffic safety"
E-mail: s.zhestkova @ yandex.ru

К. С. ЕСИН

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

В данной статье представлено моделирование транспортно-логистического обслуживания комбайна транспортными средствами при уборке зерновых культур, расписаны все технологические операции, которые совершает комбайн при уборке зерновых культур. Рассмотрены способы уборки зерновых культур, а так же требования, которые предъявляются к зерновым культурам при уборке. При подготовке поля к уборке учитывается взаимодействие комбайна с транспортными средствами задействованными на перевозке убранных урожаев.

Ключевые слова: *уборочный процесс, зерноуборочный комбайн, поле, транспортная магистраль, бункер, зерновые культуры, коэффициент времени смены.*

Перед началом уборки зерновых культур на основании характеристик полей составляют план-график уборки и маршрутный лист уборочно-транспортных комплексов.

Для обеспечения надежности вывоза зерна с полей на первом этапе предусматривается улучшение дорог и подъездных путей; производится выбор способа движения уборочных агрегатов и подъезда транспортных средств, задается рациональная конфигурация, размеры и направления сторон загонов и рассчитывается наиболее выгодное их соотношение; осуществляется подготовка поворотных полос и транспортно-разгрузочных магистралей; проводятся противопожарных мероприятия.

Решение о готовности поля к уборке определяет комиссия, комиссия также определяет способ, и очередность уборки полей, намечает кратчайшие и наиболее удобные пути передвижения уборочно-транспортных агрегатов по полям в севообороте, проводит необходимую техническую подготовку уборочно-транспортного комплекса, вносит корректировку в рабочий план. Данные мероприятия позволяют увеличить производительность транспортных средств и предотвратить потери зерна.

На основе опытных наблюдений и исследований [3], и в результате графического моделирования назначают способы движения уборочных машин по полю. На рисунке 1 представлены способы движения комбайнов, которые намечают в зависимости от размеров и конфигурации поля, требований, предъявляемых к формированию валка (одинарный или сдвоенный), направления посевов, характеристики применяемых машин и технологической схемы транспортного обслуживания комбайнов (с таким учетом, чтобы транспортное средство во время сбора зерна совершали минимальные переезды от одного агрегата к другому).

В соответствие с чем, можно выделить наиболее распространенные способы движения уборочных агрегатов.

Часто применяют комбинированный загонный способ движения уборочных агрегатов (рис. 1, а). При этом скашивание начинают с прокоса между смежными загонами и последовательно расширяют его, делая на поворотной полосе левые повороты. Когда ширина убранных участка достигнет ширины каждой из оставшихся нескошенных частей первого и второго загонов, докашивают хлеба с обеих сторон одного, а затем второго загонов с правыми поворотами. В результате сокращаются холостые повороты (до 40% их длины), увеличивается ширина загонов и сокращается число прокосов.

Круговой способ движения используют на полях неправильной конфигурации длиной гона до 600 м как при раздельной уборке, так и при прямом комбайнировании (рис. 1, б - е).

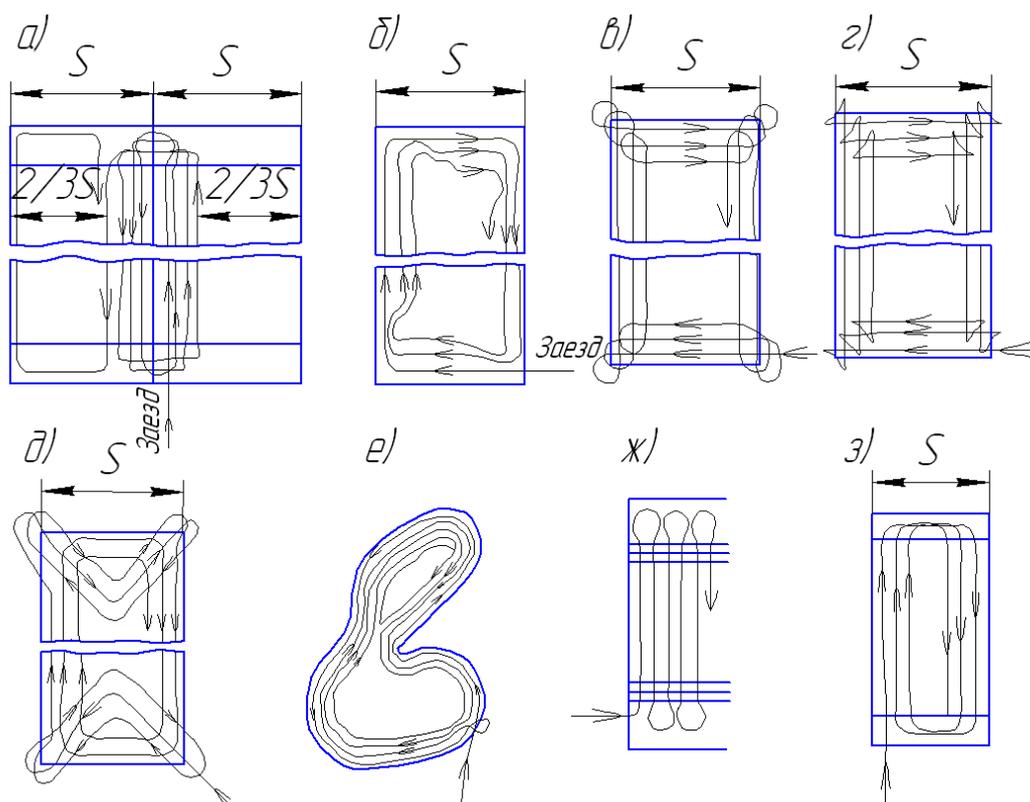


Рисунок 1 – Способы движения уборочных агрегатов:

а – загонный комбинированный с расширением прокосов, б – с беспетлевыми односторонними поворотами, в – с поворотами «закрытая петля», г – с поворотами задним ходом, д – с поворотами под углом 45° , е – для участков неправильной конфигурации, ж – челночный, з – загонный петлевой; S – ширина загона

При прямом комбайнировании загоны длиной гона 100—300 м убирают круговым способом с поворотами «закрытая петля» (рис. 1,б-в) или с поворотами задним ходом (рис. 1,г), причем в последнем случае потери времени на повороты значительно меньше. Если длина гона более 600 м, то хлеба убирают загонным способом с расширением прокосов.

Перед уборкой большие площади хлебных массивов размечают и разбивают на загоны [3]. Эту работу выполняет звено подготовки полей под руководством агронома. При этом учитывают конфигурацию и площадь поля, состояние хлебостоя, составы уборочных комбайнов. Оптимальным размером загонов считается такой, при котором достигается максимальная выработка комбайнов.

Загоны должны иметь форму прямоугольников площадью, примерно равной дневной выработке комбайно-транспортного звена. Ориентировочно ширина загона может быть в 5-8 раз меньше его длины. Ширину загона ограничивают площадью 50 га, что безопаснее в противопожарном отношении. Небольшие поля, на которых зерно можно убирать за день силами одного звена, на загоны не разбивают.

Число загонов на поле должно быть равно или кратно числу комбайно-транспортных звеньев, участвующих в обмолоте. Это предотвращает рассредоточение комбайнов по полям севооборота и поступление на ток неоднородных партий зерновой продукции.

Размеры загонов отмечают на карте землепользования, на ней же указывают ширину поворотных полос, прокосы между загонами, расположение транспортных и разгрузочных магистралей, линии обкосов.

Поля неправильной конфигурации разбивают так, чтобы продольные стороны загонов были параллельны. При этом оставшаяся непрямоугольная часть поля должна располагаться у одной из боковых сторон прямоугольника.

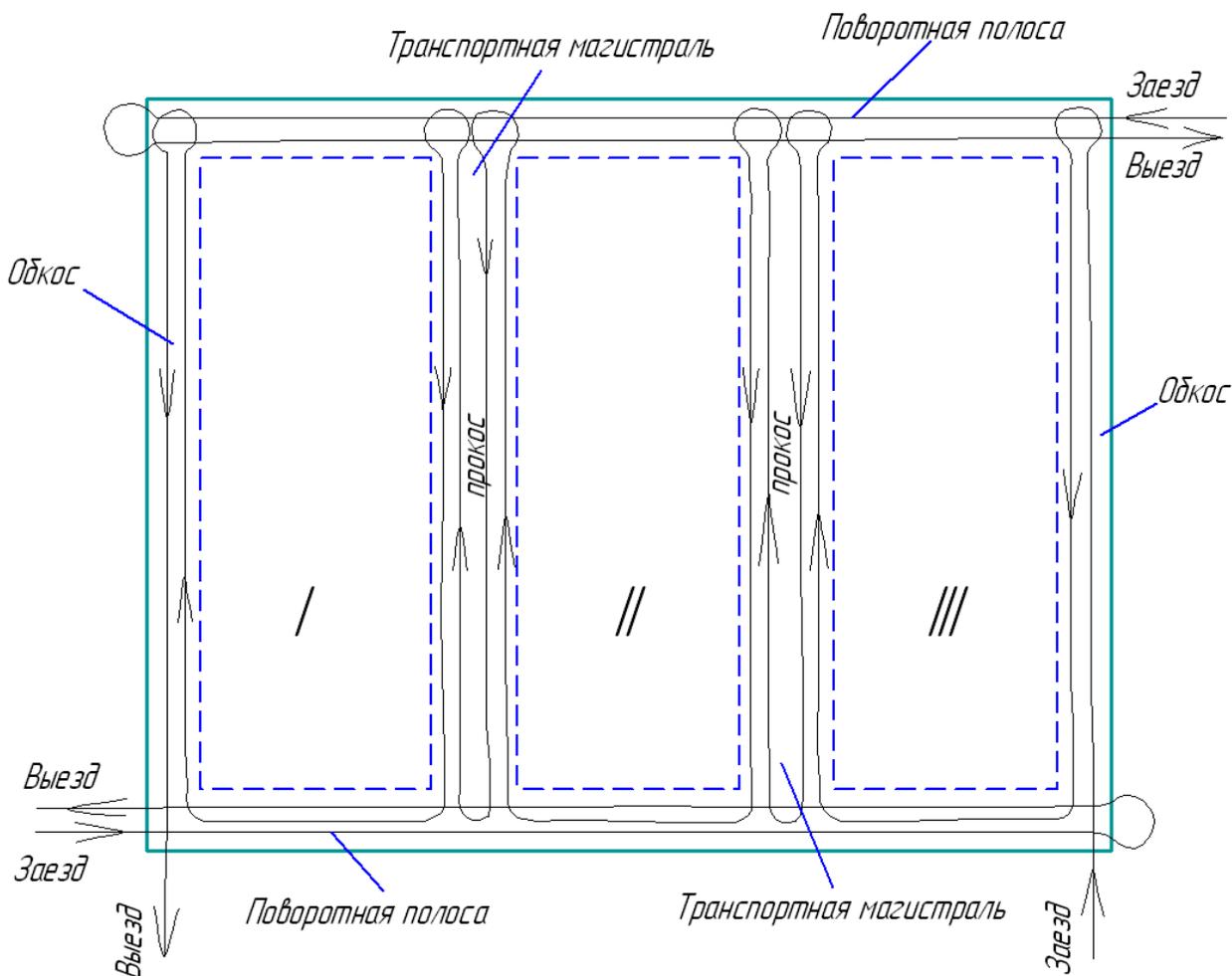


Рисунок 2 – Схема движения уборочного агрегата и прокладывание транспортных магистралей при подготовке поля к уборке загонным способом

Транспортные магистрали для движения автомобилей прокладываются между загонами. На небольших полях, которые не разбиваются на загоны, транспортные магистрали накатываются по краю поля. А в большинстве случаев транспортными магистралями служат дороги сельскохозяйственного назначения, которые обуславливают габариты данного поля. Что более удобно, так как транспортные средства меньше передвигаются по полю, тем самым оказывают менее пагубное воздействие на почву. А так же увеличивается средняя скорость транспортных средств, что уменьшает время оборачиваемости транспортного средства с поля на ток и обратно.

Обмолоченное зерно отвозится автомобильным транспортом. Комбайн не должен простаивать из-за отсутствия технологического транспорта. Разгрузка бункера производится на остановках.

Комбайн обслуживает механизатор, который обязан проводить ежедневное техническое обслуживание и другие подготовительно-заключительные работы, контролировать выгрузку урожая, проверять качество работы, регулировать и очищать рабочие органы в течение смены.

При расчете сроков уборки зерновых культур пользуются коэффициентом использования времени смены. Коэффициент использования времени смены показатель, характеризующий отношение времени чистой (полезной) работы агрегата за смену к общему времени смены. Отражает время полезной работы за смену и непроизводительные его потери (на холостые переезды и различные простои). Устанавливается путём хронометража или планируется заранее. Выражается десятичной дробью или в процентах. Коэффициент использования времени смены большинства машинно-тракторных агрегатов равен 0,7-0,95 [2].

Как мы видим, данный коэффициент может изменяться в довольно широком диапазоне. Что на практике при расчетах может приводить к большим погрешностям при расчете времени уборки зерновых культур. Что недопустимо при такой важной операции как обмолачивание зерновых культур, когда на данном процессе задействованы большие трудовые и финансовые ресурсы. Поэтому при расчетах необходимо использовать более совершенную модель, учитывающую все временные периоды уборки. Что приведет к более точному расчету времени уборки зерновых культур, позволит задействовать в зависимости от сроков уборки необходимое количество уборочной техники и обслуживающих её количество транспортных средств. Вследствие чего, уменьшатся потери зерна, и уменьшится себестоимость уборочного процесса.

Находим количество проходов комбайна по полю:

$$n_{np} = \frac{M}{B_p \times k_{жс}}, \quad (1)$$

где M – ширина поля, м;

B_p – ширина захвата жатки, м;

$k_{жс}$ – коэффициент использования жатки [2].

Зная количество проходов комбайна по полю и длину поля можем найти общую длину прохода комбайна по полю:

$$L_{np} = L \times n_{np}, \text{ м}, \quad (2)$$

где L – длина поля, м.

Так же зная количество проходов, можем найти количество разворотов, которые сделает комбайн при уборке поля:

$$n_p = n_{np} - 1 = \frac{M}{B_p \times k_{жс}} - 1. \quad (3)$$

Время загрузки бункера уборочного комбайна [1]:

$$t_{зб} = \frac{\gamma \times V_b \times \eta_b}{3,6 \times q \times k_q} (1 + d), \text{ ч}, \quad (4)$$

где γ – плотность зерна, т/м³;

V_b – емкость бункера уборочного комбайна, м³;

η_b – коэффициент использования бункера, 0,95-1,1 [1];

q – производительность молотилки, кг/с;

k_q – коэффициент использования пропускной способности комбайна, 0,8-1,0 [1];

d – отношение массы соломы к массе зерна.

Определяем рабочую скорость комбайна [1]:

$$V_p = \frac{360 \times q}{g_p \times B_p \times k_{ж} \times (1+d)}, \text{ км/ч}, \quad (5)$$

где g_p - урожайность зерна, ц/га;

B_p - ширина захвата жатки, м;

$k_{ж}$ - коэффициент использования жатки [2];

d - отношение массы соломы к массе зерна.

Зная время загрузки бункера и рабочую скорость комбайна, можем найти путь, через который комбайн заполнит бункер зерном:

$$L_p^{\theta} = t_p^{\theta} \times V_p, \text{ км}. \quad (6)$$

То есть через каждые L_p^{θ} км комбайн будет останавливаться для разгрузки зерна в транспортное средство. Следовательно, зная координаты начала движения комбайна можно заранее определить места всех остановок комбайна для разгрузки бункера. Таким образом, транспортные средства могут тут же при возвращении с тока подъезжать к намеченным точкам разгрузки. А не дожидаться на краю поля, пока комбайн с полностью загруженным бункером подаст сигнал о готовности выгрузить намолоченное зерно в транспортное средство. Тем самым, сокращаются или даже полностью пропадают простои комбайнов в ожидании транспортных средств.

Определяем количество бункеров и остановок уборочного комбайна, для разгрузки заполненного бункера зерна:

$$n_p^{\theta} = \frac{L_{пк}}{L_p^{\theta}}. \quad (7)$$

Находим время, затраченное на основные технологические операции при уборке имеющегося поля определенным уборочным комбайном, с заданными техническими показателями. Оно складывается из суммы времени основных технологических времен.

Время необходимое для заполнения всех бункеров уборочного комбайна зависит от времени заполнения одного бункера комбайна и количества бункеров, которые заполнит уборочный комбайн на всем поле:

$$t_{п.обш.}^{\theta} = t_p^{\theta} \times n_p^{\theta}, \text{ ч}. \quad (8)$$

Находим общее время, затраченное на разгрузку бункеров уборочного комбайна:

$$t_{р.обш.}^{\theta} = t_p^{\theta} \times n_p^{\theta}, \text{ ч}, \quad (9)$$

где t_p^{θ} - время разгрузки бункера уборочного комбайна [1]:

$$t_p^{\theta} = \frac{V \times V_{ж} \times M_{ж}}{W_{шн}}, \text{ ч}, \quad (10)$$

где $W_{шн}$ - производительность выгрузного устройства (шнека) бункера, кг/ч.

Время, затраченное на развороты, определяем произведением времени затраченного на один разворот и общего количества разворотов. При этом скорость при разворотах будет отличной от скорости комбайна при обмолоте зерна, и определяется из технического паспорта на уборочный комбайн:

$$t_{p,общ} = n_p \times t_p, ч, \quad (11)$$

где t_p – время одного разворота уборочного комбайна, ч,

$$t_p = \frac{m}{V_{к.р.}}, ч, \quad (12)$$

где m – длина разворота, км;

$V_{к.р.}$ – скорость комбайна при развороте, км/ч.

Следовательно, из выше приведенных формул, находим общее время, которое понадобится уборочному комбайну для уборки поля:

$$t_{общ}^{уд} = t_{к.р.}^{уд} + t_{п.р.}^{уд} + t_{р.общ}, ч. \quad (13)$$

Чистое рабочее время устанавливается исходя из рационального баланса времени смены.

В рациональный баланс на механизированных полевых работах включаются следующие затраты времени, необходимые для выполнения сменного задания [2]:

$$T_{см} = T_{пз} + T_{пер.нк} + T_p + T_{обс} + T_{отд}, ч, \quad (14)$$

где $T_{пз}$ – подготовительно - заключительное время, ч;

$T_{пер.нк}$ – время переезда вначале смены к месту работы и обратно в конце смены, ч;

T_p – чистое рабочее время, ч;

$T_{обс}$ – время организационно-технического обслуживания, ч;

$T_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, ч.

На рисунке 3 представлено распределение рабочего времени смены [2].

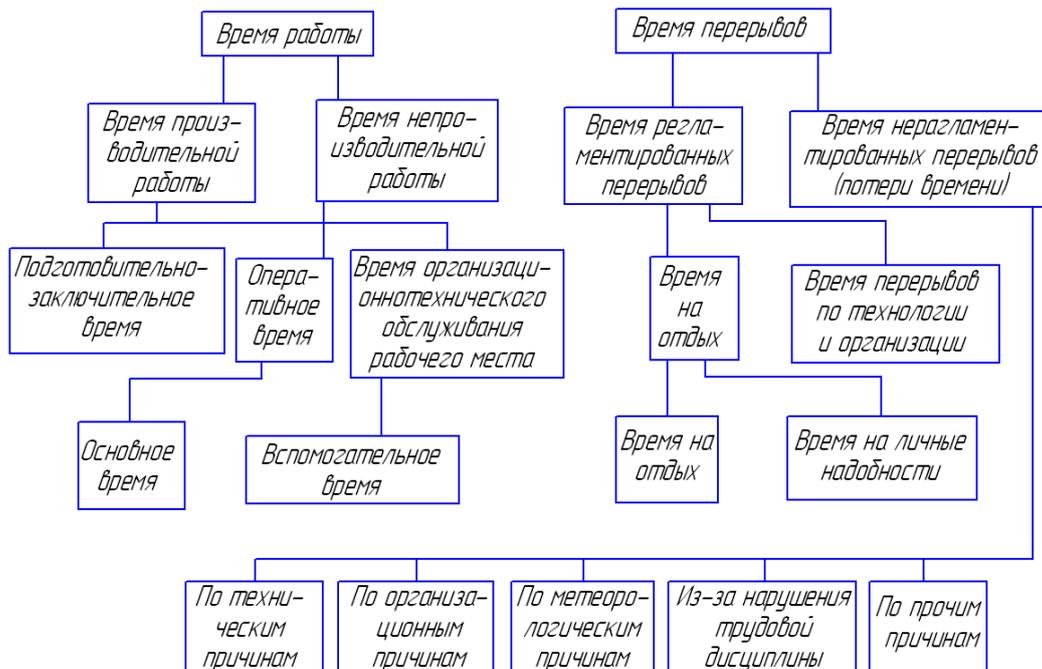


Рисунок 3 – Схема рабочего времени смены

Тогда из формулы (14) находим чистое рабочее время за день, в течение которого уборочный комбайн будет задействован непосредственно на уборке зерновых культур:

$$T_p = T_{\text{сч}} - (T_{\text{пн}} + T_{\text{пер.нк}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{отл}}), \text{ч.} \quad (15)$$

Таким образом, зная, сколько времени затрачивается для уборки зерновых культур со всего поля и чистое рабочее время уборочного комбайна в течение дня, можем найти, за сколько дней уберет данное поле один уборочный комбайн:

$$D = \frac{D_{\text{обш}}}{T_p}, \text{дн.} \quad (16)$$

Соответственно, если нам необходимо убрать данное поле за меньшее количество дней, то мы можем найти необходимое количество уборочных комбайнов, которые будут задействованы на уборке зерновых культур с данного поля:

$$n_k = \frac{D}{D_{\text{обш}}}, \text{шт.} \quad (17)$$

где n_k – количество уборочных комбайнов, шт;

$D_{\text{обш}}$ – дни, в течение которых необходимо убрать поле, дн.

Данная методика позволяет найти нам необходимое количество комбайнов для уборки соответствующего поля в заданные промежутки времени. Что в свою очередь позволит подобрать под данные комбайны требуемое количество транспортных средств. Что позволит снизить простой уборочной и транспортной техники в ожидании друг друга.

Целесообразно для определения координат разгрузки комбайнов, устанавливать на комбайны и транспортные средства систему ГЛОНАСС. Которая в реальном времени будет отслеживать местонахождения комбайнов и транспортных средств, а так же оперативно передавать конкретные точки разгрузки комбайнов, которые могут отходить от расчетных, в связи с неравномерной урожайностью зерновых культур на всей площади поля. А автомобили при подъезде к полю могут выбирать наиболее короткий путь подъезда к комбайну, что позволит сократить время приезда транспортного средства, а так же снизить нагрузку жителей на почву.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Есин, К. С. Методика выбора подвижного состава при уборке зерновых культур [Текст] / К. С. Есин, А. Л. Севостьянов // Мир транспорта и технологических машин. - Орел. - №2(41). - 2013. – С. 95-102.
2. Есин, К. С. Транспортное обеспечение агропромышленного комплекса при уборке зерновых культур (на примере орловской области) [Текст] / К. С. Есин, А. Л. Севостьянов, С. Н. Филин // Мир транспорта и технологических машин. - Орел. - №1(40). - 2013. – С. 21-27.
3. Юкиш, А. Е. Техника и технология хранения зерна [Текст] / А. Е. Юкиш, О. И. Ильина. - М.: ДеЛи принт, 2009. – 718с.
4. Соколов, А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. - М.: Колос, 1975. - 496 с.
5. Платонов, П. Н. Элеваторы и склады [Текст] / П. Н. Платонов, С. П. Пунков, В. Б. Фасман. - М.: Агропромиздат, 1987. - 319 с.

Есин Константин Сергеевич

ФГБОУ ВПО «Государственный Университет - УНПК»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, д. 77, ауд. 312

Аспирант кафедры “Сервис и ремонт машин”

E-mail: esinkc@mail.ru

K. S. ESIN

SIMULATION OF TRANSPORTATION AND LOGISTICS GRAIN CLEANING SERVICE

In given clause modelling transporty-logistical service of a combine by vehicles is presented at cleaning grain crops, technological operations which are made with a combine at cleaning grain crops are painted all. Ways of cleaning of grain crops, and as requirements which are shown to grain crops at cleaning are considered. By preparation of a field for cleaning interaction of a combine with vehicles involved on transportation of the removed crop is considered.

Keywords: *harvest process, combine harvester, field, transport highway, the bunker, grain crops, factor of time of change.*

BIBLIOGRAPHY

1. Esin, K. S. Metodika vybora podvizhnogo sostava pri uborke zernovykh kul'tur [Tekst] / K. S. Esin, A. L. Sevost'yanov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel. - №2(41). - 2013. - S. 95-102.
2. Esin, K. S. Transportnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa pri uborke zernovykh kul'tur (na primere orlovskoy oblasti) [Tekst] / K. S. Esin, A. L. Sevost'yanov, S. N. Filin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel. - №1(40). - 2013. - S. 21-27.
3. YUkish, A. E. Tekhnika i tekhnologiya khraneniya zerna [Tekst] / A. E. YUkish, O. I. Il'ina. - M.: DeLi print, 2009. - 718s.
4. Sokolov, A. YA. Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatiy po khraneniyu i pererabotke zerna. - M.: Kolos, 1975. - 496 s.
5. Platonov, P. N. Elevatory i sklady [Tekst] / P. N. Platonov, S. P. Punkov, V. B. Fasman. - M.: Agropromizdat, 1987. - 319 s.

Esin Konstantin Sergeevich

FGBOU VPO "State University - UNPK"

Address: 302030, Rossia, g. Orel, Street. Moskovskaya 77, Rm. 312

Graduate faculty "Service and repair of machinery"

E-mail: esinkc@mail.ru

**Продолжается подписка на журнал
«Мир транспорта и
технологических машин»**

Подписной индекс журнала:

16376 («Пресса России»)

Подписка через редакцию:

(с любого месяца)

Информация о подписке на нашем сайте

www.gu-unpk.ru

Тел. +7 (4862) 43-48-90

УДК 656.056+656.11+656.13

А. Н. НОВИКОВ, Ю. Н. БАРАНОВ, А. А. КАТУНИН,
Д. Д. МАТНАЗАРОВ

МОДЕРНИЗАЦИЯ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА ОРЛА (НА ПРИМЕРЕ НАУГОРСКОГО ШОССЕ)

В статье представлены результаты работы по модернизации улично-дорожной сети города Орла на примере Наугорского шоссе. Предложены организационные мероприятия по увеличению пропускной способности улицы. Дана характеристика объекта исследования, проведен анализ исследований в данной области, представлена методика проведения и результаты исследования.

Ключевые слова: транспортные потоки, светофорный объект, организация движения, улично-дорожная сеть, интенсивность движения, пропускная способность.

ВВЕДЕНИЕ

Рост автомобильного транспорта сопровождается резким увеличением интенсивности движения на улично-дорожной сети (УДС) города Орла. Наряду с этим, транспортная инфраструктура, в свою очередь, не может развиваться в таком же высоком темпе. Строительство новых дорог является дорогим и трудоемким процессом, требующим значительного времени. В результате транспортные заторы и пробки в г. Орле стали повседневным явлением, с каждым годом их число и продолжительность увеличивается. Заторы и пробки приводят к экономическим потерям из-за продолжительных задержек, которые они вызывают, увеличивается негативное воздействие автотранспорта на окружающую среду, увеличивая уровень шума и загрязнение токсичными компонентами отработанных газов [1]. Также необходимо учитывать психологическое воздействие на водителя автомобиля времени потраченного на «стояние» в пробках и заторах, что напрямую зависит на его эмоциональное состояние, а, следовательно, на безопасность дорожного движения.

На данном этапе развития УДС г. Орла вызывает необходимость оперативного принятия мер по предотвращению и устранению пробок и заторов на основе организационных мероприятий, реконструкции существующих дорог. Уменьшить перегрузку транспортной сети возможно за счет более эффективного использования имеющихся дорог при использовании современных методов управления дорожным движением, в том числе и определением режимов работы светофоров в условиях возникновения транспортных заторов, на основе изучения интенсивности движения на конкретном объекте.

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДАННОЙ ОБЛАСТИ

Вопросам оптимизации дорожного движения путем модернизации УДС уделяется большое внимание зарубежными и российскими учеными. В частности предложена методика предупреждения сетевых транспортных заторов на основе изучения направления транспортного потока, его интенсивности и др. [2-9]. Все авторы приходят к выводу, что основой оптимизации дорожного движения должно выступать комплексное обследование существующей УДС и наиболее оптимальными методами для этого выступают реконструкция существующей УДС и в частности оптимизация работы светофоров.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

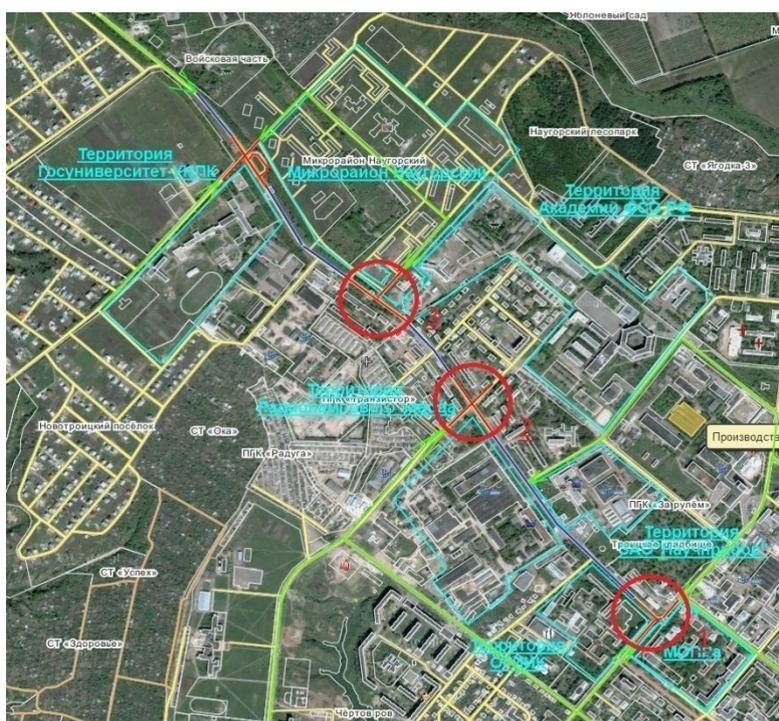


Рисунок 1 – Схема Наугорского шоссе с наиболее загруженными участками, подвергнутыми модернизации СОД:

1 – пересечение с ул. Лескова, 2 – пересечение с ул. Цветаева, 3 – пересечение в районе ТЦ «Европа»

По результатам обследования, выявлены наиболее проблемные места образования затруднений и пробок при движении транспорта, нуждающиеся в модернизации СОД: пересечение с ул. Лескова; пересечение с ул. Цветаева; пересечение в районе ТЦ «Европа» [10-12].

ЦЕЛЬ

Оптимизация дорожного движения УДС города Орла на примере Наугорского шоссе путем модернизации схемы организации движения.

Задачи: определение режимов работы светофорных объектов, схемы организации движения на пересечениях, оптимизация дорожного движения путем модернизации СОД на пересечениях, а также настройки светофорных объектов.

МЕТОДИКА

При оптимизации дорожного движения используются данные, полученные в ходе обследования УДС города Орла. Модернизация СОД проводилась исходя из интенсивности движения автомобилей, условий движения существующих на пересечении улиц, удобства передвижения. В ходе модернизации представлены СОД, наиболее приемлемые для каждого индивидуального пересечения. Режимы работы светофорных объектов рассчитывались по методу В.А.Владимирова исходя из реальных условий с учетом всех необходимых параметров, влияющих на пропускную способность пересечений [2].

При расчете светофорного цикла использовали формулу:

$$O_0 = \frac{M_1 + M_2}{14} + t_1 + t_2$$

где O_0 – ориентировочная длина цикла, с;

M_i – удельная интенсивность наиболее загруженных направлений в каждой фазе, авт/ч;

t_i – длина переходного интервала в конце каждой фазы, с.

Длительность разрешающих тактов в каждой фазе рассчитывали по формуле:

$$t_{\Sigma} = \frac{\bar{t}_j \cdot M}{n_j}$$

где \bar{t}_j – средний интервал между автомобилями j -го направления, с.

$$\bar{t}_j = \frac{3 \cdot N_{\Sigma} + 2 \cdot N_{\text{л}} + 2,5 \cdot N_{\text{п}}}{N_j}$$

где N_j – часовые интенсивности транспортных потоков, движущихся в данной фазе с j -го направления налево, направо и прямо, авт/ч;

N_{Σ} – суммарная интенсивность j -го направления, авт/ч.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наугорское шоссе – ул. Лескова.

Пересечение имеет СОД с двухфазным разъездом транспортных и пешеходных потоков (рис. 2). В период наблюдений установлено, что при образовании пробки или затруднении движения в направлении ВА, время затрачиваемое на проезд данного пересечения водителем, составляет от 12 до 25 минут, что подтверждается анализом интенсивности движения. Так пиковые значения наблюдаются с 12-00 до 14-00 и составляют 1680-1806 автомобилей, в зависимости от дня недели (рис. 3). Наряду с этим наблюдались постоянные нарушения водителями проезда перекрестка из крайнего правого ряда в направлении ВА, что напрямую влияет на безопасность дорожного движения и аварийность на пересечении.

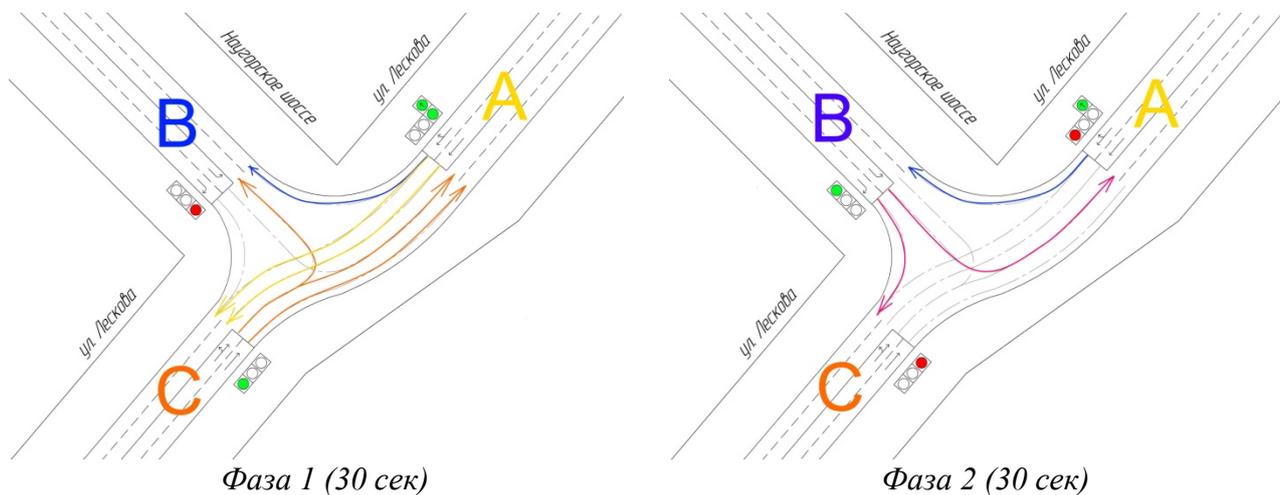


Рисунок 2 – Существующая СОД «двухфазного» разъезда транспортных и пешеходных потоков пересечения Наугорское шоссе – ул.Лескова

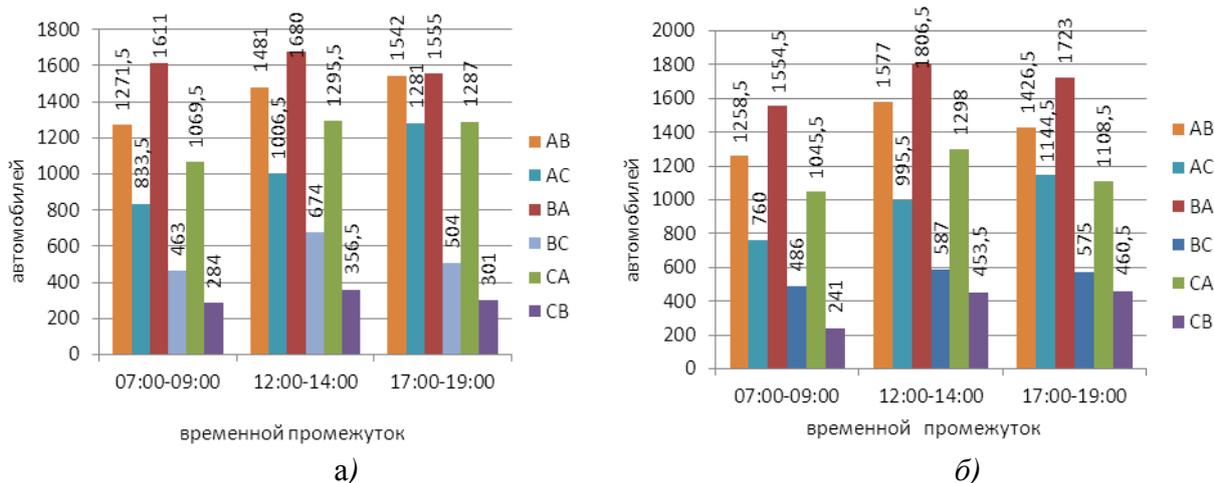


Рисунок 3 – Пиковые интенсивности движения через пересечение Наугорское шоссе – ул.Лескова:
а - понедельник – четверг, б - пятница

Для данного пересечения необходима оптимизация СОД, которая обеспечит увеличение направлений движения по полосам, что повысит пропускную способность пересечения в данном направлении, при одновременном сохранении пропускной способности пересечения в других направлениях.

В ходе модернизации СОД развязки транспортных и пешеходных потоков фазы 2 предлагается уширение проезжей части, что позволит организовать движение по направлению ВА по двум полосам и одновременно с этим выделить отдельную полосу в направлении ВС. Для организации пешеходных потоков предлагается организовать на светофорном объекте выделенную светофорную фазу (рис. 4).

Предлагаемые решения позволят увеличить пропускную способность пересечения в целом на 27%, том числе по направлению ВА до 50% и время проезда пересечения составит от 5 до 7 минут, в пиковые периоды интенсивности движения.

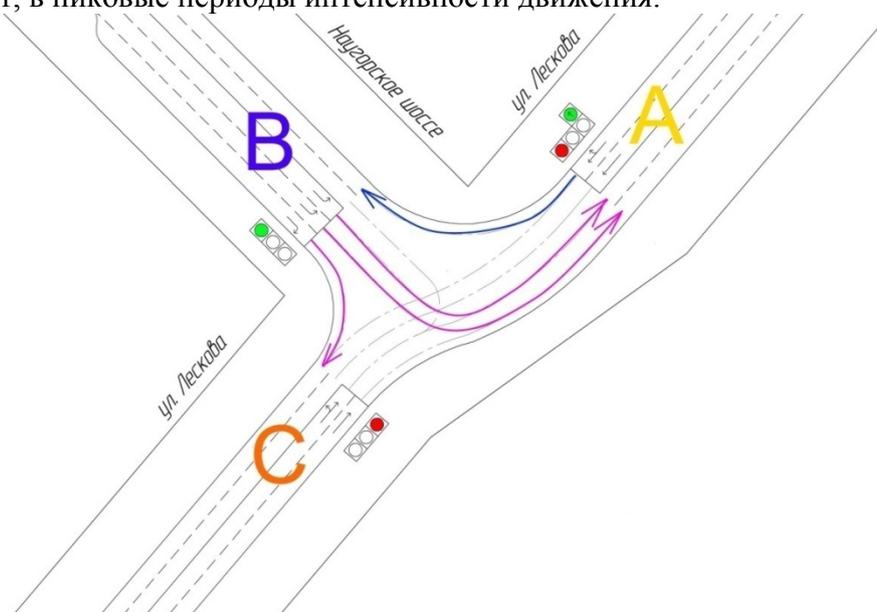


Рисунок 4 – Модернизированная СОД развязки транспортных потоков фазы 2 (30 сек) пересечения Наугорское шоссе – ул.Лескова

Наугорское шоссе – ул. Цветаева.

Пересечение имеет СОД с двухфазным разъездом транспортных и пешеходных потоков (рис. 5). При изучении данного объекта было установлено:

1) пробки и затруднения образуются в направлении АВ вследствие того, что осуществляя левый поворот водитель должен пропустить автомобили движущиеся по направлению СА, интенсивность движения которых составляет 807-905 авто/час. Данный маневр осуществляется теми транспортными средствами, которые въехали на данный перекресток и за светофорную фазу, которая составляет 30 с, проезжают перекресток в направлении АВ 3-5 автомобилей. В пиковые значения интенсивности (243-295 авт/ч) проезд пересечения в направлении АВ занимает у водителя 15-17 минут;

2) в связи с тем, что при повороте налево, по направлению ВС, водитель обязан уступить дорогу транспортным средствам движущимся в направлении DB, постоянно наблюдается затруднение в данном направлении, что в пиковые значения интенсивности (340-612 авт/ч) водитель затрачивает 17-26 минут на проезд по направлению ВС. Так же установлено, что при проезде в данном направлении водители часто нарушают Правила дорожного движения поворачивая налево из правой полосы, а так же пешеходы переходят проезжую часть в необорудованном для этого месте, что тоже влияет на пропускную способность улицы и создаются аварийные ситуации;

3) в процессе исследования было выявлено затруднение движения по направлению ВА, которое связано с приоритетом пешеходов на пешеходном переходе и остановкой общественного транспорта без заездного кармана. В период пиковых значений интенсивности движения (334-408 авт/ч) водитель тратит 12-20 минут на проезд в данном направлении (рис.6).

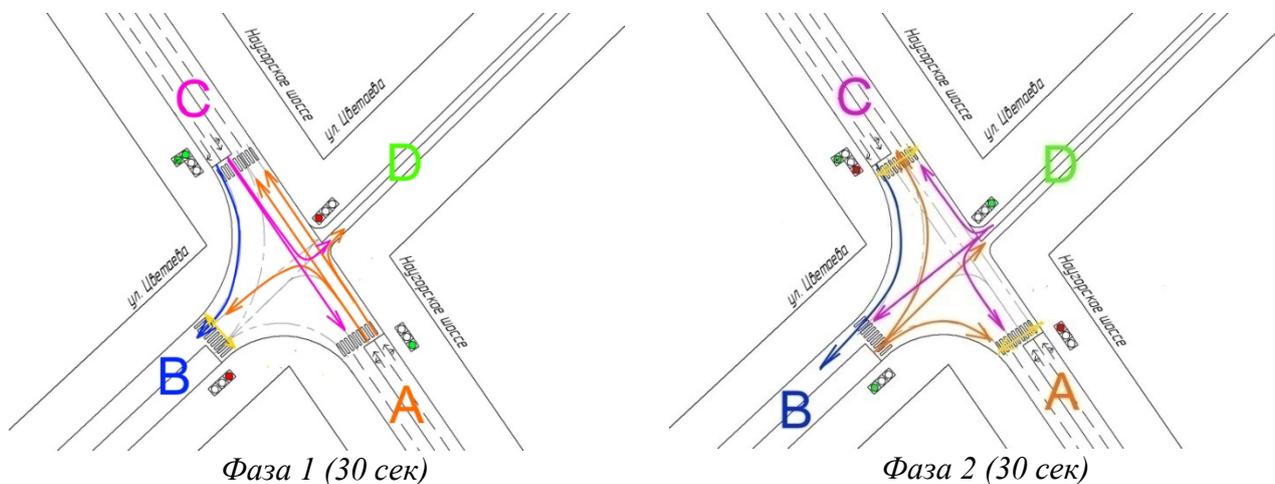
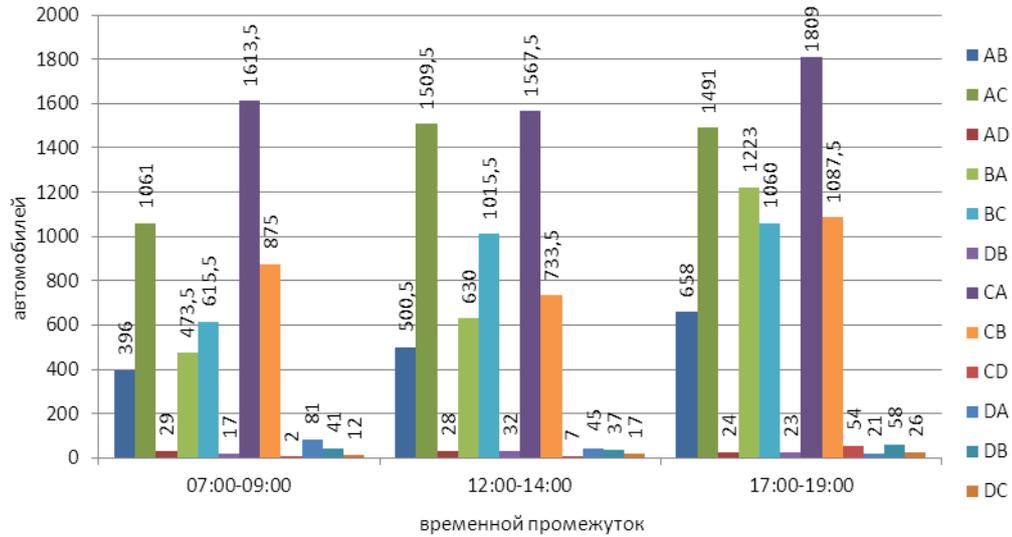
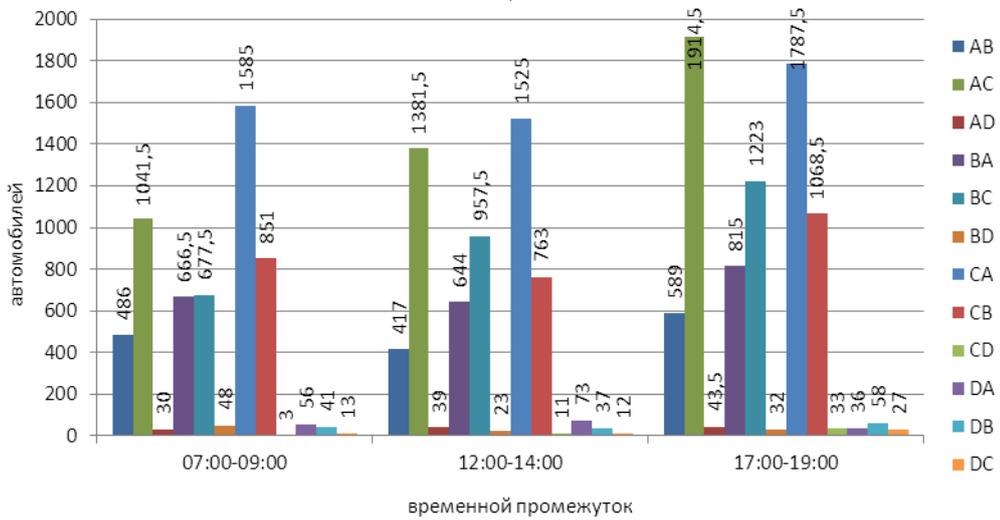


Рисунок 5 – Существующая СОД «двухфазного» разъезда транспортных и пешеходных потоков пересечения Наугорское шоссе – ул. Цветаева



а)



б)

Рисунок 6 – Пиковые значения интенсивности движения через пересечение Наугорское шоссе – ул.Цветаева:
а - понедельник - четверг, б – пятница

В ходе модернизации СОД предлагается:

- 1) изменение режимов работы светофора (4 фазы) на пересечении с установкой дополнительных секций по направлениям движения ВА и АВ, а так же выделение отдельной фазы для пешеходов;
- 2) уширение проезжей части позволяющее организовать движение по направлению ВС одновременно по двум полосам;
- 3) оборудование заездным карманом остановки общественного транспорта.

Данный комплекс мероприятий обеспечит повышение пропускной способности пересечения на 35%, в том числе сократить время проезда по направлению АВ до 6-8 минут, ВС 7-11 минут и ВА до 6-9 минут (рис. 7).

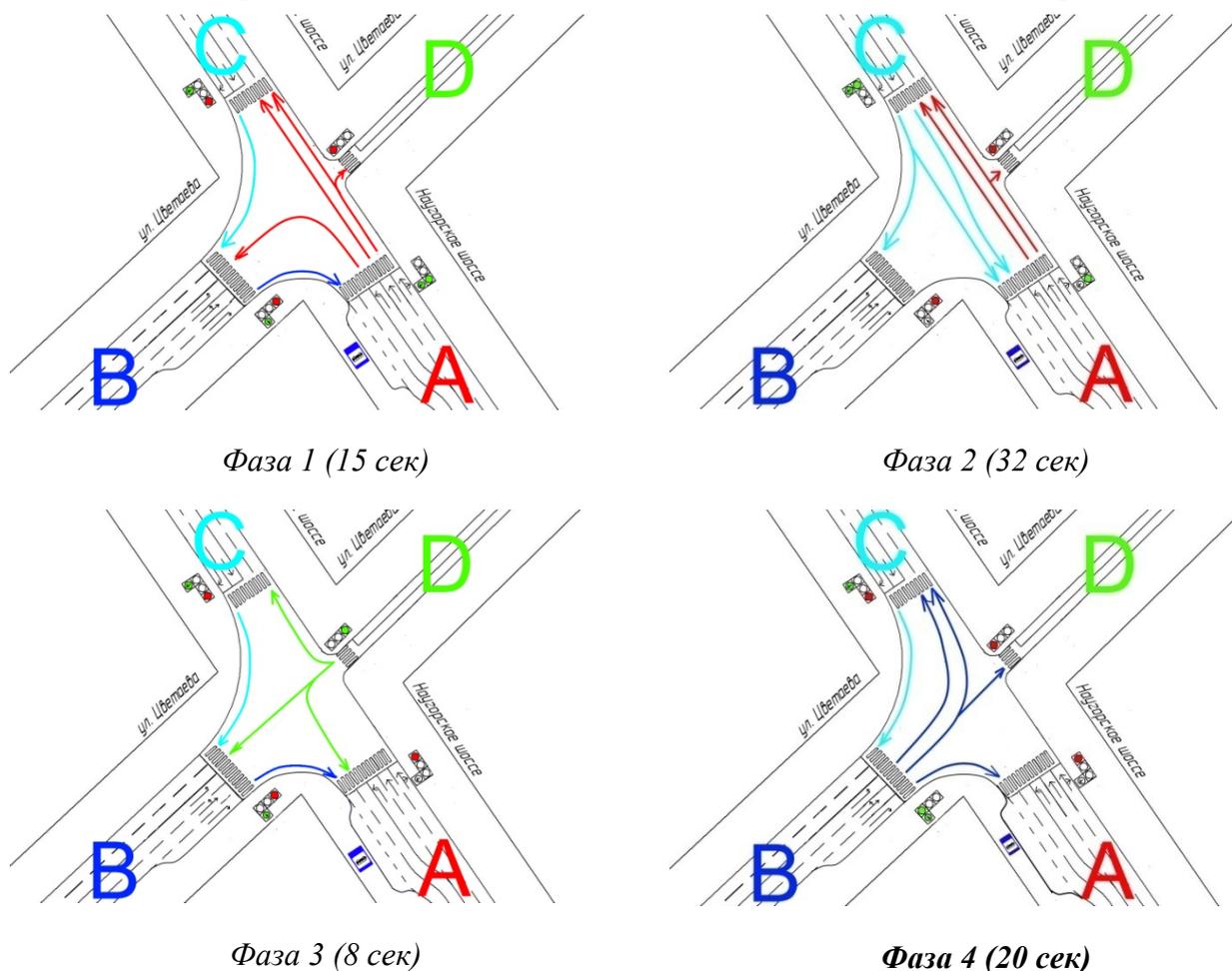


Рисунок 7 – Модернизированная СОД разъезда транспортных потоков пересечения Наугорское шоссе – ул. Цветаева

Светофорный объект на Наугорском шоссе в районе ТЦ Европа (ул. Декабристов).

Затруднения в движении наблюдаются во всех направлениях (рис. 8). В результате проведенных наблюдений установлено:

1) остановка общественного транспорта расположена напротив выезда с ул. Декабристов (выезд В), а так же несанкционированный пешеходный переход напротив остановки, что приводит к транспортному затору по направлениям ВА и ВС. В среднем, выезд занимает у водителя 13-18 минут;

2) остановка общественного транспорта не оборудована заездным карманом, что приводит к сокращению полос движения и образованию затора в направлении АС. При интенсивности движения в направлении АС (789-1487 авто/ч) и без учета движения в направлении АВ, время, затрачиваемое на проезд данного пересечения транспортным средством составляет 4-9 минут;

3) поворот налево автомобилей в направлении АВ (4-10 авто/ч) сокращает количество полос в направлении АС (789-1487 авто/ч), что приводит к образованию пробки. В пиковые значения интенсивности движения, время, затрачиваемое на проезд данного пересечения транспортным средством составляет 25-40 минут;

4) при одновременном сочетании 2 и 3 пункта, время, затрачиваемое на проезд данного пересечения транспортным средством составляет 35-53 минуты;

5) затрудняет движение транспортных средств по направлению ВА несанкционированный пешеходный переход на пересечении улиц;

б) расположенная остановка общественного транспорта, без оборудованного заездного кармана, по направлению СА приводит к образованию затора. Так при пиковых значениях интенсивности движения транспортны средств 813-1673 авто/ч водитель затрачивает 5-12 минут на проезд данного пересечения (рис. 9).

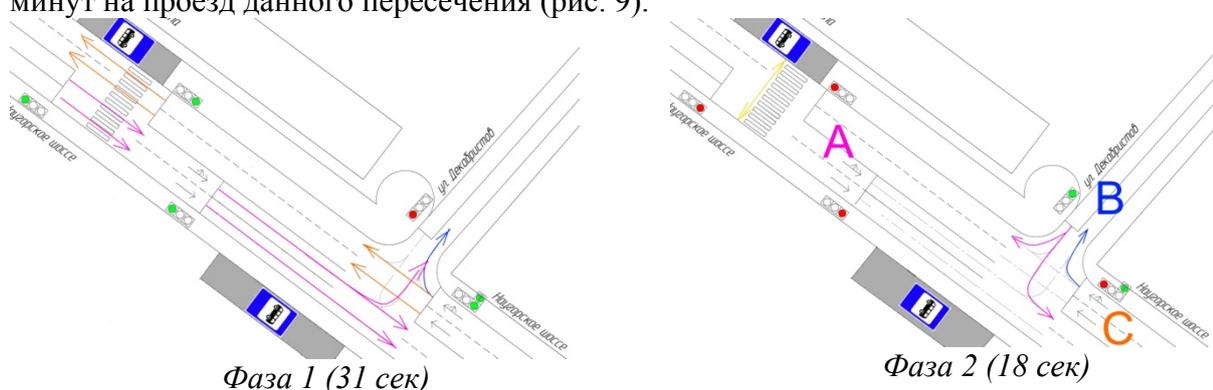


Рисунок 8 – Существующая СОД «двухфазного» разъезда транспортных и пешеходных потоков на пересечении Наугорское шоссе – ул. Декабристов

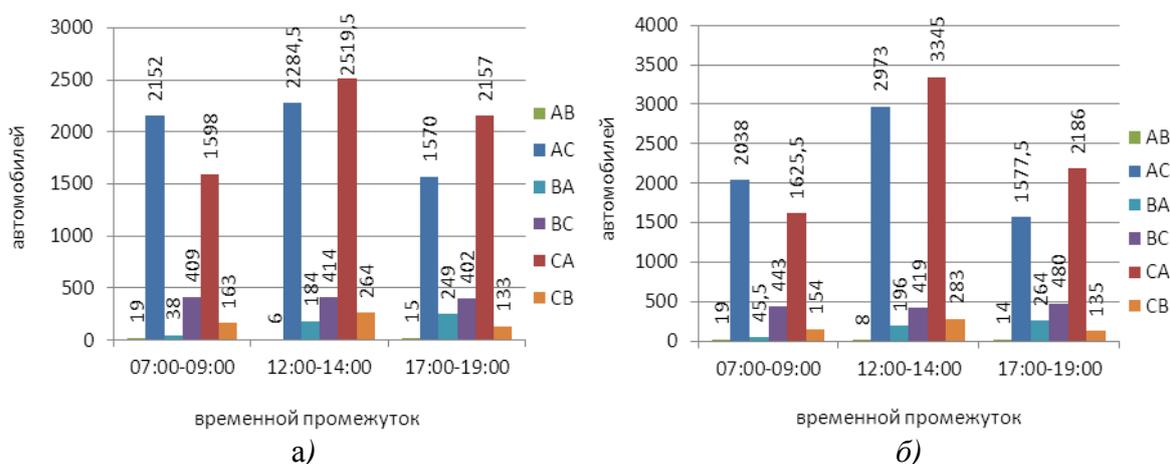


Рисунок 9 – Пиковые значения интенсивности движения через пересечение Наугорское шоссе – ул. Декабристов в районе ТЦ Европа: а - понедельник - четверг, б – пятница

Для увеличения пропускной способности предлагается следующая модернизации СОД:

- 1) перенос остановки общественного транспорта согласно схеме представленной на рисунке 10;
- 2) оборудование заездными карманами остановок общественного транспорта;
- 3) перенос светофора и оборудование пешеходного перехода на пересечении улиц с выделением отдельной фазы на светофорном объекте для пешеходов;
- 4) запрет движения по направлению АВ.

Данные организационные мероприятия позволят увеличить пропускную способность объекта на 60% и снизить время проезда по направлениям: АС и СА до 3-6 минут, ВС и ВА до 5-7 минут.

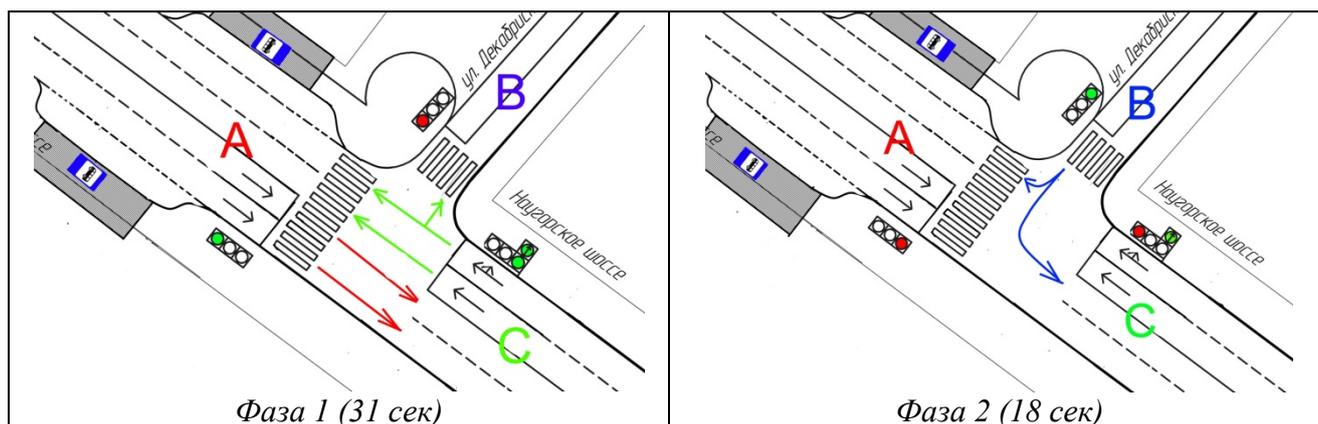


Рисунок 10 – Модернизированная СОД разъезда транспортных потоков на пересечении Наугорское шоссе – ул. Декабристов

ВЫВОДЫ

Предложенные организационные мероприятия по модернизации улично-дорожной сети Наугорского шоссе позволят увеличить пропускную способность улицы в целом на 48%, что повысит уровень безопасности дорожного движения на исследуемой улице.

На примере Наугорского шоссе отработана методика модернизации дорожного движения улично-дорожной сети города путем модернизации СОД транспортных и пешеходных потоков по конкретным пересечениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Живоглядов, В. Г. Теоретические принципы возникновения и упреждения заторовых состояний на автодорогах [Текст] / В. Г. Живоглядов, О. Н. Бахтина // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2004. - №3. - С. 103-105.
2. Лагереv, Р. Ю. Методика предупреждения сетевых транспортных заторов [Текст] / Р. Ю. Лагереv, А. Ю. Михайлов, С. В. Лагерева // Вестник НЦБЖД. - 2010. - №5. - С. 82-88.
3. Abu-Lebdeh, Ghassan and Rahim F. Benekohal. "Genetic Algorithm for Traffic Signal Control and Queue Management of Oversaturated Two-Way Arterials" In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board No. 1727, TRB, National Research Council, Washington, DC, 2000, pp.61-67. Gazis.
4. Chang, Tang-Hsien and Jen-Ting Lin, "Optimal Signal Timing for an Oversaturated Intersection", Transportation Research Part B, Vol. 34, pp.471-491, 2000.
5. Edward, B. Lieberman and Carroll J. Messer. NCHRP 3-38(4) Final Report: Internal Metering Policy for Oversaturated Networks. TRB, National Research Council, Washington DC, 1992.
6. Gazis, D. C. Optimal Control of a System of Oversaturated Intersections, Operations Research Vol. 12, pp. 815-491, 1964.
7. Signal Timing Under Saturated Conditions / FHWA-HOP-09-008, 2008.– 80p.
8. Traffic control in oversaturated street networks / NCRHP report N194, 1978.– 152p.
9. Даутов, Ф. М. Исследование параметров транспортного потока южной части Московского района г.Казани в условиях реконструкции транспортной системы [Текст] / Ф. М. Даутов, Р. Р. Загидуллин // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее: Материалы III Международной научно-практической конференции в рамках форума «Безопасность и связь». Часть I.-Казань: ГБУ «Научный центр безопасности жизнедеятельности», 2014. - С. 596-603.
10. Новиков, А. Н. Комплексное обследование улично-дорожной сети города Орла (на примере Наугорского шоссе) [Текст] / А. Н. Новиков, В. А. Голенков, А. А. Катунин, Ю. Н. Баранов, Д. Д. Матназаров // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. - № 1(44). – С. 97-106.
11. Новиков, А. Н. Обследование пассажиропотоков на сезонных маршрутах города Орла [Текст] / А. Н. Новиков, А. Л. Севостьянов, А. А. Катунин, М. В. Кулев, А. В. Кулев, М. М. Савин // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. - № 4(43). – С. 77-85.
12. Пржибыл, П. Контроль скорости на участке как эффективный инструмент улучшения дорожной безопасности [Текст] / П. Пржибыл // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. - № 4(43). – С. 69-77.

Новиков Александр Николаевич

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет-УНПК»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Сервис и ремонт машин»

E-mail: srmostu@mail.ru

Баранов Юрий Николаевич

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет-УНПК»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77

Д-р техн. наук, профессор кафедры «Сервис и ремонт машин»

E-mail: bar20062@yandex.ru

Катунин Андрей Александрович

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет-УНПК»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

E-mail: katunin57@gmail.com

Матназаров Дмитрий Дамирович

ФГБОУ ВПО «Госунiversитет-УНПК»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77

Ассистент кафедры «Сервис и ремонт машин»

E-mail: m.dmitriy.d@yandex.ru

A. N. NOVIKOV, Y. N. BARANOV, A. A. KATUNIN,
D. D. MATNAZAROV

MODERNIZATION OF THE ROAD NETWORK OF THE CITY OF EAGLE (ON THE EXAMPLE NAUGORSKOGO HIGHWAY)

The article presents the results of the work on modernization of the road network of the city of eagle on the example Naugorskogo highway. Proposed organizational measures to increase the capacity of the streets. The characteristic of the object of research, the analysis of the research in this field, presents the methods and results of research.

Keywords: traffic flows, traffic lights, traffic management, road network, traffic throughput.

BIBLIOGRAPHY

1. Zhivoglyadov, V. G. Teoreticheskie printsiipy vozniknoveniya i uprezhdeniya zatorovykh sostoyaniy na avtodorogakh [Tekst] / V. G. Zhivoglyadov, O. N. Bakhtina // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Tekhnicheskie nauki. - 2004. - №3. - S. 103-105.
2. Lagerev, R. YU. Metodika preduprezhdeniya setevykh transportnykh zatorov [Tekst] / R. YU. Lagerev, A. YU. Mikhaylov, S. V. Lagereva // Vestnik NTSBZHD. - 2010. - №5. - S. 82-88.
3. Abu-Lebdeh, Ghassan and Rahim F. Benekohal. "Genetic Algorithm for Traffic Signal Control and Queue Management of Oversaturated Two-Way Arterials" In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board No. 1727, TRB, National Research Council, Washington, DC, 2000, pp.61-67. Gazis.
4. Chang, Tang-Hsien and Jen-Ting Lin, "Optimal Signal Timing for an Oversaturated Intersection", Transportation Research Part B, Vol. 34, pp.471-491, 2000.
5. Edward, B. Lieberman and Carroll J. Messer. NCHRP 3-38(4) Final Report: Internal Metering Policy for Oversaturated Networks. TRB, National Research Council, Washington DC, 1992.
6. Gazis, D. C. Optimal Control of a System of Oversaturated Intersections, Operations Research Vol. 12, pp. 815-491, 1964.

7. Signal Timing Under Saturated Conditions / FHWA-HOP-09-008, 2008.- 80p.
8. Traffic control in oversaturated street networks / NCRHP report N194, 1978.- 152p.
9. Dautov, F. M. Issledovanie parametrov transportnogo potoka yuzhnoy chasti Moskovskogo rayona g.Kazani v usloviyakh rekonstruktsii transportnoy sistemy [Tekst] / F. M. Dautov, R. R. Zagidullin // Sovre-mennye problemy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: nastoyashchee i budushchee: Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh foruma "Bezopasnost' i svyaz". Chast' I.-Kazan': GBU "Nauchnyy tsentr bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti", 2014. - S. 596-603.
10. Novikov, A. N. Kompleksnoe obsledovanie ulichno-dorozhnoy seti goroda Orla (na primere Naugorskogo shosse) [Tekst] / A. N. Novikov, V. A. Golenkov, A. A. Katunin, YU. N. Baranov, D. D. Matnazarov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2014. - № 1(44). - S. 97-106.
11. Novikov, A. N. Obsledovanie passazhiropotokov na sezonnykh marshrutakh goroda Orla [Tekst] / A. N. Novikov, A. L. Sevost'yanov, A. A. Katunin, M. V. Kulev, A. V. Kulev, M. M. Savin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2013. - № 4(43). - S. 77-85.
12. Przhibyl, P. Kontrol' skorosti na uchastke kak effektivnyy instrument uluchsheniya dorozhnoy bezopasnosti [Tekst] / P. Przhibyl // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2013. - № 4(43). - S. 69-77.

Novikov Alexander Nikolaevich

FGBOU VPO "State university-UNPK"

Address: 302030, Russia, g. Orel, Moskovskaya St., 77

Dr.Sci.Tech., professor, department chair "Service and repair of cars"

E-mail: srmostu@mail.ru

Baranov Yury Nikolaevich

FGBOU VPO "State university-UNPK"

Address: 302030, Russia, g. Orel, Moskovskaya St., 77

Dr.Sci.Tech., professor of "Service and Repair of Cars" chair

E-mail: bar20062@yandex.ru

Katunin Andrey Aleksandrovich

FGBOU VPO "State university-UNPK"

Address: 302030, Russia, g. Orel, Moskovskaya St., 77

Cand.Tech.Sci., associate professor "Service and repair of cars"

E-mail: katunin57@gmail.com

Matnazarov Dmitry Damirovich

FGBOU VPO "State university-UNPK"

Address: 302030, Russia, g. Orel, Moskovskaya St., 77

Assistant to "Service and Repair of Cars" chair

E-mail: m.dmitriy.d@yandex.ru

ОБРАЗОВАНИЕ И КАДРЫ

УДК 802.0

Т. А. КОЗИНА, Г. Д. ФАДЕЕВА, М. Р. АБУБЕКАРОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ НА ЗАНЯТИЯХ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ

В статье рассматривается понятие интернет-ресурсов как аутентичное средство обучения общению и формирования способности к межкультурному взаимодействию на иностранном языке в вузе. Предлагается методика использования интернет-ресурсов при обучении чтению, говорению и письму на иностранном языке (английском).

Ключевые слова: интернет-ресурсы, межкультурная коммуникация, методика обучения иностранному языку.

Формирование коммуникативной компетенции является в настоящее время основной задачей преподавания иностранного языка в вузе. В рамках коммуникативного подхода предполагается обучение умению общения и формирование способности к межкультурной коммуникации. Таким образом, главная цель обучения иностранному языку полностью совпадает с основой существования Интернета как средства межкультурного взаимодействия. Применение Интернет-ресурсов при обучении иностранному языку позволяет воссоздать реальную модель аутентичного общения с истинными носителями иностранного языка на актуальные темы в режиме on-line. Практическое овладение иностранным языком осуществляется в процессе решения поставленных преподавателем задач, когда студенты обучаются пониманию содержания и выражения основного смысла прочитанного и услышанного, при этом создавая свои оригинальные высказывания, а не производя заученную наизусть фразу. Изучение структуры и грамматических правил иностранного языка, а также новой лексики происходит косвенно как необходимое средство для понимания прочитанного [1, 2].

Возможности Интернет-ресурсов при обучении иностранному языку в вузе огромны, однако их основным предназначением остается поиск информации и установление контактов. В ходе работы, направленной на поиск необходимой информации, студенты обучаются чтению на иностранном языке, расширяя свой словарный запас, и совершенствуют навыки письменной речи на иностранном языке посредством коротких сообщений, комментариев, выражая собственное мнение, согласие или несогласие с прочитанным при помощи средств виртуальной переписки [3, 4].

Предметом исследования являются возможные способы применения Интернет-ресурсов на занятиях по иностранному языку в вузе. Основная задача данного исследования - разработать методику обучения чтению, говорению и письму на английском языке, реализуемую посредством Интернет-ресурсов.

Объектом исследований выступает процесс реализации разработанной методики на примере отдельного занятия по обучению профессиональному общению на занятиях по дисциплине «Деловой иностранный язык» (английский) у студентов первого курса автомобильно-дорожного института Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, обучающихся по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Занятие проводилось в группе, состоящей из 12 студентов с разным уровнем владения английским языком (10% - отлично, 30 (35)% - хорошо,

60 (65)% - удовлетворительно).

Предлагаем результаты проведенного обучающего эксперимента и основные выводы, к которым удалось прийти в ходе работы.

Занятие-эксперимент по обучению чтению, говорению и письму на английском языке с использованием Интернет-ресурсов

Тема занятия: "General Motors Cars Shevralet Cruze SS Sport"

Цель занятия:

1) развитие познавательной и коммуникативной деятельности студентов с помощью Интернета;

2) обучение ознакомительному, реферативному виду чтения с кратким изложением содержания текста на иностранном языке;

3) обучение составлению письменных комментариев на заданную тему, выражая собственное мнение, согласие, несогласие;

4) развитие компьютерной грамотности студентов.

Задачи занятия:

- Знакомство со статьями международного сайта на английском языке автомобильной компании США - General Motors:

- Презентация студентами содержания материалов сайтов на иностранном языке;

- Составление студентами письменных комментариев, осуществляемых посредством виртуальной переписки на темы: «Американские автомобили компании General Motors: Chevrolet Cruze SS Sport - достоинства и недостатки».

Материалы, используемые при подготовке к уроку:

Интернет-ресурсы международного сайта на английском языке автомобильной компании США - General Motors:

(информация о сайте, статьи сайтов и участников переписки сайтов).

Обнащение урока и материалы, используемые на занятии:

- Компьютерный класс с выходом в Интернет.

- Печатный материал учебной лексики с английскими формулами выражения согласия/несогласия, собственного мнения на заданную тему.

- CD-ROM «Говорящий оксфордский словарь и уникальная система изучения новых слов».

Запись на доске: General Motors Cars Shevralet Cruze SS Sport.

Comment subject:

General Motors Cars. Chevrolet Cruze SS Sport. Pros and Cons.

Ход занятия

1. Организационный момент. (1-2 минуты)

Сообщение студентам о целях и задачах занятия.

Good morning, students! Today you are having a great opportunity to use the Internet when studying English. I'd like to call your attention to some information from the English website about General Motors cars. You are to drop a comment on one of its brands – Chevrolet Cruze cars. You'll present the information on its performance and accessories as well as prices in English and in Russian and write your own comments in English via the Internet. You will work in groups (2-3 students).

2. Основная часть урока (85 минут).

2.1 Обзор сайтов (5 минут).

Используя демонстрационный компьютер, подключенный к Интернету, преподаватель дает краткий обзор сайтов.

The website - "General Motors Cars" publishes hot and useful information about their products. It enables people from different countries to reflect their ideas and opinions and drop a comment on the articles of the sites.

Comment subject:

General Motors Cars. Chevrolet Cruze SS Sport. Pros and Cons.

Вопросы студентов:

1) How much should the comment be? – Very short, just 3-4 sentences. You will have to express your own point of view regarding the given problem and prove or give your arguments.

2) Can we use the web dictionaries while writing comments and translating the articles into Russian? - Yes, certainly.

2.2 Чтение статей сайтов на английском языке. (15 минут)

В классе 6 компьютеров, за каждым из них находится группа студентов (по 2-3 студента). На компьютерах установлена программа - электронный оксфордский словарь, которым студенты могут пользоваться во время чтения текста. Студенты разделены на 2 большие группы по уровню владения иностранным языком. Задача первой группы (низкий и средний уровень владения иностранным языком) – найти необходимую информацию о заданной преподавателем модели автомобиля и осуществить реферативный перевод статей с английского на русский язык, выявить новые слова по теме. Задача второй группы (средний и высокий уровень владения иностранным языком) - пересказать содержание статей на английском языке (объем устного высказывания – 6-8 предложений). Преподаватель помогает с переводом и составлением пересказов статей на русском и английском языках, если это необходимо.

2.3 Устные сообщения студентов на русском и английском языках о прочитанных статьях (20 – 25 минут).

Один студент от первой группы кратко передает содержание статей на русском языке, знакомит с новыми словами. Остальные члены группы дополняют высказывание или отвечают на вопросы студентов других групп. Пример реферативного перевода студента.

Модель 2014 года "Шевроле" СС - это четырехдверный седан с V-образным 8-цилиндровым двигателем объемом в 6,2 литра V8, мощностью в 415 лошадиных сил и разгоном от 0 до 100 км за 5 секунд. Данная модель предлагает незабываемый опыт вождения, обеспечивая роскошное пространство, комфорт и удобство для 5 взрослых пассажиров, включая водителя. Агрессивная передняя панель переходит в коническую заднюю часть кузова, которая контролирует воздушный поток. Модель оснащена литыми алюминиевыми дисками R19. Среди изысканных деталей кузова являются ксеноновые фары и светодиодные фары дневного освещения. Передние тормоза, произведенные компанией Brembo, оснащены четырьмя поршнями, состоящими из двух алюминиевых передних суппортов и 355 мм переднего ротора. Суппорты обеспечивают повышенную жесткость, а конструкция ротора способствует лучшему охлаждению и продлевает долговечность работы двигателя.

Новые слова, термины:

horsepower - лошадиная сила (критерий мощности двигателя);

front fascia - передняя панель; *manage airflow* - управлять потоком воздуха;

rear-wheel-drive - задний привод; *HID headlamps* - ксеноновые фары;

LED daytime running lamps - светодиодные фары дневного освещения;

piston - поршень; *calipers* – суппорты.

Затем один студент от второй группы передает содержание статьи на английском языке. Остальные члены группы дополняют высказывание.

Пример одного из пересказов статьи студентами на английском языке.

The 2014 Chevrolet SS sports 4-door sedan has a 6.2L V8 engine that provides 415 horsepower, 415 lb.-ft. of torque and 0-60 in 5 seconds flat. SS offers an exhilarating driving experience while providing luxurious space, comfort and convenience for up to five adults. The aggressive front fascia flows into a sleek midsection before giving way to a tapered rear that helps to manage airflow. Bulging pronounced fender flares and a low wide stance divulge its high-performance un-

derpinnings. Forged aluminum alloy 19" x 8.5" wheels up front and 19" x 9" wheels in back are wrapped in performance summer-only tires that plant an athletic stance, emphasizing this rear-wheel-drive's capability. Highly refined exterior features that include HID headlamps and LED daytime running lamps. High performance Brembo front brakes feature 4-piston, two-piece aluminum front calipers and 355mm front rotors. The calipers provide increased stiffness to reduce fluid displacement and the rotor design improves cooling and durability.

2.4 Определение темы комментария и составление своих сообщений (25 - 30 минут)

Преподаватель предлагает составить свой комментарий о преимуществах и недостатках данной модели автомобиля, отправить его на сайт компании посредством любой социальной сети.

Задание:

Develop a short comment 3-4 sentences on the topic of the lesson. Try to imagine as if you own such a car and drive it every day. Send your comment via one of the social nets.

In addition, I'd like you not to forget about the English ways of expressing your opinions, agreements or disagreements. Let's revise them together. I'll tell you some of the most common ways of expressing opinions, agreements or disagreements and you should find their English equivalents from the list I've given to you.

Я полностью согласен с... – I fully agree with...

Это хорошая идея, однако... - It's a good idea, but (however)...

Я не согласен, потому что... - I disagree because...

К сожалению, я не могу согласиться с... - I'm afraid I can't agree with ...

По моему мнению, моя точка зрения... - in my view, from my point of view, in my opinion, to my mind

Я (не) считаю, (не) думаю, (не) уверен, что... - I (don't) believe, think (consider), am (un)convinced that...

Честно говоря... - To be honest with you...

Если вы спросите меня... – If you ask me...

Мне кажется, что... - It seems to me that...

Я бы поспорил, что... – I would argue that...

Этим я хочу сказать, что... - By this I mean...

С одной стороны, с другой стороны... - From one hand, from the other hand...

Во-первых, во-вторых... - In the first, in the second...

2.5 Контроль составленных комментариев и отправление их на сайт компании GM (10 минут).

Преподаватель проверяет напечатанные комментарии, готовые сообщения отправляют на сайт <http://www.gm.com>. раздел отзывов.

3. Заключительная часть занятия. (2-3 минуты)

Домашнее задание:

Студенты должны продолжить работу над комментариями дома, осуществить переписку с участниками сайта и сообщить реакцию, ответы других участников на ваш комментарий на английском языке.

Dear students, you hadn't much time to finish writing your comments at class today. That's why it will be your home task. Develop the discussion with the other visitors of the site and bring back their replies on your comment. Do it in English only.

Подведение итогов занятия.

I. Образцы сообщений-комментариев студентов, размещённых на сайте GM:

1) Hello! I've bought blue Chevrolet Cruze SS Sport recently. And I'm moderately surprised by my Cruze in other aspects as well though. Fun handling, sounds good, comfortable and an absolute tank in the snow. Front-wheel drive in winter is nice, too.

2) If you ask me what I think on Chevrolet Cruze SS Sport I would argue that they're reliable enough. Delicate car body and a lot of problems with electronics. Nice styling but needs much

care. After a year of driving air vent doesn't work. Sufficient units are not available at Russian service centers.

Таким образом, в результате проведенного занятия-эксперимента по обучению чтению, говорению и письму на английском языке на тему "General Motors Cars Shevralet Cruze SS Sport удалось прийти к следующим выводам:

1) цель урока достигнута: студенты обучались чтению с реферативным изложением материала на русском и английском языках и составляли сообщения-комментарии на заданную тему, выражая собственное мнение;

2) задачи урока выполнены: студенты познакомились с новым лексическим материалом статей международного website "General Motors" и презентовали информацию на тему занятия;

3) занятие было построено методически грамотно, все этапы урока тесно взаимосвязаны, студенты проявляли высокую творческую активность;

4) соблюдая концепцию гуманизации обучения, была организована эффективная работа в группах, сформированных таким образом, что студенты с высоким уровнем знания иностранного языка могли помочь студентам, у которых уровень английского языка не высокий;

5) дифференцированные задания по уровню сложности способствовали повышению мотивации в процессе обучения. Новая, необычная тема занятия и аутентичный способ изучения английского языка через интернет вызвали у студентов большой интерес и желание к обучению иностранного языка;

6) поиск новой информации по теме, работа с предложенными сайтами, анализ статьи и составление комментария к ней потребовали от студентов раскрытия некоторых личностных характеристик, таких как самостоятельность и самоорганизация, а также развития познавательной и коммуникативной компетенции и компьютерной грамотности;

7) студенты впервые присутствовали на таком занятии, не все смогли написать свои комментарии в отведенное на это время, поэтому домашнее задание предусматривало завершение этой работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дебердеева, Т. Х. Новые ценности образования в условиях информационного общества [Текст] / Т. Х. Дебердеева // *Инновации в образовании*. - №3. - М. - 2005. - с. 79.
2. Козина, Т. А. Проектная методика как средство формирования ситуативно-ориентированной коммуникативной компетенции при подготовке специалистов автотранспортного комплекса [Текст] / Т. А. Козина, А. А. Бердников // *Мир транспорта и технологических машин*. - 2013. - № 2 (41). - С. 130–134.
3. Козина, Т. А. Технология обучения в сотрудничестве как эффективное средство формирования коммуникативной компетенции при подготовке специалистов автотранспортного комплекса [Текст] / Т. А. Козина, М. Р. Абубикаров // *Мир транспорта и технологических машин*. - 2013. - № 3 (42). - С. 107–114.
4. Цапурова, И. А. Компьютерные технологии в обучении иностранным языкам [Текст] / И. А. Цапурова. - М.: Высшая школа, 2009. - 200 с.

Фадеева Галина Дмитриевна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28

Доцент кафедры «Математика»

E-mail: fmatev@pguas.ru

Козина Татьяна Анатольевна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28

Канд. фил. наук, доцент кафедры «Иностранные языки»

E-mail: tatianak58@mail.ru

Абубекаров Марат Расимович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Титова, 28

Студент гр.ЭТМК-11м

T. A. KOZINA, M. R. ABUBEKAROV

USING INTERNET RESOURCES FOR EMPLOYMENT FOREIGN LANGUAGE IN TRAINING MOTOR COMPLEX

The article deals with the concept of internet resources as an authentic means in teaching foreign language at high school to create the ability of intercultural communication. The technique of using internet resources in the process of reading, speaking and writing in English has been offered.

Keywords: *internet resources, intercultural communication, technique of teaching foreign language.*

BIBLIOGRAPHY

1. Deberdeeva, T. H. Novye tsennosti obrazovaniya v usloviyakh informatsionnogo obshchestva [Tekst] / T. H. Deberdeeva // Innovatsii v obrazovanii. - №3. - М., 2005. - s. 79.
2. Kozina, T. A. Proektnaya metodika kak sredstvo formirovaniya situativno-orientirovannoy kommunikativnoy kompetentsii pri podgotovke spetsialistov avtotransportnogo kompleksa [Tekst] / T. A. Kozina, A. A. Berdnikov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2013. - № 2 (41). - S. 130-134.
3. Kozina, T. A. Tekhnologiya obucheniya v sotrudnichestve kak effektivnoe sredstvo formirovaniya kommunikativnoy kompetentsii pri podgotovke spetsialistov avtotransportnogo kompleksa [Tekst] / T. A. Kozina, M. R. Abubekarov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2013. - № 3 (42). - S. 107-114.
4. Tsapurova, I. A. Komp'yuternye tekhnologii v obuchenii inostrannym yazykam [Tekst] / I. A. Tsapurova. - М.: Vysshaya shkola, 2009. - 200 s.

Fadeeva Galina Dmitrievna

ФГБОУ ВПО "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Russia, g. Penza, ul. Titova, 28

Associate Professor of "Mathematics"

E-mail: fmatev@pguas.ru

Kozina Tatiana Anatol'evna

ФГБОУ ВПО "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Russia, g. Penza, ul. Titova, 28

Candidate. fil. , assistant professor of "Foreign languages"

E-mail: tatianak58@mail.ru

Abubekarov Marat Rasimovich

ФГБОУ ВПО "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Russia, g. Penza, ul. Titova, 28

Student gr.ETMK-11m

УДК 332.146.2

Ю. С. АРТАМОНОВА, И. С. ГЕРАСИМОВА

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Определены методические и практические основы формирования производственно-образовательного кластера в сфере транспорта в Липецкой области. Исследована внешняя и внутренняя среда кластера, определена структура кластера и направления взаимодействия его участников. Представлена модель стратегического развития производственно-образовательного кластера в сфере транспорта.

Ключевые слова: кластер, транспорт, область, структура

АНАЛИЗ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Формирование и развитие кластеров - одна из наиболее эффективных форм экономического развития регионов и отраслей народного хозяйства. Липецкая область - один из регионов России с высоким потенциалом кластерообразования. Кластерные технологии используются как в различных отраслях (машиностроение, транспорт, строительство), так и сферах деятельности (образование, здравоохранение, обслуживание и т.д.).

В декабре 2012 г. в рамках государственного контракта с Управлением образования Липецкой области авторами была разработана модель производственно-образовательного кластера в сфере транспорта Липецкой области.

Транспорт – одна из важнейших составляющих экономики, обеспечивающая потребности экономики и населения в перевозках, оказывающая существенное влияние на динамичность и эффективность социально-экономического развития отдельных регионов и страны в целом.

Экономическая стратегия Российской Федерации определяет транспортную систему России как важнейшую составную часть производственной инфраструктуры, а ее развитие - как одну из приоритетных задач государственной деятельности.

Создание динамично развивающейся, устойчиво функционирующей, сбалансированной транспортной системы является необходимым условием развития экономики и обеспечения транспортной доступности для населения.

Транспортный комплекс Липецкой области представлен предприятиями железнодорожного, автомобильного и воздушного транспорта. Бесперебойное функционирование комплекса обеспечивают 18274 чел.

Расходы консолидированного бюджета области на «Транспорт» за 2013 год составили 1068,1 млн. руб., из них:

- 1,8 млн. руб. – средства федерального бюджета;
- 476,1 млн. руб. – это расходы областного бюджета, на 13,0% больше уровня прошлого года;
- 590,2 млн. руб. – расходы бюджетов муниципальных образований.

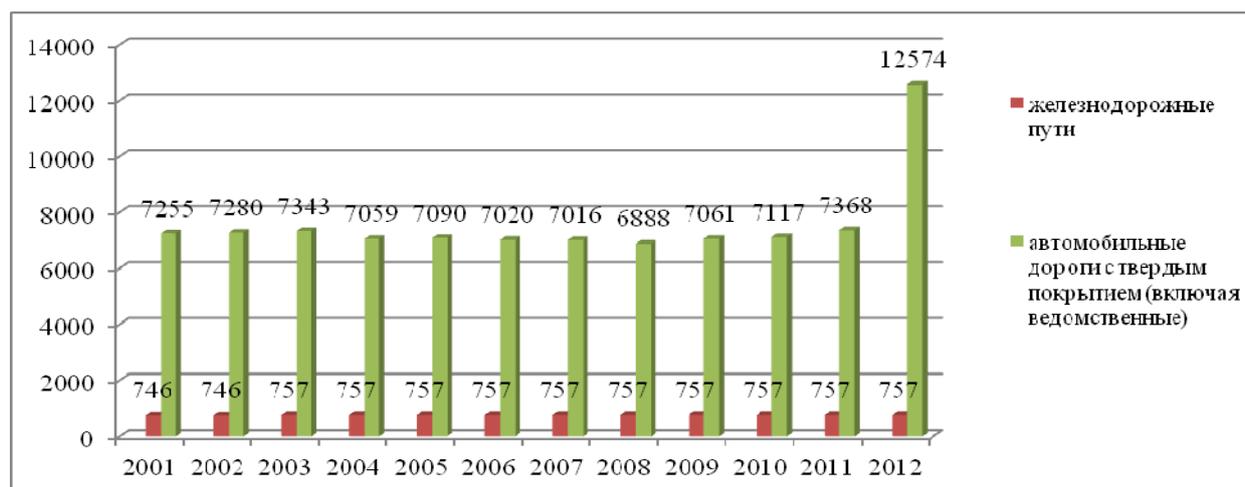


Рисунок 1 – Эксплуатационная длина путей сообщения общего пользования (на конец года), км

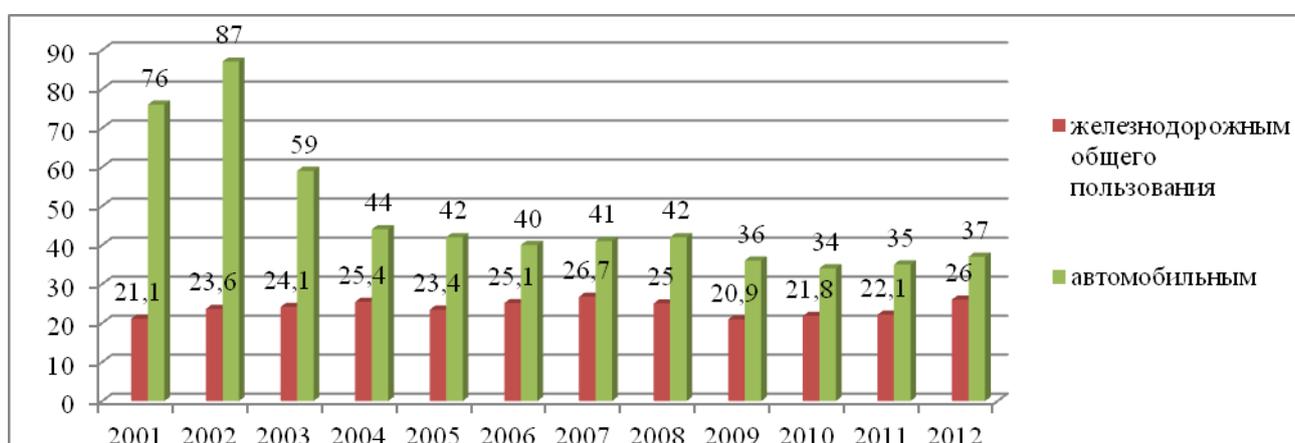


Рисунок 2 – Перевезено грузов транспортом, млн. тонн

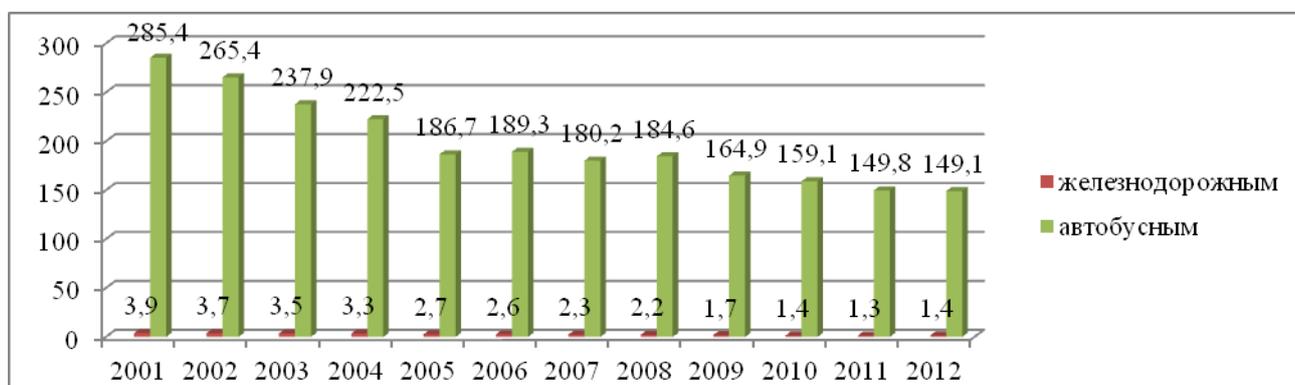


Рисунок 3 – Перевезено пассажиров транспортом общего пользования, млн. человек

Финансирование пассажирского автомобильного транспорта, выполняющего социально значимые перевозки пассажиров по территории области, из бюджетов всех уровней за отчетный период составляет 862,8 млн. руб. Поддержка предприятий автомобильного транспорта из федерального бюджета составила 1,8 млн. руб., из областного бюджета автомобильный транспорт профинансирован в размере 270,8 млн. руб., на 8,3% больше уровня 2012 года, из бюджетов муниципальных образований в размере 590,2 млн. руб.

Расходы областного бюджета на воздушный транспорт составили 164,3 млн. руб.

Железнодорожный транспорт профинансирован из областного бюджета в объеме 41,0 млн. руб.

Перевозку населения автомобильным транспортом по итогам 2013 года обеспечивали 36 предприятий различных форм собственности и 52 индивидуальных предпринимателя.

Липецкая область располагает развитой сетью железных дорог. Густота железнодо-

рожных путей на 10000 кв. км: по Липецкой области составляет 314 км путей, по РФ – 50 км, по ЦФО – 264 км, Тамбовская область – 214 км, Воронежская область – 220 км, Рязанская область – 245 км, Белгородская область – 258 км, Курская область – 354 км, Тульская область – 378 км. Эксплуатационная длина железнодорожных путей в Липецкой области составляет 751,1 км, из них 363 км электрифицированы.

Основные виды перевозимых грузов железнодорожным транспортом: руда, известняки, глины, черные металлы, цемент, бытовая техника, зерно, сахарная свекла.

За 12 месяцев 2013 года погрузка составила 25,8 млн. тонн, или 99,2 % к уровню 2012 года, 116,7 % к уровню 2011 года, 118,3 % к уровню 2010 года (в 2012 году - 26,0 млн. тонн, в 2011 году - 22,1 млн. тонн, в 2010 году - 21,8 млн. тонн).

Объем инвестиционных затрат ОАО «РЖД» на территории Липецкой области в 2013 году составил 1,7 млрд. рублей. Инвестиции на 2014 и 2015 годы предусмотрены в объемах 1,0 млрд. рублей и 1,5 млрд. рублей соответственно.

В Липецкой области функционирует 5 образовательных учреждений начального профессионального образования, 4 учреждения среднего профессионального образования, готовящие кадры на транспорте, и 2 учреждения высшего профессионального образования.

На базе лицея №12 г. Липецка открыт ресурсный центр профессиональной подготовки и переподготовки кадров в области транспорта, имеющий в наличии современное оборудование для подготовки рабочих транспортных профессий. Несмотря на техническую оснащенность организаций НПО, возникает потребность в повышении качества процесса обучения.

Повысить качество обучения возможно в процессе взаимодействия образовательных учреждений с предприятиями транспортного комплекса, что может быть достигнуто на основе формирования производственно-образовательного кластера (ПОК) в Липецкой области.

Для оценки влияния внешней и внутренней среды на создание ПОК в сфере транспорта в Липецкой области был проведен SWOT-анализ.

Таблица 1 – SWOT-анализ ПОК в сфере транспорта Липецкой области

1	2
<p>Сильные стороны</p> <p>Рост потребности в квалифицированных кадрах в связи с развитием транспортной отрасли.</p> <p>Наличие устойчивых связей образовательных учреждений и производственных предприятий.</p> <p>Поддержка региональных органов государственной власти инициативы формирования ПОК.</p> <p>Наличие ресурсной базы отдельных учреждений НПО.</p> <p>Государственное финансирование развития предприятий МСБ Липецкой области.</p>	<p>Возможности</p> <p>Выход на новые рынки или сегменты рынка (новые виды услуг), и, как следствие, увеличение потребности в кадрах;</p> <p>Внедрение инновационных разработок вузов в транспортный комплекс;</p> <p>Расширение ассортимента и повышение качества услуг образовательных учреждений под нужды предприятий-партнеров кластера;</p> <p>Ускорение роста рынка за счет финансирования из федерального бюджета кластерной политики;</p> <p>Увеличение числа подготовленных кадров за счет эффективной профориентационной работы;</p> <p>Совершенствование материальной базы образовательных учреждений за счет применения механизмов государственно-частного партнерства;</p> <p>Создание в регионе центра кластерного развития и получение государственного финансирования создания отраслевых ПОК;</p> <p>Запуск Центра сертификации профессиональных квалификаций;</p> <p>Обеспечение коммуникаций и реализации кооперационных проектов участниками кластера на основе эффективного кластерного менеджмента;</p> <p>Повышение престижа СПО;</p> <p>Формирование механизма удержания профессиональных кадров в отрасли;</p> <p>Рост предпринимательства в отрасли.</p>

Окончание таблицы 1

1	2
<p>Слабые стороны</p> <p>Незаинтересованность предприятий-партнеров кластера в переподготовке кадров в связи с высоким уровнем их миграции;</p> <p>Убыточность транспортной отрасли и, как следствие, ее дотационность и зависимость от государственной политики;</p> <p>Низкое качество автомобильных дорог в Липецкой области;</p> <p>Несовершенство законодательной базы, регулирующей оказание транспортных услуг;</p> <p>Высокий уровень износа подвижного состава транспортных предприятий;</p> <p>Недостаточно интенсивная профориентационная работа со школами;</p> <p>Отсутствие специализированной организации, занимающейся развитием кластера;</p> <p>Отсутствие адекватных механизмов привлечения финансовых средств из различных источников для проведения НИОКР в сфере транспорта;</p> <p>Несовершенные механизмы правового регулирования создания и функционирования ПОК</p>	<p>Угрозы</p> <p>Высокие темпы роста издержек в отрасли;</p> <p>Снижение объема дотаций в отрасль;</p> <p>Рост финансовых обременений в отрасли;</p> <p>Изменение перечня видов господдержки и отсутствие финансирования кластерных проектов;</p> <p>возрастание силы торга у покупателей рабочей силы в связи с наличием на рынке конкурентов с дешевой некачественной услугой (рабочей силой среди иммигрантов из других стран).</p>

В рамках создания территориальных отраслевых производственно-образовательных кластеров необходимо обеспечить:

- создание центра сертификации отраслевых профессиональных квалификаций;
- разработку совместно с работодателями профессиональных стандартов по каждой профессии;
- создание рабочих мест на время прохождения производственной практики;
- преподавательскую деятельность сотрудников транспортных предприятий;
- образование учебно-производственных участков на предприятии.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ ПОК В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Производственно - образовательный кластер (ПОК) – это совокупность взаимосвязанных учреждений профессионального образования, предприятий, отраслевых ассоциаций и инфраструктуры, объединенных по отраслевому признаку и партнерскими отношениями друг с другом.

Производственно-образовательный кластер является центром создания непрерывного интегрального образовательного пространства, включающего разные уровни профессионального образования на основе преемственности реализуемых образовательных программ, ориентированных на потребности работодателей по горизонтали (уровень квалификации) и по вертикали (уровень образования).

Основная цель формирования производственно-образовательного кластера в сфере транспорта - создание условий для обеспечения транспортной отрасли Липецкой области высококвалифицированными кадрами различных уровней профессионального образования.

Для достижения поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

- создание условий для формирования квалифицированных специалистов с различным уровнем профессионального образования,
- поднятие престижа высококвалифицированных рабочих профессий,
- интеграция образования с наукой и производством.

Особенности производственно-образовательного кластера:

- ключевую роль в развитии ПОК играют отраслевые производственные предприятия, являющиеся производителями конечной продукции и потребителями продукции ПОК – высококвалифицированных кадров.

- для обеспечения своего эффективного развития ПОК должен быть интегрирован в территориально-отраслевой кластер региона той же отрасли.

- ПОК способствует трансферу инновационных технологий в производство;

- ПОК способствует продуктивности конкуренции в сфере технологий и знаний.

- особую роль в деятельности ПОК играют учреждения НПО и СПО.

Целью участия учреждений НПО и СПО в производственно-образовательных кластерах является обеспечение конкурентоспособности и устойчивого развития в условиях реализации ими программ непрерывного профессионального образования, повышения его качества, а также производства товаров и услуг, при наличии у них соответствующей производственной базы и при участии в этом процессе иных участников производственно-образовательных кластеров.

Задачами учреждений НПО и СПО по достижению поставленной цели являются:

- участие в расширении числа партнерских организаций (в т.ч. и участников производственно-образовательных кластеров), в том числе технологических и промышленных предприятий, торговых, сервисных и консалтинговых организаций, а также вузов, дизайн-бюро, научных, проектно-конструкторских, финансовых организаций, институтов развития, установление с ними кооперационного, научно-технического и иных видов взаимодействия;

- разработка и внедрение механизмов государственно-частного партнерства в области развития инфраструктуры, модернизации и развития материально-технической базы учреждений НПО и СПО, формирование совместных инвестиционных проектов, а также с работодателями и их организациями, в т.ч. и с участниками производственно-образовательных кластеров;

- оптимизация направлений и рационализация содержания программ образования с учетом повышения роли партнерских организаций в подготовке и реализации программ;

- разработка и реализация проектов развития учреждений НПО и СПО, в том числе, разработка стратегий их развития с учетом потребностей иных участников производственно-образовательных кластеров, участие в совместной разработке стратегий развития производственно-образовательных кластеров.

К числу проблем, преодолеваемых в рамках развития ПОК, следует отнести:

- недостаток квалифицированных кадров, вызванный несоответствием содержания и качества образовательных программ учреждений высшего, среднего и начального профессионального образования потребностям экономики, неразвитостью механизмов непрерывного образования;

- низкую восприимчивость предприятий к инновациям, крайне медленные темпы обновления материальной базы, недостаточный уровень потребительских качеств оказываемой транспортной услуги;

- недостаточный уровень организационного развития кластера, включая отсутствие практики стратегического планирования развития кластера, отсутствие системы эффективных информационных коммуникаций между участниками кластера;

- финансовые барьеры для приобретения дорогостоящего производственного оборудования;

- проблемы с доступностью и качеством подготовки инженерного персонала и квалифицированных рабочих, обслуживающих современное процессное оборудование.

СТРУКТУРА ПОК В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Производственно-образовательный кластер на транспорте Липецкой области состоит из следующих основных групп участников:

1. Образовательные учреждения НПО, СПО, ВПО Липецкой области, а также образовательные учреждения других регионов, связанные договорами о подготовке и переподготовке кадров для нужд транспортного комплекса Липецкой области.

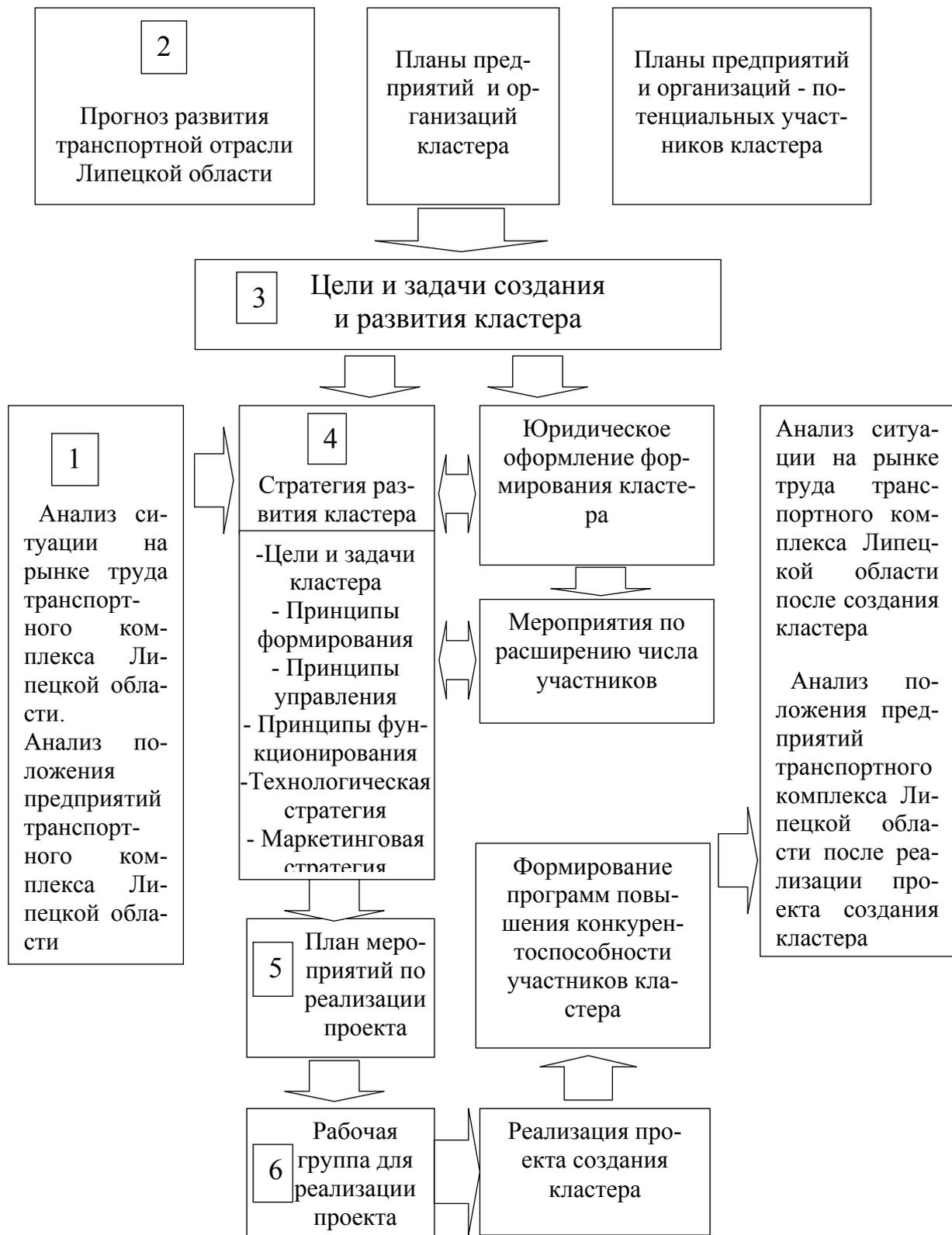


Рисунок 4 – Модель стратегического развития производственно-образовательного кластера в сфере транспорта

2. Ресурсные центры подготовки и переподготовки рабочих кадров для транспортного комплекса, созданные на базе учреждений среднего профессионального образования.

3. Предприятия транспортного комплекса Липецкой области, а также других регионов, осуществляющие взаимодействие с образовательными учреждениями Липецкой области и формирующие спрос на квалифицированные кадры на транспорте.

4. Государственные структуры региональной власти, координирующие деятельность производственно-образовательного кластера.

5. Институты развития Липецкой области, осуществляющие поддержку развития образования в Липецкой области, малого и среднего бизнеса, а также инновационной деятельности на транспорте.

6. Инфраструктура инновационного развития Липецкой области - бизнес-инкубаторы, технопарки, индустриальные парки, промышленные парки, особые экономические зоны.

7. Отраслевые объединения транспортных предприятий (Ассоциация транспортных предприятий Липецкой области).

8. Центр сертификации профессиональных квалификаций, осуществляющий сертификацию и аттестацию профессиональных кадров на транспорте.

Участникам кластера необходима “гарантия” того, что их партнеры выполняют свои обязательства точно и в срок. Только в этом случае возникают экономические предпосылки сокращения собственных издержек производства.

Взаимодействие участников ПОК осуществляется по следующим основным направлениям:

Экономическое: создание сферы эффективных образовательных услуг, своевременно удовлетворяющих спрос отрасли.

Социальное: создание гарантий для выпускников учреждений профессионального образования.

Маркетинговое:

- пропаганда передовых образовательных технологий;
- организация профориентационной работы.

Правовое:

- обеспечение разработки нормативно-правовой базы партнерских взаимоотношений;
- обеспечение субъектной позиции всех социальных партнеров.

Педагогическое:

- совместное проектирование образовательной деятельности в сфере подготовки отраслевого специалиста;
- обеспечение содержательной и технологической стороны социального партнерства между всеми участниками образовательного кластера.

Формирование в регионе ПОК обеспечивает эффективное взаимодействие всех участников кластера. Каждый участник кластера получает ряд эффектов в результате подобного взаимодействия:

Образовательные учреждения:

- совершенствование материальной базы образовательного учреждения;
- стимулирование профессионального роста педагогического состава;
- обеспечение учащихся местами производственных практик;
- оптимизация образовательных программ под нужды предприятий.

Предприятия:

- обеспечение производства высококвалифицированными кадрами;
- доступ к научным исследованиям и разработкам;
- повышение производительности труда;
- возможность освоения современной техники и технологии.

Региональные органы государственной власти:

- снижение безработицы и социальной напряженности;
- увеличение объема налогов и сборов в региональный и федеральный бюджеты;
- развитие малого бизнеса.

Кадры отрасли:

- трудоустройство по специальности на высокооплачиваемые рабочие места;
- повышение квалификации и профессиональный рост.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кластерные политики и кластерные инициативы: теория, методология, практика [Текст]: кол. монография / под. ред. Ю. С. Артамоновой, Б. Б. Хрусталева. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 264 с.
2. Марков, Л. С. Экономические кластеры: эволюционная перспектива / Л. С. Марков, М. В. Петухова // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2013. – Т. 13, вып. 4. – С. 164-171.
3. Методические рекомендации по реализации кластерной политики в субъектах Российской Федерации (подписаны заместителем Министра экономического развития Российской Федерации А.Н. Клепачем от 26.12.2008 г. № 20636-АК/Д19) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.economy.gov.ru/wps/wcm/connect/economylib4/mer/activity/sections/innovations/development/doc1248781537747>.
4. Разработка теоретического обоснования эффективности деятельности производственно-образовательных кластеров в Липецкой области [Текст]. – Пенза, 2012. – 59 с.
5. Родионов, Ю. В. Критерии оценки эффективности подвижного состава автомобильного транспорта [Текст] / Ю. В. Родионов, М. Ю. Обшивалкин, В. А. Мигачев // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 2. – С. 17-22.
6. Родионов, Ю. В. Оценка эффекта эксплуатации грузовых автомобилей [Текст] / Ю. В. Родионов, М. Ю. Обшивалкин, В. А. Мигачев // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 3. - С. 113-123.
7. Итоги работы транспортного комплекса за 2013 год [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://admlip.ru/economy/industry/transport/>.

Артамонова Юлия Сергеевна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28
Канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика, организация и управление производством»
E-mail: artamonova@lenta.ru

Герасимова Ирина Сергеевна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28
Студентка гр. ОБД-41
E-mail: dekauto@pguas.ru

J. S. ARTAMONOVA, I. S. GERASIMOVA

THE FORMATION OF INDUSTRIAL-EDUCATIONAL CLUSTER IN THE SPHERE OF TRANSPORT IN THE LIPETSK REGION

Defined methodological and practical basis for the formation of industrial-educational cluster in the sphere of transport in the Lipetsk region. Investigated the external and internal environment of cluster, determined the structure of the cluster and directions of interaction of its participants. Presents a model of strategic development of the industrial-educational cluster in the sphere of transport.

Keywords: cluster, transportation, area, structure

BIBLIOGRAPHY

1. Klasternye politiki i klasternye initsiativy: teoriya, metodologiya, praktika [Tekst]: kol. mono-grafiya / pod. red. YU. S. Artamonovoy, B. B. Hrustaleva. - Penza: PGUAS, 2012. - 264 s.
2. Markov, L. S. Ekonomicheskie klasteri: evolyutsionnaya perspektiva / L. S. Markov, M. V. Petukhova // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki. - 2013. - T. 13, vyp. 4. - S. 164-171.
3. Metodicheskie rekomendatsii po realizatsii klasternoy politiki v sub"ektakh Rossiyskoy Federa-tsii (podpi-sany zamestitelem Ministra ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii A.N. Klepachem ot 26.12.2008 g. № 20636-AK/D19)[Elektronnyy resurs] - Rezhim dostupa:
<http://www.economy.gov.ru/wps/wcm/connect/economylib4/mer/activity/sections/innovations/development/doc1248781537747>.
4. Razrabotka teoreticheskogo obosnovaniya effektivnosti deyatel'nosti proizvodstvenno-obrazovatel'nykh klasterov v Lipetskoj oblasti [Tekst]. - Penza, 2012. - 59 s.
5. Rodionov, YU. V. Kriterii otsenki effektivnosti podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta [Tekst] / YU. V. Rodionov, M. YU. Obshivalkin, V. A. Migachev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. - № 2. - S. 17-22.
6. Rodionov, YU. V. Otsenka efekta ekspluatatsii gruzovykh avtomobiley [Tekst] / YU. V. Rodionov, M. YU. Obshivalkin, V. A. Migachev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 3. - S. 113-123.
7. Itogi raboty transportnogo kompleksa za 2013 god [Elektronnyy resurs] - Rezhim dostupa:
<http://admlip.ru/economy/industry/transport/>.

Artamonov Julia S.

FGBOU VPO «Penza State University of Architecture and Construction»

Address: 440028, Rossia, g. Penza, ul. Titov, 28

PhD, assistant professor of "Economics, organization and management of production"

E-mail: artamonova@lenta.ru

Irina Gerasimova

FGBOU VPO «Penza State University of Architecture and Construction»

Address: 440028, Rossia, g. Penza, ul. Titov, 28

Student gr. HBS-41

E-mail: dekauto@pguas.ru

**Продолжается подписка на журнал
«Мир транспорта и
технологических машин»**

Подписной индекс журнала:

16376 («Пресса России»)

Подписка через редакцию:

(с любого месяца)

Информация о подписке на нашем сайте

www.gu-unpk.ru

Тел. +7 (4862) 43-48-90

УДК 502.175:628.4.037

В. С. ДЕМЬЯНОВА, Р. А. ДЯРЬКИН, М. Р. АБУБЕКАРОВ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

В условиях реализации концепции «промышленного метаболизма» изучено влияние продуктов переработки изношенных автомобильных шин в составе ресурсосберегающих строительных материалов на окружающую среду

Ключевые слова: загрязнение, окружающая среда, продукты горения, накопление, концентрация, водные растворы.

В период реализации концепции «промышленного метаболизма», основанной на повторном вовлечении отходов в производство, особую актуальность приобретает проблема рециклинга отходов природного и техногенного происхождения.

В настоящее время рост автомобилизации, интенсивное развитие автотранспортного комплекса сопровождается возникновением целого ряда неблагоприятных факторов, нарушающих экологическое равновесие. Прогрессирующее распространение во всём мире автомобильного транспорта влечёт за собой накопление значительных объёмов отходов автотранспортных средств (ОТС). Наиболее распространённым отходом из общей эмиссии состава автомобильного транспорта являются изношенные автомобильные шины (ИАШ). Образующиеся на урбанизированных территориях, ИАШ, находясь в местах их эксплуатации, (на промышленных предприятиях и организациях, в сфере оказания услуг и т.д.) длительное время загрязняют окружающую среду. В связи с этим возникает необходимость рассмотрения влияния ИАШ и продуктов их переработки на загрязнение окружающей среды и здоровье населения.

Чрезвычайно вредное воздействие на окружающую среду и здоровье населения оказывает сжигание ИАШ, наиболее доступный и простой способ их утилизации. Продукты горения (ПГ) изношенных автомобильных шин, имея в своем составе широкий спектр загрязняющих веществ, при взаимодействии с осадками и водной средой, вымываются в почву и в водные объекты. Для определения концентраций загрязняющих веществ в растворах: «вода – ПГ», проведены качественные физико-химические исследования водных растворов. Содержание продуктов горения принималось 200, 250 и 300г/л. (табл. 1).

Как следует из таблицы 1, превышение концентрация загрязняющих веществ по сравнению с гигиеническими нормативами составляют: по сухому остатку 1,6 ПДК, нефтепродуктам - 52,0 ПДК, кальцию - 13,7 ПДК, меди - 13,1 ПДК. Предельно-допустимые концентрации по взвешенным веществам и БПК₅ не нормируются. Наиболее высокие показатели загрязняющих веществ установлены в водном растворе, содержащем продукты горения в количестве 300 г/л.

Исследование структуры автомобильных покрышек различных типов и производителей показывает, что резина, используемая для их изготовления, по своим физико-химическим свойствам относится к полимерам, поэтому наиболее целесообразным способом утилизации ИАШ является механический способ, т.к. только данный метод обеспечивает требуемое качество продукта переработки – резиновой крошки. В качестве режущего инструмента можно использовать абразивный измельчитель, как наиболее стойкий. В настоящее время разработан технологический процесс утилизации автомобильных покрышек, поз-

воляющий получать резиновую крошку размерами от 0,01 до 3 мм, который был практически реализован [1].

Выполненные исследования свидетельствуют о необходимости отдельного применения отдельных компонентов изношенных автомобильных шин. По данным авторов, использование продуктов переработки ИАШ, содержащих значительное количество резины, армирующих металлических и текстильных материалов, является источником экономии первичных ресурсов [2-4]. Однако утилизации изношенных автомобильных шин в РФ, несмотря на незначительное превышение по сравнению с их производством, находится на низком уровне, что обусловлено недостаточной степенью развития технологических процессов переработки и перерабатывающих организаций, отсутствием нормативно-законодательной базы, регулирующей эту сферу природоохранной деятельности.

Таблица 1- Физико-химические исследования водных растворов

Наименование показателя	Показатели водных растворов при следующем содержании продуктов горения, г/л			Гигиенический норматив, мг/л
	300	250	200	
Водородный показатель (рН)	7,5	7,5	7,5	6...9
Ионы аммония	0,4	0,36	0,2	1,5
Нитрит-ионы	<0,02	<0,02	<0,02	3,3
Нитрат-ионы	0,8	0,8	0,8	45,0
Сухой остаток	1600	1400	1300	1000
Хлориды	28,0	26,8	24,5	350,0
Сульфаты	193,5	184,0	179,0	500,0
Железо	0,3	0,3	0,3	0,3
Взвешенные вещества	216,0	195,0	187,0	не нормируется
Нефтепродукты	15,6	13,2	10,2	0,3
БПК ₅	76,0	67,0	44,3	не нормируется
Кальций	48,0	47,5	45,0	3,5
Цинк	0,7	0,65	0,44	5,0
Медь	13,1	12,8	11,6	1,0

Ниже в качестве примера выполнена оценка экологической безопасности применения ресурсосберегающего напольного покрытия, изготовленного на основе резиновой крошки и с использованием в качестве связующего полиуретанового клея марки TOP-UR-E-PVC (образец № 1) и марки UR-600 (образец № 2) на соответствие гигиеническим нормативам. В качестве основного сырьевого компонента при производстве напольного покрытия использована резиновая крошка, выход которой в результате механической переработки изношенных автомобильных шин достигает свыше 60%. Количество напольного покрытия в составе водного раствора принято 250 г/л. Экспериментальные исследования по изучению динамики изменения концентраций загрязняющих веществ в воде водных объектов, проводились по перечню показателей, указанных в единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому контролю (надзору). Период испытания: 1 сут., 3 сут., 7 сут., 20 сут. и 30 сут. Концентрации загрязняющих веществ представлены на рисунке 1.

Установлено превышение ПДК для образца № 2 по формальдегиду на 3 сутки и по фенолу на протяжении всего периода исследований. Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ зафиксированы на 3 сутки, что обусловлено не высокой скоростью течения химических реакций.

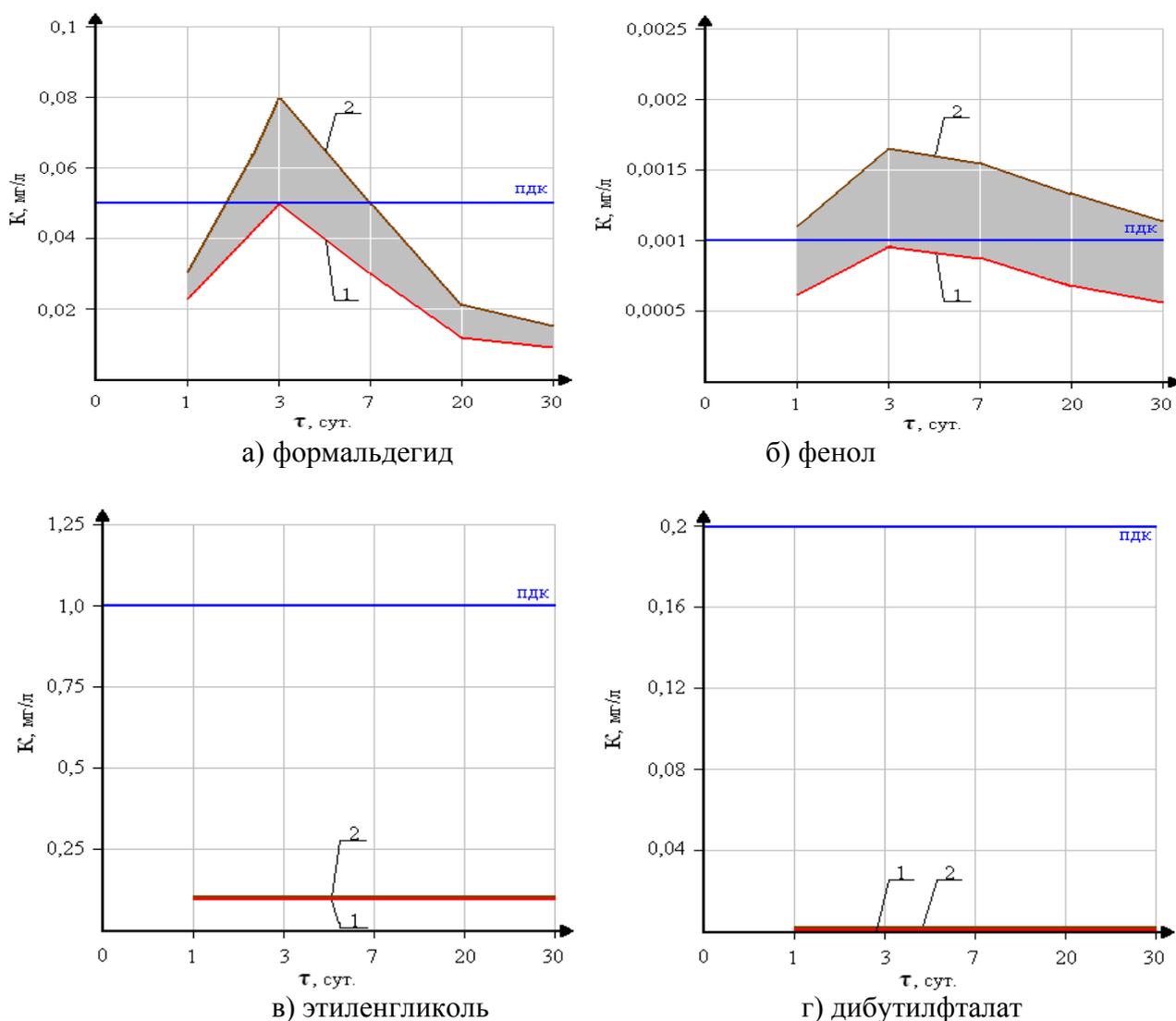


Рисунок 1- Концентрации загрязняющих веществ:
 1 – образец № 1, 2 – образец № 2

Учитывая различные условия эксплуатации при взаимодействии напольных покрытий с водной средой, физико-химические испытания проводились в различных климатических условиях. Для создания различных климатических условий осуществлялось охлаждение воды (температура в диапазоне 0°С...5°С) и ее нагревание (температура в диапазоне 25°С...35°С). Для сравнения исследовалась водопроводная вода (табл. 2). Соотношение «вода - исследуемый образец» принято 1:4.

Как следует из таблицы 2, изменение температуры воды не оказывает заметного влияния на концентрацию загрязняющих веществ. Превышение предельно-допустимой концентрации наблюдалось по железу (1,5 ПДК).

Таким образом, установлено, что переработка изношенных шин, как альтернатива захоронению и сжиганию, имеет важное народно-хозяйственное значение, заключающееся не только в снижении загрязнения окружающей среды, а также в высвобождении земель, ранее занятых под хранение шин, получении вторичного сырья и его повторного использования с целью развития экоиндустрии и снижения потребления невозобновляемых природных ресурсов.

Таблица 2 - Физико-химические исследования водных растворов

Определяемые показатели	Результаты исследований водных растворов при различных температурных условиях			Гигиенический норматив, мг/л
	H ₂ O	+25...+30 С ⁰	0... +5 С ⁰	
Водородный показатель (рН)	7,7	7,7	7,7	6-9 ед.
Ионы аммония	0,75	0,8	0,75	1,5
Нитрит-ионы	0,002	0,002	0,002	3,3
Нитрат-ионы	0,2	0,2	0,2	45,0
Сухой остаток	300	300	300	1000
Хлориды	25	25	25	350,0
Сульфаты	54,4	54,4	54,4	500,0
Железо	0,45	0,46	0,45	0,3
Взвешенные вещества	<0,01	<0,01	<0,01	не нормируется
Нефтепродукты	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
БПК ₅	2,0	2,1	2,0	не нормируется
Кальций	3,3	3,3	3,3	3,5
Цинк	<0,0001	<0,0001	<0,0001	5,0
Медь	0,2	0,2	0,2	1,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кураков, П. А. К вопросу о выборе способа переработки автомобильной резины [Текст] / П. А. Кураков, М. М. Макаров, Ю. В. Родионов // Автотранспортное предприятие. – 2008. - №12. – С. 25-27.
2. Макаров, М. М. Экономическая эффективность переработки автомобильной резины [Текст] / М. М. Макаров, Ю. В. Родионов, С. Б. Кокунова, П. А. Кураков // Мир транспорта и технологических машин. – 2010. - № 4(31). – С. 3-8.
3. Демьянова, В. С. Экономическая эффективность рециклинга автомобильных шин [Текст] / В. С. Демьянова, Ю. С. Артамонова, А. Д. Гусев // Международный технико-экономический журнал. - 2011. - № 4. - С. 50-55.
4. Демьянова, В. С. Снижение техногенной нагрузки на окружающую среду путем использования отходов автопромышленного комплекса [Текст] / В. С. Демьянова, М. М. Макаров, Р. А. Дярькин П. А. Кураков // Экология урбанизированных территорий. – 2008. - №4. - С. 86-90.

Демьянова Валентина Серафимовна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Инженерная экология»

E-mail: ie@pguas.ru

Дярькин Руслан Азымович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28

Аспирант кафедры «Инженерная экология»

E-mail: ie@pguas.ru

Абубекаров Марат Расимович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Россия, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28

Студент магистратуры гр. ЭТМК-11м

Email: dekauto@pguas.ru

V. S. DEM'YANOVA, R. A. DYAR'KIN, M. R. ABUBEKAROV

ENVIRONMENTAL SAFETY OF PRODUCTS BASED ON CRUSHED AUTOMOBILE TIRES

Realizing the concept of «industrial metabolism» we studied the influence of using worn tires as resource-saving building materials on the environment.

Keywords: *ecological safety, environment, pollution, combustion products, tires, research results.*

BIBLIOGRAPHY

1. Kurakov, P.A. K voprosu o vybore sposoba pererabotki avtomobil'noy reziny [Tekst] / P. A. Kura-kov, M. M. Makarov, YU. V. Rodionov // Avtotransportnoe predpriyatie. - 2008. - №12. - S. 25-27.
2. Makarov, M. M. Ekonomicheskaya effektivnost' pererabotki avtomobil'noy reziny [Tekst] / M. M. Makarov, YU. V. Rodionov, S. B. Kokunova, P. A. Kurakov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2010. - № 4(31). - S. 3-8.
3. Dem`yanova, V. S. Ekonomicheskaya effektivnost' retsiklinga avtomobil'nykh shin [Tekst] / V. S. Dem`yanova, YU. S. Artamonova, A. D. Gusev // Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskiiy zhurnal. - 2011. - № 4. - S. 50-55.
4. Dem`yanova, V. S. Snizhenie tekhnogennoy nagruzki na okruzhayushchuyu sredu putem ispol'zovaniya ot-kho-dov avtopromyshlennogo kompleksa [Tekst] / V. S. Dem`yanova, M. M. Makarov, R. A. Dyar`kin P. A. Kurakov // Ekologiya urbanizirovannykh territoriy. - 2008. - №4. - S. 86-90.

Dem`yanova Valentina Serafimovna

FGBOU VPO «Penza State University of Architecture and Construction»

Address: 440028, Rossia, g. Penza, ul. Titov, 28

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Department "Engineering Ecology"

E-mail: ie@pguas.ru

Dyar`kin Ruslan Azymovich

FGBOU VPO «Penza State University of Architecture and Construction»

Address: 440028, Rossia, g. Penza, ul. Titov, 28

Graduate student "Engineering Ecology"

E-mail: ie@pguas.ru

Abubekarov Marat Rasimovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction", Penza

Address: 440028, Rossia, g. Penza, ul. Titov, 28

Graduate student c. ETMK -11m

Email: dekauto@pguas.ru

УДК (075.8)33

А. П. ТРЯСЦИН, Н. А. ТРЯСЦИН

ТРАНСПОРТ В СТРУКТУРЕ ЕДИНОГО ЛОГИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СЕТЕВЫХ ПРОДУКТОВЫХ РИТЕЙЛЕРОВ

Определены предпосылки, варианты реализации и основные проблемы при создании логистического центра для централизации поставок. С учетом специфики сетевого продуктового ритейла выделены инструменты для эффективного планирования и управления транспортными процессами.

Ключевые слова: транспорт, структура, логистика.

Сетевая продовольственная розница начала развиваться в России раньше других сегментов розничной торговли и в настоящее время находится на стадии зрелого рынка. При этом сохраняется географическая диспропорция - в России по-прежнему много городов и населенных пунктов, где сетевая розница либо не представлена, либо представлена одной-двумя точками. Пока что ритейлеры считают, что приоритет в географии развития принадлежит крупным городам, поскольку там можно рассчитывать на более оживленный трафик покупателей, высокий средний чек и быструю окупаемость торговой точки.

В большей степени это касается крупноформатной розницы, для которой это оправданно, однако в отношении небольших форматов (дискаунтеров, магазинов шаговой доступности, супермаркетов и др.) стратегия развития принципиально иная и направлена как раз на освоение небольших городов. Слабое развитие логистической инфраструктуры во многих регионах РФ тормозит развитие розничной торговли, поэтому ритейлеры самостоятельно строят распределительные центры и осуществляют их обслуживание.

По оценке РБК.research, объем рынка сетевого продовольственного ритейла по итогам 2012 года вырос чуть более чем на 20% (в рублях), что выше средних темпов прироста розничной торговли в России (рис. 1).

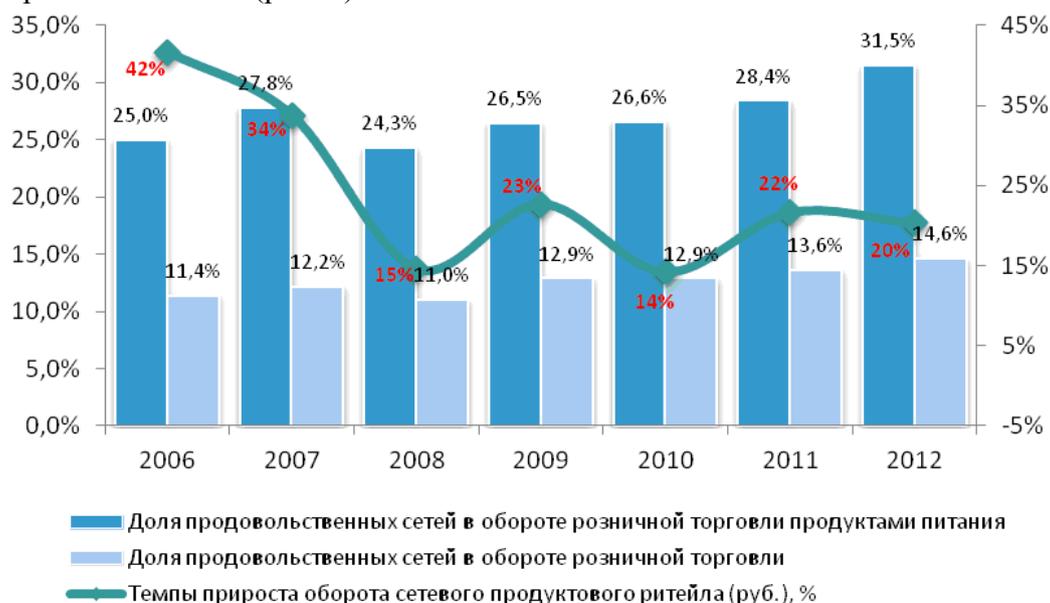


Рисунок 1 - Объем рынка сетевого продовольственного ритейла

Таким образом, доля сетевой продовольственной розницы в 2012 г. составила около 32% оборота торговли продуктами питания, в 2013 году этот показатель продолжал увеличиваться.

На рынке продолжают появляться новые торговые форматы, например, фрешмаркетов, магазинов-кафе, супермаркетов эко-продуктов, небольших мелкорозничных магазинов и другие форматы, заметную долю на российском рынке начинают играть сети специализированных продуктовых магазинов и фирменных точек, предлагающих товары определенного производителя.

По общим данным, товарооборот розничной торговли в России в прошлом году составил 21,32 триллиона рублей. На продуктовую розницу пришлось 9,9 триллионов рублей, на торговлю непродуктовыми товарами соответственно 11,4 триллиона рублей.

Около 19,5 % (1,9 триллион рублей) оборота розничной торговли приходится на долю совокупной выручки десяти крупнейших ритейлеров. Доля топ-10 в структуре оборота выросла на 2,1 % относительно 17,4 % по итогам 2011 года.

На первом месте по темпу роста выручки оказалась торговая сеть «Дикси» (рост 43, 8 % - 147 миллиардов рублей), следом идёт «Магнит» (33, 6 % - 448, 66 миллиардов рублей) и на третьем – «Монетка» (32,1 % - 49 миллиардов рублей). Общий доход трёх лидеров составил 1,2 триллиона рублей – 12,1 % от оборота всей продуктовой розницы. Отстаёт по выручке X5 Retail Group (8,1 % - 490,1 миллиардов рублей), «Седьмой континент» (13,2% - 60 миллиардов рублей), Metro Group (17, 3% - 198, 9 миллиард рублей).

Совокупная торговая площадь трёх крупнейших ритейлеров на конец 2012 года составила 5,1 миллион кв.м., около 10737 магазинов. Самыми быстрыми темпами наращивания торговых площадей отличились гипермаркет «Лента», на 35%, до 413,1 тысяч кв. м, и «Мария-Ра», на 34,4%, до 188,5 тысяч кв.м. А также «Магнит», на 29,4%, до 2,5 миллионов кв. м.

Высококонкурентная среда продуктового ритейла диктует свои условия: успешные компании вынуждены находиться в постоянном поиске новых возможностей для гибкого ценообразования – новых путей сокращения затрат и оптимизации процессов.

В этих условиях актуальной является задача развития транспортно логистических систем. Перед каждым сетевым ритейлером рано или поздно встает вопрос о централизованной организации поставок продукции через единый складской комплекс. Объективными причинами для этого являются:

1. Возможность работы с поставщиками, которые не имеют достаточного количества малогабаритных грузовых машин, чтобы вовремя обеспечить обширную сеть магазинов продукцией

2. Централизация документооборота и, как следствие, уменьшение доли ошибок при оформлении грузов

3. Получение логистической скидки, представляющей собой разницу в закупочной цене товаров при централизованной доставке и при доставке в каждый магазин отдельно

4. Возможность добиться повышения рентабельности сети в целом путем организации экономически эффективной работы склада, при которой совокупный бюджет склада не будет превышать общую сумму полученной логистической скидки.

Таким образом, все без исключения крупные сетевые ритейлеры сталкивались с проблемой выбора одного из вариантов организации логистического центра. Самым дорогим и сложным является строительство собственного склада, разработка складского программного обеспечения, покупка в собственность грузового автопарка. Очевидно, что для этого необходимы колоссальные капитальные вложения и продолжительный промежуток времени, поэтому на практике, прежде чем инвестировать в создание собственного логистического комплекса, многие сетевые ритейлеры проходят через работу с так называемыми «складскими провайдерами».

Основными преимуществами аутсорсинга складских операций является отсутствие необходимости в единовременных крупных инвестициях, отсутствие необходимости в об-

служивании арендованного автопарка, возможность быстрого получения логистической скидки от поставщиков, использование готовых программных продуктов поставщика услуг. Однако, следует помнить, что передача на сторону такого важного бизнес процесса, как логистика, влечет за собой определенные риски.

Во-первых, при работе с одним складским провайдером ритейлер фактически находится в полной зависимости от него. Для исключения этого риска ритейлеры стараются не ограничиваться одним поставщиком логистических услуг и отдавать разные группы товаров разным компаниям. Наиболее распространен вариант разделения на скоропортящиеся товары и «сухие» товары. Такое разделение целесообразно и с технической точки зрения, так как для хранения скоропортящихся товаров, таких как овощи, фрукты, молочная продукция требуются особые условия хранения. Так, наиболее популярным показателем, раскрывающим зависимость обмена веществ в плоде от температуры является число Wan Hoff. В таблице 1 приведена зависимость срока хранения продуктов от температуры.

Таблица 1 - Зависимость срока хранения от температуры

Наименование продукта	Температура хранения, °C		Срок хранения
	0...	+0,5	
Абрикос, слива	0...	+0,5	1 мес.
Апельсины	+2...		2–4 мес.
Апельсины жёлтые	+3...	+4	до 5 мес.
Апельсины незрелые	+5...	+6	до 5 мес.
Арбуз	+2...	+4	3 мес.
Банан, ананас (зрелый)	+8...	+11	1 нед.
Виноград	0...	+1	1–6 мес.
Вишня, черешня	-1...	0	10 сут.
Груши	-1...	+4	1–6 мес.
Дыня	0...	+2	3 мес.
Капуста	0...	-1	7–8 мес.
Картофель	+2...	+4	6–9 мес.
Корнеплоды	0...	-1	6–8 мес.
Лимон	+2...	+3	4–6 мес.
Лук и чеснок	-1...	-3	6–8 мес.
Мандарин, апельсин	+1...	+2	2–5 мес.
Томаты	0...		4 мес.
Яблоки зимние	-1...	0	3–9 мес.
Яблоки летние/осенние	0...	-0,5	1,5–3 мес.

Поэтому, для организации цепочки поставок скоропортящихся продуктов, выбирается отдельный складской провайдер, который имеет не только соответствующие техническим требованиям складские помещения, специальный автопарк. В части перевозки фруктов и овощей необходимо соблюдение температурных норм хранения и наличие сертификатов, требования в перевозке молока и молочной продукции содержатся в Федеральном законе Российской Федерации от 12 июня 2008 г. № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию».

Во вторых, важно понимать, что полностью отдать логистику на аутсорсинг не возможно. Как минимум ежедневно нужно проводить контроль работы оператора, в частности целостность поставок, соответствие комплектаций паллет, температурный режим на складе и в автомобилях поставщиков. Также необходима ежедневная сверка документов складского оператора и поставщиков. Такой контроль обеспечивает значительное уменьшение доли складских ошибок, а в случае недочет или пересортицы – своевременное выставление пре-

тензии поставщикам.

Таким образом, зачастую даже при аутсорсинге складских комплексов у ритейлеров существуют логистические отделы с достаточно большим штатом.

Итак, рассмотрим организацию централизованной поставки грузов на примере одного из крупнейших российских ритейлеров. ГК «Дикси» является третьим крупнейшим оператором России с выручкой 4,7 млрд. долл. на 2013 год. Сегодня в управлении ГК находится 1651 магазин, каждый день, открывая в среднем по одному магазину. Около 77% от общего объемов продаж приносят магазины формата «у дома». В 2013 году было открыто 146 новых магазинов «Дикси», гипермаркет «Мегамаст» в Екатеринбурге, 5 супермаркетов «Виктория». Группа компаний «Дикси» работает более чем с 1300 поставщиками, а собственная торговая марка составляет более 70 SKU (Stock Keeping Unit).

В 2013 году «Дикси» опубликовал информацию о выходе на проектную мощность самого большого в своей логистической структуре распределительного центра «Внуково» в Московской области. Распределительный центр позволяет создавать оптимальные условия для хранения более чем 4000 наименований товаров на площади 51 232 кв.м.

Суммарные инвестиции в строительство и запуск распределительного центра «Внуково» составили рекордные 2,6 млрд. руб. А общая площадь всех РЦ «Дикси» с открытием «Внуково» выросла на 32%. Технический запуск нового распределительного центра в Московской области состоялся ещё осенью 2012 года. На данный момент для Дикси это крупнейший объект, который способен осуществлять поставки товаров в 528 магазинов Центрального федерального округа. Технологические мощности и пропускная способность распределительного центра позволяют охватывать магазины «Дикси», расположенные на расстоянии до 550 км от него. Круглосуточно функционирует 31 приемный док и 32 отправных, где ежедневно из распределительного центра магазина отправляется около 4400 паллет на примерно 250 грузовиках с товаром на сумму более 85 млн. руб., порядка 180 машин выезжают до 8 часов утра ежедневно.

Вопрос с транспортом для нового распределительного центра ГК Дикси однозначно решает в пользу приобретения собственных машин. Около 90% – собственный транспорт, 10% – наемный, который привлекается только в пиковый сезон, когда не хватает своего транспорта. Как показывает практика арендованные машины стоят примерно на 20% дороже своих. Автопарк состоит из грузовиков Volvo и IVECO, оборудованных специальными топливными датчиками и всем необходимым для поддержания нужной температуры при перевозке товаров. В зависимости от того, куда едет машина, используется транспорт различной грузоподъемности: 5-тонники, 8-тонники, при этом максимально машина преодолевает за день 550 км.

Также экономия на транспорте достигается за счет привлечения постоянных водителей, которые хорошо знают Москву, а не иммигрантов. Результат их работы заключается в соблюдении графика доставки не менее чем на 85%, в то время как норматив для доставки товара в магазин – не более 30 минут. В 6% магазинов товар доставляется ночью, при этом водители сами оставляют товар без присутствия работников магазина, закрывают магазин и уезжают.

Таким образом, транспортная логистика сетевых продуктовых ритейлеров имеет ряд характерных особенностей. Как правило, транспортные операции ритейлеров несколько сложнее, чем просто поочередная доставка товаров из точки А в точки В, С и D. Зачастую при планировании маршрутов доставки диспетчерам приходится иметь дело с несколькими складами, распределительными центрами, планировать загрузку транспорта, исходя из категорий товаров, временных окон, нагрузки магазинов и пр. При планировании доставки диспетчеры также должны учитывать типы транспортных средств, которые используются в различной комбинации для доставки широкой номенклатуры товаров по всей продуктовой сети: малотоннажные грузовики, фуры, автопоезда с прицепами, холодильными установками для перевозки охлажденных и замороженных продуктов.

Учитывая специфику сетевого продуктового ритейла можно выделить следующие инструменты для эффективного планирования и управления транспортными процессами:

- автоматическая прокладка маршрута - система управления транспортом автоматически рассчитывает маршруты доставки и предлагает оптимальный вариант доставки с учетом типа транспортного средства, степени загрузки транспорта, временных окон, категорий товаров и прочих критериев, которые могут быть настроены исходя из конкретных требований;

- погрузка с нескольких складов одновременно - при наличии нескольких складов/распределительных центров, планировать загрузку транспортных средств с нескольких складов одновременно в рамках одного маршрута;

- кросс-докинг - некоторые системы управления транспортом поддерживают операцию кросс-докинга: когда необходима транспортировка груза из точки А в точку С, с перевалкой в точке В, позволяет учитывать и планировать перемещение товаров со склада в конечную точку с разгрузкой в промежуточной точке и дальнейшей отгрузкой в магазины, но уже в составе другого транспортного средства;

- «обратная загрузка» - по окончании маршрута система позволяет планировать загрузку транспортного средства на обратном пути: заезжать к поставщику за товарами по пути на склад, собирать тару и возвраты в точке доставки, если это необходимо;

- единый центр диспетчеризации - при наличии сети филиалов система управления транспортом может выступать единым центром диспетчеризации внутри компании. Это значит, что в случае географически распределенных инсталляций можно управлять маршрутизацией транспорта из одной точки;

- платформа для внешних перевозчиков - при работе с внешними перевозчиками в используется платформа для проведения тендеров на грузоперевозки, каждый перевозчик, заведенный в систему, будет получать уведомление о новом задании на перевозку с указанием маршрута по факту его формирования в системе, каждый контрагент оставляет на портале свое предложение по стоимости выполнения маршрута, остается только выбрать самое выгодное предложение;

- учет типа транспорта - планирование перевозок с учетом типов груза и особенностей его перевозки;

- интернет-торговля и интеграция с системой доставки - система управления транспортом может быть интегрирована с платформой интернет-магазина компании;

- сокращение пробега и расходов на топливо благодаря автоматическому планированию маршрутов и повышению эффективности каждого транспортного средства;

- учет ограничений доставки и особенностей груза - при внесении в систему информации о точках доставки и транспортных средствах указываются их особенности и ограничения.

Исходя из выше сказанного можно сделать вывод - эффект от внедрения перечисленных инструментов, обеспечивает сокращение затрат на транспортную логистику.

Это прозрачность операций и возможность получения различных отчетов для разработки мотивационных схем, данная информация может быть использована для принятия административных решений по оптимизации бизнес-процессов транспортной логистики.

Автоматизация таких процессов, как планирование маршрутов и проведение тендеров на перевозки для внешних перевозчиков существенно сокращают влияние человеческого фактора, позволяют минимизировать ошибки при планировании перевозок.

Автоматизация ключевых процессов транспортной логистики влечет за собой оптимизацию смежных с логистикой процессов. Например, сокращается необходимость печати документов, что позволяет уменьшить затраты на расходные материалы для печати.

Высокоуровневые системы управления транспортом гарантируют сокращение затрат путем уменьшения порожних пробегов, сокращения количества диспетчеров, повышения

эффективности использования каждого транспортного средства, сокращения среднего количества транспортных средств, используемых для реализации доставки. Ключевой показатель эффективности базируется не на автоматизации процессов транспортной логистики, а в первую очередь - на оптимизации непосредственно маршрутов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дыбская, В. В. Логистика складирования [Текст] / В. В. Дыбская. - Москва: ИНФРА.-М, 2011.-559 с.
2. Иванов, Д. А. Управление цепями поставок [Текст] / Д. А. Иванов. - СПб.: Изд-во Политехи. ун-та, 2009. - 660 с.
3. Якубсон, И. В. Развитие торговой сети «Дикси» в среднесрочной перспективе [Текст] / И. В. Якубсон // retail.ru. - 2014. - № 3.

Трящин Антон Павлович

ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК»

Адрес: 302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77

К.т.н., доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

E-mail: srmostu@mail.ru

Трящин Никита Антонович

ФГБОУ ВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

Адрес: 125993, Россия, г. Москва, ГСП-3, Ленинградский проспект, д. 49

Студент 4 курса факультета «Учет и аудит»

A. P. TRYASTSIN, N. A. TRYASTSIN

TRANSPORT IN THE STRUCTURE OF A SINGLE NETWORK LOGISTICS COMPLEX FOOD RETAILERS

The preconditions, embodiments and main problems of creating a logistics center to centralize supplies. Taking into account the specifics of the network of grocery retail dedicated tools for effective planning and management of transport processes.

Keywords: transportation, structure, logistics, retailer

BIBLIOGRAPHY

1. Dybskaya, V. V. Logistika skladirovaniya [Tekst] / V. V. Dybskaya. - Moskva: INFRA. - M, 2011. - 559 s.
2. Ivanov, D. A. Upravlenie tsepyami postavok [Tekst] / D. A. Ivanov. - SPb.: Izd-vo Politekhi. un-ta, 2009. - 660 s.
3. YAkubson, I. V. Razvitie torgovoy seti "Diksi" v srednesrochnoy perspektive [Tekst] / I. V. YAkubson // retail.ru. - 2014. - № 3.

Tryastsin Anton Pavlovich

FGBOU VPO "State University-UNPK"

Address: 302030, Russia, Eagle Street. Moscow, 77

Ph.D., assistant professor of "service and repair of machines"

E-mail: srmostu@mail.ru

Tryastsin Nikita Antonovich

FGBOU VPO "Financial University under the Government of the Russian Federation"

Address: 125993, Russia, Moscow, GSP-3, Leningrad Prospect, 49

4th year student of the Faculty of "Accounting and Auditing"

Уважаемые авторы!
Просим Вас ознакомиться с основными требованиями к оформлению научных статей.

- Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах формата А4 и содержит от 3 до 7 страниц; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.
- Статья предоставляется в 1 экземпляре на бумажном носителе и в электронном виде (по электронной почте или на любом электронном носителе).
- В одном сборнике может быть опубликована только **одна** статья **одного** автора, включая соавторство.
- Статьи должны быть набраны шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу и сверху – 2 см.
- Название статьи, а также фамилии и инициалы авторов, сведения об авторах обязательно дублируются на английском языке.
- К статье прилагается аннотация и перечень ключевых слов на русском и английском языке.
- Сведения об авторах приводятся в такой последовательности: Фамилия, имя, отчество; учреждение или организация, адрес учреждения или организации, ученая степень, ученое звание, должность, телефон, электронная почта.
- В тексте статьи желательно:
 - не применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
 - не применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
 - не применять произвольные словообразования;
 - не применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами.
- Сокращения и аббревиатуры должны расшифровываться по месту первого упоминания (вхождения) в тексте статьи.
- **Формулы** следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. **Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!**
- **Рисунки** и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые.
- Подписи к рисункам (полужирный шрифт курсивного начертания 10 pt) выравниваются по центру страницы, в конце подписи точка не ставится.

Рисунок 1 – Текст подписи

С полной версией требований к оформлению научных статей Вы можете ознакомиться на сайте www.gu-unprk.ru.

Плата с аспирантов за опубликование статей не взимается.

Адрес учредителя:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
302020, г.Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. +7(4862)420024
Факс +7(4862)416684
www.gu-unpk.ru
E-mail: unpk@ostu.ru

Адрес редакции:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
302006, г.Орел, ул. Московская, 77
Тел. +7(4862)734362, +7 905 856 6556
www.gu-unpk.ru
E-mail: srmostu@mail.ru

Технический редактор, корректор,
компьютерная верстка И. В. Акимочкина

Подписано в печать 25.06.2014

Формат 70x108 1/16.

Усл. печ. л. 7,8

Тираж 500 экз.

Заказ № 10/14П2

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе Госуниверситета-УНПК
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.