



Научно-технический
журнал
Издается с 2003 года
Выходит четыре раза в год
№ 1(40) 2013
Январь-Март

Мир транспорта и технологических машин

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный
комплекс» (Госуниверситет-УНПК)

Редакционный совет:

Голенков В.А. д-р техн. наук, проф.,
председатель
Радченко С.Ю. д-р техн. наук, проф.,
зам. председателя
Борзенков М.И. канд. техн. наук, доц
Астафичев П.А. д-р юр. наук, проф.
Иванова Т.Н. 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.
Зам. главного редактора:

Катунин А.А. канд. техн. наук

Редколлегия:

Агуреев И.Е. д-р техн. наук, проф.
Бондаренко Е.В. д-р техн. наук, проф.
Глаголев С.Н. д-р экон. наук, проф.
Дидманидзе О.Н. д-р техн. наук, проф.
Корчагин В.А. д-р техн. наук, проф.
Баранов Ю.Н. д-р техн. наук, проф.
Пучин Е.А. д-р техн. наук, проф.
Ременцов А.Н. д-р пед. наук, проф.
Родионов Ю.В. д-р техн. наук, проф.
Демич М. д-р техн. наук, проф.
Ушаков Л.С. д-р техн. наук, проф.

Ответственный за выпуск:

Акимочкина И.В.

Адрес редколлегии:

302030, г. Орел, ул. Московская, 77
(4862) 73-43-50
www.gu-unprk.ru
E-mail: sirm@ostu.ru, 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, 2013

Содержание

Эксплуатация, ремонт, восстановление

<i>Ю. В. Родионов, М. Ю. Обиивалкин, Н. В. Паули</i> Исследование влияния уровня затрат на надежность и эффективность грузовых автомобилей.....	3
<i>И. В. Сологуб, М. И. Филатов, В. Ю. Соколов, В. А. Сологуб</i> Оценка энергоемкости технологических процессов станции технического обслуживания автомобилей.....	12
<i>К. С. Есин, А. Л. Севостьянов, С. Н. Филин</i> Транспортное обеспечение агропромышленного комплекса при уборке зерновых культур (на примере орловской области).....	21
<i>Э. Г. Кузнецов, Л. А. Савин</i> Численная модель течения газа в рабочем зазоре газозатворного импульсного торцового уплотнения.....	27

Технологические машины

<i>А. В. Касьянов, В. А. Касьянов</i> Возможность создания высокофорсированных дизелей.....	33
<i>Ю. В. Перчаткин, В. И. Миркитанов, В. И. Рассоха</i> Расчет основных параметров прицепного состава к колесным тракторам.....	40
<i>С. В. Глуценко, А. В. Дойнов</i> Способ экспериментального определения коэффициента сопротивления качению боевой гусеничной машины.....	48
<i>В. А. Корчагин, В. П. Сахно, Р. М. Кузнецов, Р. М. Марчук, Н. И. Файчук</i> Сравнительная оценка маневренности двух- и трехзвенных автопоездов.....	59

Безопасность движения и автомобильные перевозки

<i>Т. П. Чепикова, А. А. Поварницин, Р. Ф. Шаихов</i> Анализ аварийности и повышение безопасности дорожного движения.....	67
<i>Л. Е. Гай, А. И. Шутов, С. В. Куценко, П. А. Воля</i> Моделирование транспортных потоков.....	72
<i>В. Н. Абрамов, А. А. Чибисов, Г. П. Новиков, В. Б. Каспаров</i> Особенности расчета напряжений внутренних опор «лепесткового» типа автомобильных «безопасных» колес.....	77
<i>А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов, А.А. Катунин, А.В. Кулев</i> Применение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) для повышения эффективности функционирования городского общественного транспорта.....	85
<i>Е. В. Пухов</i> Технология занесения карты населенных пунктов и автодорог исследуемого региона в имитационные модели при решении задач сбора и транспортировки грузов.....	91
<i>В. П. Бычков, В. А. Верзилин, В. М. Заложных</i> Экономические проблемы обеспечения безопасности дорожного движения.....	97

Образование и кадры

<i>И. Е. Ильина, В. В. Лянденбургский, А. И. Звижинский, С. А. Евстратова</i> Использование автотренажеров в обучении водителей категории «В».....	103
<i>Г. В. Букалова</i> Методические компоненты нормирования результата инженерного образования.....	109
<i>И. А. Гарькина, А. М. Данилов, С. А. Пылайкин</i> Транспортные эргатические системы: информационные модели и управление.....	113

Вопросы экологии

<i>Н. А. Давыдов, В. Б. Джерихов</i> Экологические проблемы дизельных двигателей и возможные способы их решения.....	121
--	-----



The scholarly
journal

A quarterly review

№ 1(40) 2013

January-March

World of 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

M.I. Borzenkov *Can. Eng., Prof.*

P.A. Astafichev *Doc. Law., Prof.*

T.N. Ivanova *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

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

Editor-in-Chief Assistants

Katunin A.A. *Can.Eng.*

Editorial Board:

I.E. Agureyev *Doc. Eng., Prof.*

E.V. Bondarenko *Doc. Eng, Prof.*

S.N. Glagolev *Doc. Ec., Prof.*

O.N. Didmanidze *Doc. Eng, Prof.*

V.A. Korchagin *Doc. Eng, Prof.*

Y.N. Baranov *Doc. Eng., Prof.*

E.A. Puchin *Doc. Eng., Prof.*

A.N. Rementsov *Doc. Ped., Prof.*

Y.V. Rodionov *Doc. Eng., Prof.*

M. Demic *Doc. Eng., Prof.*

L.S. Ushakov *Doc. Eng., Prof.*

Person in charge for publication:

I.V. Akimochkina

Editorial Board Address:

302020, Orel, Moskovskaya Str, 77

(4862) 73-43-50

www.gu-unpk.ru

E-mail: sirm@ostu.ru, 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, 2013

Contents

Operation, Repair, Restoration

<i>Yu. V. Rodionov, M. Yu. Obshivalkin, N. V. Pauli</i> Influence level cost reliability efficiency and trucks	3
<i>I.V. Sologub, M. I. Filatov, V. Yu. Sokolov, V. A. Sologub</i> Evaluation process energy intensity tehnogogicheskikh service station	12
<i>K. S. Yesin, A. L. Sevostyanov, S. N. Filin</i> Transportation security agriculture complex for cleaning grain(example of the orel region)	21
<i>E. G. Kuznetsov, I. A. Savin</i> Numerical model gas-flow in the gapgazozatvornogo pulse face seals	27

Technological Machinery

<i>A. V. Kasyanov, V. A. Kasyanov</i> The ability to create highly accelerated diesels	33
<i>Y. V. Perchatkin, V. I. Mirkitanov, V. I. Rassokha</i> Calculation of key parameters of hook-structure to wheel tractors	40
<i>S. V. Glushchenko, A. V. Doynov</i> Way of experimental definition coefficient of resistance to swing the fighting track laying vehicle	48
<i>V. A. Korchagin, V. P. Sahni, R. M. Kuznetsov, R. M. Marchuk, N. I. Faychuk</i> Comparison of two-and manoeuvrability three-road trains	59

Road safety and road transport

<i>T. P. Chepikov, A. A. Povarnitsin, R. F. Shaikh</i> Analysis of emergency and to enhance securityroad	67
<i>L. E. Guy, A. I. Shutov, S. V. Kuschenko, P. A. Will</i> Modeling of transport streams	72
<i>V. N. Abramov, A. A. Chibisov, G. P. Novikov, V. B. Kasparov</i> Particularities of the calculation of the voltages internal full tilt "petal" type car "safe" travell about	77
<i>A.N. Novikov, A.L. Sevostianov, A.A. Katunin, A.V. Kulev</i> Application of intelligent transportation systems (ITS) to enhance the operation of urban public transport	85
<i>E. V. Puhov</i> The technology of including the map of settlements and highways of the investigated area in the simulated models in solving the problems of collecting and transport of freight	91
<i>V. P. Bychkov, V. A. Verzilin, V. M. Zalognih</i> Economic problems of road safety	97

Education and Personnel

<i>I.E. Ilyina, V. V. Lyandenbursky, A. I. Zvizhinsky</i> Used autoexercise machines in training of drivers of the category "B"	103
<i>G. V. Bukalova</i> Methodical components normalization result of engineering education	109
<i>I.A. Garkina, A. M. Danilov, S. A. Pylaykin</i> Ergatic transportation system: information and control model	113

Ecological Problems

<i>N. A. Davydov, V. B. Jerichov</i> Environmental issues and dieselpossible solutions	121
---	-----

УДК 629.3.083 (076)

Ю. В. РОДИОНОВ, М. Ю. ОБШИВАЛКИН, Н. В. ПАУЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УРОВНЯ ЗАТРАТ НА НАДЕЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Представлены основные воздействующие факторы на интенсивность изменения технического состояния подвижного состава автомобильного транспорта. Проведен анализ влияния объема материальных средств, затрачиваемых на техническую эксплуатацию, на надежность автомобилей. Предложен комплексный способ оценки эффективности функционирования подвижного состава по техническим и экономическим показателям на примере автотранспортного предприятия г. Ульяновска.

Ключевые слова: эффективность, надежность, старение, эксплуатация, стоимость эксплуатации.

Важным вопросом, который возникает при эксплуатации автомобилей, является оценка технического состояния. Широко известно, что оно ощутимо изменяется с течением наработки или времени эксплуатации. Данное явление в технической эксплуатации автомобилей определяется как старение подвижного состава [1].

Проведение технических воздействий – технического обслуживания и текущего ремонта – ведет, соответственно, к поддержанию технического состояния, либо его восстановлению. Однако, также широко известным фактом технической эксплуатации автомобилей является постепенное старение автомобилей. Одна из причин данного процесса – накопление скрытых неисправностей в деталях, узлах, агрегатах подвижного состава [2].

Не менее актуальным является определение интенсивности изменения технического состояния подвижного состава со временем. Безусловно, ощутимое влияние на интенсивность оказывают условия функционирования автомобилей. Немаловажными факторами кроме природно-климатических и дорожных условий, также являются условия конкретных организаций, условия транспортного процесса (рис. 1).

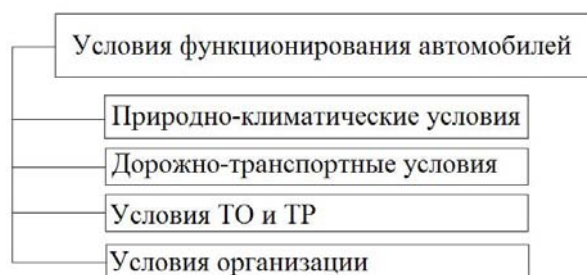


Рисунок 1 - Классификация условий функционирования автомобилей

Ощутимую роль в интенсивности старения автомобилей играют условия выполнения технического обслуживания и текущего ремонта. Особенно важным элементом системы поддержания работоспособности является экономическая часть вопроса.

С одной стороны цель автотранспортного предприятия, как и любого другого предприятия, - максимизация прибыли. Этого можно достичь за счет снижения затрат на приобретение новых запасных частей, узлов и агрегатов, стремясь поддерживать изношенные части автомобиля в исправном состоянии.

Однако на практике это приводит обычно к постепенному снижению технико-эксплуатационных свойств подвижного состава [1]. Причиной тому является целый набор факторов, характеризующих подержанный автомобиль:

- с наработкой увеличивается время, необходимое на восстановление технического

состояния автомобиля;

- возрастает количество не подлежащих ремонту неисправных элементов, которые выработали свой ресурс;

- повышается влияние состояния изношенных элементов друг на друга, что способствует не только повышению значения потока отказов, но и увеличивает вероятность отказа систем автомобиля; по этой причине ощутимо снижается прогнозирование последующих выходов из работоспособного состояния подвижного состава.

По вышеперечисленным причинам целесообразно определить значения затрат, чтобы эффективно поддерживать техническое состояние подвижного состава.

Вопросом, который интересует руководство каждого автотранспортного предприятия, является определение наиболее эффективной модели автомобиля – модели, которая будет потреблять минимальное количество ресурсов и приносить максимальный эффект от эксплуатации. Для оценки также должны быть проанализированы не только первоначальные технико-эксплуатационные свойства подвижного состава, но и интенсивность их изменения с наработкой, сложность поддержания работоспособного состояния и т.п.

Оценка состояния автомобилей только лишь по техническим показателям не является комплексной для решения вопроса эффективности эксплуатации. Она может определять развернутую картину по показателям надежности, характеризовать частоту выхода из строя деталей, узлов и агрегатов, определять время нахождения в ремонте и обслуживании по отношению ко времени эксплуатации. Однако без учета экономической составляющей – стоимости запасных частей, потребности в эксплуатационных материалах, необходимости в квалифицированном обслуживании и т.д., такая информация потребителю не нужна, т.к. она недостаточно подробна.

По этой причине необходимо выполнить как можно более широкий анализ эксплуатационных затрат на перевозки. Сюда должны быть включены не только затраты на эксплуатацию конкретных автомобилей, но и затраты на их приобретение, введение в эксплуатацию. Например, стоимость грузовых автомобилей может легко варьироваться в 1,5 – 2 раза. Особенно хорошо это заметно при сравнении автомобилей иностранного производства с отечественным подвижным составом.

Определение данных по конкретным маркам автомобилей позволит ощутимо повысить эффективность функционирования предприятий, занимающихся грузовыми и пассажирскими перевозками. Положительный результат будет получен за счет снижения затрат на техническую эксплуатацию, сокращение времени простоя подвижного состава в техническом обслуживании и текущем ремонте. Это способствует повышению значения наработки на отказ, а также коэффициента технической готовности автомобилей. Таким образом, будет повышена надежность автотранспортной системы, основным свойством которой является безотказность, а его показателем – наработка на отказ, или обратная величина, поток отказов.

Техническое состояние предлагается оценивать по следующим функциональным зависимостям от пробега:

- наработки на отказ, как одного из основных показателей безотказности (в свою очередь безотказность – наиболее важное свойство надежности [3]); этот показатель определяет, на сколько часто автомобиль переходит в неработоспособное состояние;

- коэффициента технической готовности подвижного состава; этот показатель является основополагающим в теории технической эксплуатации автомобилей для оценки эффективности функционирования с технологической точки зрения [1].

Экономическую составляющую можно оценить через учет потребления транспортными средствами запасных частей и эксплуатационных материалов в стоимостном выражении. Как было сказано ранее, необходимо также вести учет и первоначальной цены автомобилей. Чтобы не привязываться к конкретным суммам, которые дают результат лишь при сравнении с другими, предложено ввести следующий коэффициент:

$$K_{TЭ/C} = S_{TЭ} / S_C, \quad (1)$$

где: $K_{TЭ/C}$ - коэффициент отношения затрат на поддержание работоспособного состояния к первоначальной стоимости автомобиля;

$S_{TЭ}$ - суммарная стоимость поддержания работоспособного состояния подвижного состава (накопленная за определенный пробег), руб;

S_C - первоначальная стоимость автомобиля, руб.

Т.к. в период нормальной эксплуатации интенсивность изменения технических параметров близка к постоянной, то изменение показателей надежности и других параметров можно считать линейным в зависимости от общей наработки [1], соответствующие зависимости можно представить в линейном виде:

$$Y = a \cdot x + b, \quad (2)$$

где: Y – исследуемый показатель;

x – наработка;

a – коэффициент, характеризующий скорость (интенсивность) изменения показателя;

b – начальное значение исследуемого показателя.

Рассматриваемый экономический показатель $S_{TЭ}$ непосредственно связан с техническим состоянием автомобиля. Чем чаще автомобиль требует технических воздействий, тем больше ресурсов будет необходимо для поддержания работоспособности. Чем больше автомобиль будет простаивать в зонах обслуживания и ремонта, тем больше ресурсов потребуется для его восстановления. Экономический показатель $S_{TЭ}$ в период нормальной эксплуатации также имеет линейную зависимость от технического состояния подвижного состава. Как уже было определено, техническое состояние характеризуется показателями надежности, которые линейно зависят от общей наработки. Таким образом, $S_{TЭ}$, также как и технические показатели, имеет непосредственную линейную зависимость от общей наработки автомобиля. Т.к. $K_{TЭ/C}$ зависит от $S_{TЭ}$, которая изменяется по линейному закону, и от постоянной S_C , он также будет изменяться по линейному закону.

Таким образом, систему уравнений перечисленных выше показателей можно представить в следующем виде:

$$\begin{cases} \alpha_T = a_{\alpha_T} x + b_{\alpha_T}, \\ x_{np}^{cp} = a_{x_{np}^{cp}} x + b_{x_{np}^{cp}}, \\ K_{TЭ/C} = a_{K_{TЭ/C}} x + b_{K_{TЭ/C}}, \end{cases} \quad (3)$$

где: α_T - коэффициент технической готовности;

x - аргумент функции, наработка, км;

a_{α_T} - интенсивность изменения коэффициента технической готовности от пробега;

b_{α_T} - начальное значение коэффициента технической готовности от пробега;

x_{np}^{cp} - средняя наработка на отказ, отказов/км;

$a_{x_{np}^{cp}}$ - интенсивность изменения средней наработки на отказ от пробега;

$b_{x_{np}^{cp}}$ - начальное значение средней наработки на отказ от пробега;

$a_{K_{TЭ/C}}$ - интенсивность изменения коэффициента отношения эксплуатационных затрат к первоначальной стоимости автомобиля от пробега;

$b_{K_{TЭ/C}}$ - начальное значение коэффициента отношения эксплуатационных затрат к первоначальной стоимости автомобиля от пробега.

В рамках данной статьи будут рассмотрены данные по грузовым автомобилям различных марок автотранспортного предприятия города Ульяновска. Автотранспортное предприятие занимается различными видами грузовых перевозок, которые требуют соответствующей надежности для поддержания производственного процесса. Весь парк автомобилей разделен на две подгруппы:

- автомобили, предназначенные междугородних перевозок с соответствующими особенностями условий эксплуатации, дорожно-транспортных условий, а также условий обслуживания и ремонта;

- автомобили, предназначенные для грузовых перевозок в пределах города и области.

Подвижной состав первой подгруппы не имеет возможности ежедневно возвращаться на производственную базу, нуждается в более качественном выполнении работ по обслуживанию и ремонту. Необходимо выполнение предрейсовых работ для снижения риска отказа автомобилей на большом расстоянии от базы.

Всего исследовалось 3 группы седельных тягачей одной грузоподъемности по маркам. На рисунке 2 представлены зависимости изменения x_{np}^{cp} , α_T и $K_{TЭ/C}$ для автомобилей Вольво F12.

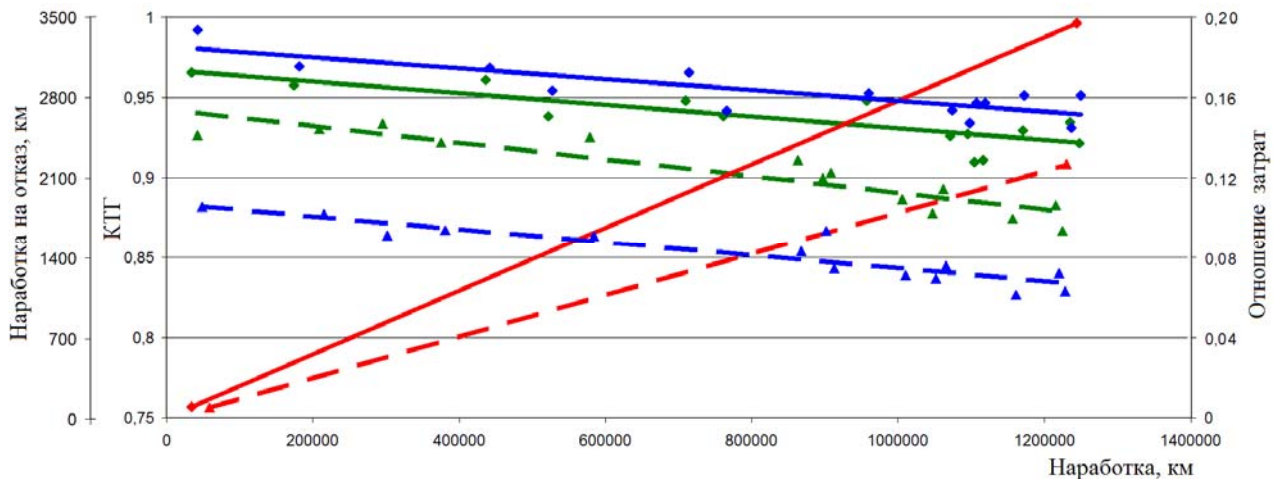


Рисунок 2 - Изменение показателей для автомобилей Вольво F12:

◆ — первая подгруппа; ▲ — вторая подгруппа;
 — зависимость для x_{np}^{cp} ; — зависимость для α_T ; — зависимость для $K_{TЭ/C}$

За анализируемый период, который составляет около 1,3 млн. км, на поддержание работоспособного состояния было израсходовано соответственно 11 и 18% стоимости новых автомобилей. Падение значения x_{np}^{cp} соответственно для первой подгруппы – с 3000 км до 2700 км, для второй – с 1900 до 1200 км. Вложение в поддержание работоспособного состояния ощутимо сказывается на надежности: в случае с этой группой показатель безотказности изменяется в два и более раза. Коэффициент α_T снижается с 0,97 до 0,94 в случае с первой подгруппой и с 0,94 до 0,88 для второй. Более высокое значение α_T также говорит и о более редком обращении на производственную базу для выполнения ремонта, что говорит о высокой надежности подвижного состава.

На рисунке 3 представлены зависимости изменения x_{np}^{cp} , α_T и $K_{TЭ/C}$ для автомобилей Мерседес Актрос.

За исследуемую наработку, составляющую около 1,4 млн. км, на поддержание работоспособного состояния потребовалось соответственно 21 и 42 % от стоимости новых

автомобилей. Падение значения x_{np}^{cp} соответственно для первой подгруппы – с 1400 км до 1200 км, для второй – с 1200 до 900 км. Вложение в поддержание работоспособного состояния также ощутимо сказывается на надежности. При этом α_T снижается с 0,93 до 0,87 для первой подгруппы и с 0,91 до 0,82 для второй.

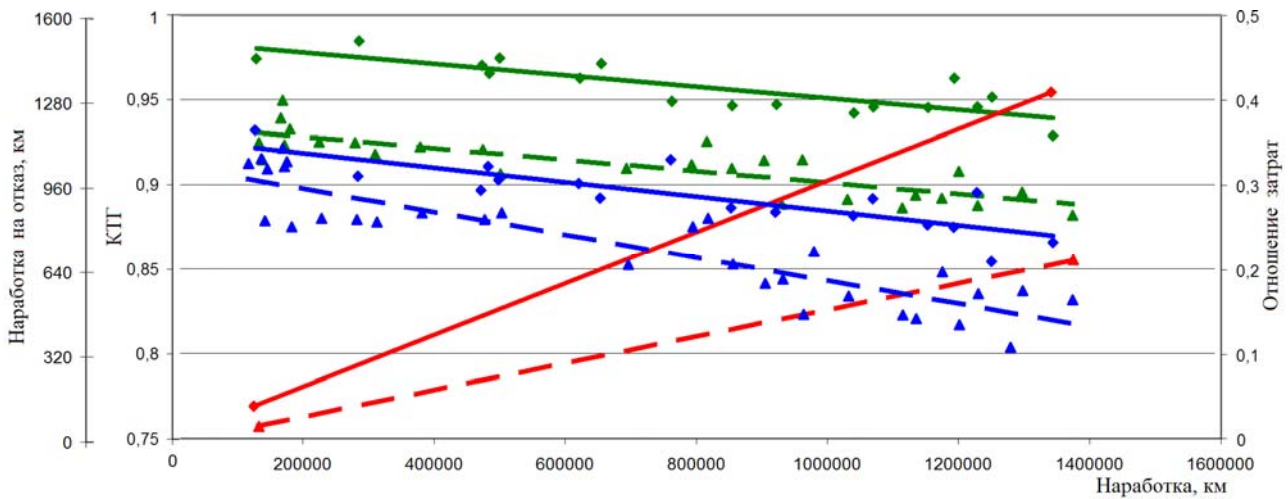


Рисунок 3 - Изменение показателей для автомобилей Mercedes Actros:

● — первая подгруппа; ▲ — вторая подгруппа;
 — зависимость для x_{np}^{cp} ; — зависимость для α_T ; — зависимость для $K_{TЭ/С}$

В сравнении с группой автомобилей Вольво, у Мерседесов просматривается более низкая надежность, а также меньшая эффективность. Общий пробег автомобилей имеет близкие значения (1,3 млн. и 1,4 млн.), а показатель безотказности ниже изначально почти в два раза (3000 км против 1500 км). В конце исследуемого периода значение наработки на отказ также почти в два раза ниже, чем в случае группы автомобилей Вольво. Так как автомобили эксплуатируются в одних условиях, причиной более интенсивного изменения технического состояния являются конструктивные особенности автомобилей Мерседес – их сложность и меньшая надежность.

Коэффициент α_T также не отличается высоким значением. Известно, что о неэффективном применении подвижного состава можно судить по значению этого показателя. Когда он снижается до значения 0,8, считается, что дальнейшая эксплуатация является неэффективной [3]. Так вот в случае с Вольво суммарный прогнозируемый пробег достигает 4 млн. км и 2 млн. км соответственно для двух подгрупп автомобилей. В случае с группой автомобилей Мерседес эти значения ощутимо ниже и имеют значения соответственно 2,5 млн. км и 1,5 млн. км. Меньший ресурс негативно характеризует автомобиль. Количество материальных затрат в случае с группой автомобилей Мерседес ощутимо выше, что определяет эту группу как менее эффективную, чем группа Вольво.

На рисунке 3 представлены зависимости изменения x_{np}^{cp} , α_T и $K_{TЭ/С}$ для автомобилей КАМАЗ 53105.

За анализируемый период в 800 тыс. км на поддержание работоспособного состояния было потрачено соответственно 24 и 51 % от стоимости новых автомобилей. В этой группе наблюдаются самые высокие значения $K_{TЭ/С}$, при этом стоимость новой единицы подвижного состава почти в два раза ниже по сравнению с иностранными моделями. Падение значения x_{np}^{cp} соответственно для первой подгруппы автомобилей – с 900 км до 600 км, для второй – с 750 до 400 км. Вложение в поддержание работоспособного состояния также ощутимо сказывается на надежности: в случае с этой группой показатель безотказности падает в полтора раза. Коэффициент α_T снижается с 0,97 до 0,91 в случае с первой подгруппой и с 0,94 до 0,86 для второй.

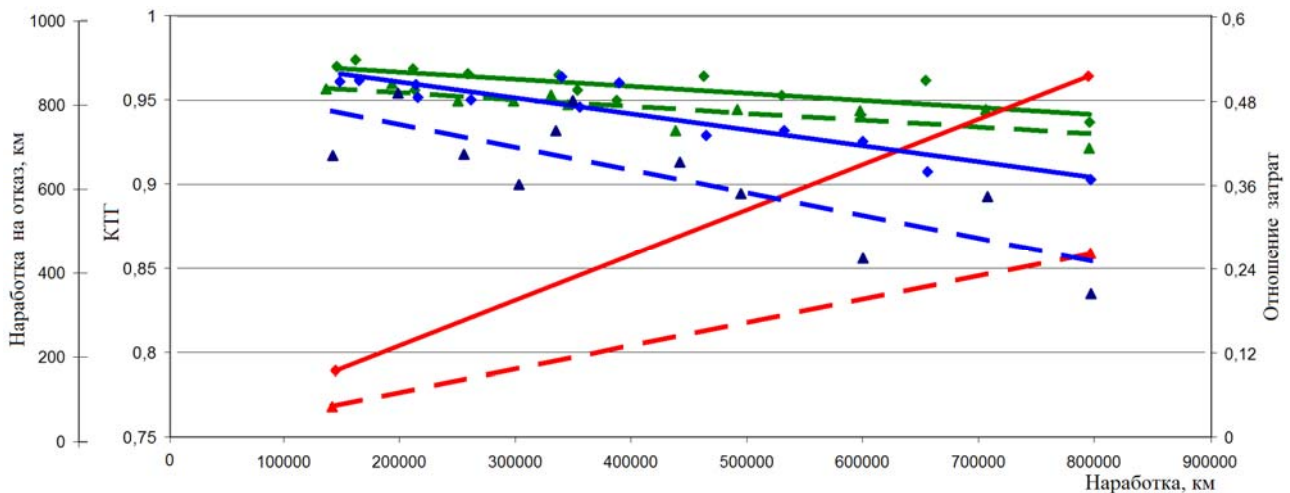


Рисунок 4 - Изменение показателей для группы КАМАЗ 53105:

◆ — первая подгруппа; ▲ — вторая подгруппа;
 — зависимость для x_{np}^{cp} ; — зависимость для α_T ; — зависимость для $K_{TЭ/С}$

В таблице 1 представлены значения исследуемых показателей подвижного состава. Для большей объективности и сравнения групп автомобилей были представлены значения, соответствующие наработке в 200 и 800 тыс. км, которые можно наблюдать на полученных зависимостях (рис. 2, 3, 4).

Таблица 1 – Значения исследуемых показателей и результаты анализа

№ п/п	Пробег, км	Подгруппа	Вольво	Мерседес	Камаз
x_{np}^{cp} , км	200000	1	3000	1000	830
		2	1800	960	720
	800000	1	2600	900	605
		2	1400	700	410
α_T	200000	1	0,96	0,97	0,97
		2	0,93	0,93	0,95
	800000	1	0,94	0,94	0,94
		2	0,90	0,91	0,92
$K_{TЭ/С}$	200000	1	0,020	0,06	0,13
		2	0,015	0,03	0,06
	800000	1	0,110	0,25	0,51
		2	0,072	0,12	0,25

Для группы автомобилей Вольво отличительной чертой является более выраженное падение x_{np}^{cp} между подгруппами за исследуемый период. Коэффициент α_T изменяется слабо, что говорит о высокой стабильности трудовых затрат на поддержание работоспособности. Коэффициент $K_{TЭ/С}$ растет с меньшей интенсивностью, чем падает x_{np}^{cp} . Результатом этого является ускоренное старение подвижного состава второй подгруппы.

Для автомобилей Мерседес x_{np}^{cp} в начале эксплуатации отличается слабо. Однако к пробегу в 800 тыс. км разница ощутимо увеличивается – до 22 %. Следствием тому является также ускоренное старение подвижного состава. Коэффициент α_T изменяется быстрее, чем в других группах автомобилей. Разница в показаниях между группами также имеет наиболее

высокое значение. $K_{ТЭ/С}$ с интенсивностью, близкой к случаю группы автомобилей Вольво.

Отличительной особенностью автомобилей группы Камаз является слабое изменение α_T с наработкой. Хотя x_{np}^{cp} снижается соответственно на 13 и 32 %, α_T падает на 2,06 и 2,12 %. Этот факт характеризует автомобили группы как наиболее ремонтпригодные. Трудоемкость восстановления работоспособности в данном случае почти не растет.

Для более подробной оценки $K_{ТЭ/С}$ было предложено проанализировать экономическую составляющую технической эксплуатации рассматриваемых автомобилей. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты анализа стоимостных показателей парка автомобилей

Группа	Стоимость а/м S_A , руб.	Для одного автомобиля		Для пробега 5 млн. км одним а/м		
		Пробег x , км	Стоимость поддержания работоспособности, руб.	Амортизация, руб	Стоимость поддержания работоспособности, руб.	Сумма затрат, руб
Вольво						
1 п/группа	4 000 000	4 177 500	2 418 773	2 895 000	4 787 552	7 682 552
2 п/группа	4 000 000	2 848 000	1 056 608	1 855 000	7 022 472	8 877 472
Мерседес						
1 п/группа	3 700 000	3 185 000	3 589 495	5 635 000	5 808 477	11 443 477
2 п/группа	3 700 000	1 591 429	919 846	2 890 000	11 624 776	14 514 776
Камаз						
1 п/группа	1 800 000	1 992 222	2 328 908	5 845 000	4 517 568	10 362 568
2 п/группа	1 800 000	1 627 000	966 438	2 970 000	5 531 653	8 501 653

В таблице указаны экономические составляющие, необходимые для эксплуатации подвижного состава – стоимость нового автомобиля, стоимость поддержания работоспособного состояния, общий эффективный пробег. Последний был определен по критерию $\alpha_T > 0,8$, который известен из теории технической эксплуатации [1]. Далее для сравнения способов эксплуатации автомобилей и моделей автомобилей между собой был выполнен экономический расчет суммы затрат для пробега в 5 млн. км, при условии выполнения одинаковой транспортной работы. Для этого была определена сумма затрат на амортизацию подвижного состава на этот пробег, а также стоимость поддержания работоспособного состояния по прогнозу удельных затрат на техническую эксплуатацию.

Автомобили группы Вольво имеют самые низкие затраты на эксплуатацию. Причем эти же автомобили имеют и самые высокие технические показатели. Данной группе свойственны:

- высокая надежность, характеризуемая x_{np}^{cp} ;
- высокая эффективность эксплуатации, которую определяет α_T ;
- низкие затраты на эксплуатацию, определяемые стоимостью поддержания работоспособного состояния.

Самой неэффективной группой является Мерседес. Его сумма затрат больше почти на 50 процентов по сравнению с первой группой. Последняя анализируемая группа автомобилей Камаз имеет средние значения, которые находятся между рассматриваемыми группами.

В дополнение необходимо отметить, что именно условия транспортного процесса в первую очередь определяют необходимость эксплуатации более надежного автомобиля, но не условия достижения эффекта на экономии на техническом обслуживании и текущем ремонте. Внезапные отказы на линии могут стоить на много больше, чем тот эффект, которого можно стремиться получить за счет снижения затрат на обеспечение работоспособности.

В работе спрогнозирован общий ресурс автомобилей, а по нему и стоимость поддержания. В результате наиболее низкие экономические затраты имеет группа автомобилей Вольво. Группа автомобилей Камаз имеет самую низкую наработку до предельного состояния, которое определяется по значению коэффициента технической готовности. Однако за счет низкой стоимости новой единицы подвижного состава, общие затраты на выполнение одинаковой транспортной работы с пробегом 5 млн. км ощутимо ниже чем в группе Мерседес.

В итоге, повышение затрат на эксплуатацию с целью увеличения надежности техники и снижения простоев в ремонте оправдывает себя. Общее значение прогнозируемого ресурса для рассмотренных автомобилей увеличивается в 2,25 раза. Среднее значение α_T повышается со значения 0,94 до 0,97 для группы Вольво, скорость его понижения – интенсивность старения автомобилей – снижается. Наработка на отказ x_{np}^{cp} также ощутимо повышается, что сказывается как на надежности подвижного состава, так и на последующей продолжительности простоя автомобилей в зонах обслуживания и ремонта.

Таким образом, можно оценить эффективность эксплуатации подвижного состава. Отличительной чертой является учет не только технических параметров, но и экономических, что повышает комплексность оценки эффективности эксплуатации той или иной группы автомобилей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учебник для вузов / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. Н. Власов и др. - Изд. 4-е, перераб. и доп. – М: Наука, 2004. - 535 с.
2. Родионов, Ю. В. О влиянии скрытых неисправностей на эксплуатацию автомобиля [Текст] / Ю. В. Родионов, М. Ю. Обшивалкин, Н. В. Паули // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса (02 апреля – 25 июня 2012 года), ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», 2012. – 129 с.
3. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения / Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам. – М., 1990. - 24 с.
4. Родионов, Ю. В. Виртуальное диагностирование топливной системы дизельного двигателя [Текст] / В. В. Лянденбургский, А. С. Иванов, Ю. В. Родионов, Е. В. Кравченко // Мир транспорта и технологических машин. - 2012. - № 4. – С.3-9.
5. Обшивалкин, М. Ю. Исследование накопления затрат грузовых автомобилей с наработкой [Текст] / М. Ю. Обшивалкин, Н. В. Паули, Ю. В. Родионов // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. - № 3. – С. 14-21.

Родионов Юрий Владимирович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, автомобильно-дорожный институт

Адрес: 440028, Пензенская обл, г. Пенза, Германа Титова, 28

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

Тел.: +7 (8412) 484358

E-mail: dekauto@pguas.ru

Обшивалкин Михаил Юрьевич

Ульяновский государственный технический университет

Адрес: 432027, г.Ульяновск, ул.Северный Венец, 32

Канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Автомобили»

Тел.: +7 (8422) 430237

E-mail: muo@ulstu.ru

Паули Никита Владимирович

Ульяновский государственный технический университет

Адрес: 432027, г.Ульяновск, ул.Северный Венец, 32

Аспирант Пензенского государственного университета архитектуры и строительства

Тел.: +7 (8422) 430237

E-mail: overnike@ya.ru

YU. V. RODIONOV, M. YU. OBSHIVALKIN, N. V. PAULI

INFLUENCE LEVEL COST RELIABILITY EFFICIENCY AND TRUCKS

The main factors affecting of the changes intensity of road rolling stock technical condition are submitted. The analysis of the influence by technical operation resources to vehicles reliability is held. Complex method of rolling stock evaluation through the technical and economic parameters is submitted on Ulyanovsk motor Transport company.

Keywords: efficiency, reliability, aging, maintenance, operating costs.

BIBLIOGRAPHY

1. Kuznetsov, E. S. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley [Tekst]: uchebnik dlya vuzov / E. S. Kuznetsov, A. P. Boldin, V. N. Vlasov i dr. - Izd. 4-e, pererab. i dop. - M: Nauka, 2004. - 535 s.
2. Rodionov, YU. V. O vliyaniy skrytykh neispravnostey na ekspluatatsiyu avtomobilya [Tekst] / YU. V. Rodionov, M. YU. Obshivalkin, N. V. Pauli // Aktual'nye voprosy innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa (02 aprelya - 25 iyunya 2012 goda), FGBOU VPO "Gosuniversitet - UNPK", 2012. - 129 s.
3. GOST 27.002-89. Nadezhnost' v tekhnike. Osnovnye ponyatiya. Terminy i opredeleniya / Gosudarstvennyy komitet SSSR po upravleniyu kachestvom produktsii i standartam. - M., 1990. - 24 s.
4. Rodionov, YU. V. Virtual'noe diagnostirovanie toplivnoy sistemy dizel'nogo dvigatelya [Tekst] / V. V. Lyandenburskiy, A. S. Ivanov, YU. V. Rodionov, E. V. Kravchenko // Mir transporta i tekhnologicheskikh ma-shin. - 2012. - № 4. - S.3-9.
5. Obshivalkin, M. YU. Issledovanie nakopleniya zatrat gruzovykh avtomobiley s narabotkoy [Tekst] / M. YU. Obshivalkin, N. V. Pauli, YU. V. Rodionov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. - № 3. - S. 14-21.

Rodionov Yuri Vladimirovich

Penza State University of Architecture and Construction, Automobile and Road Institute

Address: 440028, Penza, Penza g, German Titov, 28

Dr. tech. , Professor, Director of the Automobile and Road Institute

Tel.: +7 (8412) 484358

E-mail: dekauto@pguas.ru

Obshivalkin Mikhail Yurievich

Ulyanovsk State Technical University

Address: 432027, Ulyanovsk, Severnaya Crown, 32

Candidate tech. sciences , Associate Professor, Head. Department of "Cars"

Tel.: +7 (8422) 430237

E-mail: muo@ulstu.ru

Pauli Nikita Vladimirovich

Ulyanovsk State Technical University

Address: 432027, Ulyanovsk, Severnaya Crown, 32

Graduate student, Penza State University of Architecture and Construction

Tel.: +7 (8422) 430237

E-mail: overnike@ya.ru

Уважаемые коллеги!

приглашаем вас принять участие в работе

III-ей международной научно-практической конференции

**«Актуальные вопросы инновационного
развития транспортного комплекса»,**

которая будет проводиться

20 - 23 мая 2013 года

<http://gu-unpk.ru/chair/sirm/science>

УДК 656.065

И. В.СОЛОГУБ, М. И.ФИЛАТОВ, В. Ю.СОКОЛОВ, В. А.СОЛОГУБ

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЕМКОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Оценку эффективности работы СТОА предложено проводить с применением критерия энергоёмкости. Проведен сравнительный анализ фактической и нормативной энергоёмкости технологических процессов технического обслуживания легковых автомобилей на станции технического обслуживания (городского типа). Предложены мероприятия, позволяющие снизить энергоёмкость процессов технического обслуживания автомобилей, и как следствие, положительно влиять на снижение себестоимости сервисных услуг.

Ключевые слова: *энергоресурсы; техническое обслуживание и ремонт; критерий энергоёмкости; технологический процесс.*

В настоящее время потенциал энергосбережения России составляет по разным оценкам от 460 до 540 миллионов тонн условного топлива или 40-45 процентов всего энергопотребления в стране. Доля энергозатрат в себестоимости продукции и услуг составляет в среднем на транспорте – 17 % [1]. С каждым годом наблюдается стремительный рост парка легковых автомобилей в России. Прирост парка требует соответствующего развития сферы технического обслуживания и ремонта. Возрастающая конкуренция в данной сфере, а также неуклонное повышение интенсивности эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта требуют совершенствования процессов обслуживания на станциях технического обслуживания автомобилей (СТОА) [2].

Автомобильный транспорт является одним из крупнейших потребителей энергоресурсов. Трудоемкость и объем материальных затрат на техническое обслуживание (ТО) и ремонт автомобиля за весь период эксплуатации многократно превышают трудовые и материальные затраты на его изготовление.

В условиях растущего дефицита энергетических и материальных ресурсов все более актуальной становится проблема совершенствования технологии, организации, планирования и управления производством, которая обеспечивает максимальное использование всех технических и материально- производственных ресурсов, основанное на слаженности в работе автотранспортного предприятия и обеспечении необходимой пропорциональности между всеми его частями [3].

Технологические процессы технического обслуживания и ремонта потребляют различные виды энергии (электрическая - при выполнении контрольно-диагностических работ, ремонтных работ, сварочных работ; тепловая - при сушке лакокрасочных покрытий кузова автомобиля), таким образом, важным количественным показателем, в значительной мере отражающим как свойства объекта разработки, так и параметры сопряженного процесса, может служить величина энергоёмкости технологических процессов. Технология обслуживания автомобилей включает в себя диагностирование их технического состояния, разборку, мойку и очистку, восстановление и замену деталей и узлов, сборку, испытания и окраску, выполняются также и вспомогательные работы (транспортирование, складирование, технический контроль, обеспечение энергией и материалами). Поэтому рассмотрение и оценка отдельных технологических процессов обслуживания автомобилей с точки зрения энергетических затрат, позволит установить наиболее слабые звенья технологической цепи и путем оптимизации конкретного процесса положительно влиять на снижение себестоимости сервисных услуг.

В настоящее время оценку эффективности работы СТОА проводят с учетом продолжительности обслуживания автомобиля, качеству его обслуживания, в некоторых случаях и

по затратам на ТО. Однако, на наш взгляд, эффективность работы сервисных предприятий необходимо оценивать по критерию энергоёмкости.

Особое внимание следует уделить и тому, что в связи с преобладанием автомобилей иностранного производства постоянно требуется увеличение объема вспомогательного и дополнительного оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей, что требует больших материальных затрат. В этих условиях встает проблема экономного расходования энергетических ресурсов технологическим оборудованием. Одним из путей решения этой проблемы является подбор технологического оборудования, не только по критериям мощности, габаритных размеров, стоимости и пр., но и с учетом критерия энергоёмкости. Предложенный критерий обеспечит необходимый набор оборудования при минимальном потреблении энергоресурсов.

Для того, чтобы количественно оценить величину энергоёмкости технологических процессов для дальнейшего рассмотрения принята марка автомобиля Lada-Priora. Согласно Комитету автопроизводителей Ассоциации европейского бизнеса в России, лидером авторынка нашей страны по-прежнему остается отечественная Lada [4]. С учетом высокого спроса на автомобили Lada в качестве опытной модели для дальнейших исследований взята именно Lada-Priora.

Согласно действующей в РФ транспортной системе, выделяется четыре основных вида технического обслуживания автомобилей: ежедневное обслуживание (ЕО); первое техническое обслуживание (ТО-1); второе техническое обслуживание (ТО-2); сезонное обслуживание (СО). Перечни периодичности и трудоемкости операций ТО и ремонта устанавливаются сервисной книжкой и руководством по техническому обслуживанию, диагностике и ремонту автомобилей Lada-Priora, разработанными ОАО НВП "ИТЦ АВТО" на основании действующей нормативно-технической и технологической документации на ТО и ремонта автомобилей Lada.

В качестве основы и примера оформления расчетов взят ГОСТ 51750-2001 [5]. В ходе изучения данного вопроса была рассмотрена группа факторов, влияющих на величину энергоёмкости, однако в связи с тем, что этот вопрос не достаточно широко исследован, мы выбрали те факторы, которые могут оказывать влияние на энергоёмкость технологических процессов.

Рассмотрим расчет энергоёмкости технического обслуживания автомобилей (фактической) на примере первого технического обслуживания.

Первое техническое обслуживание подвижного состава выполняется на постах, оборудованных подъемниками. Для расчетов принята зона ремонтного цеха на два поста площадью 9 x12 м, высотой 4,8 м, действующей станции технического обслуживания автомобилей.

Максимальный тепловой поток Q_{max} , кВт необходимый для отопления ремонтного цеха определен по формуле укрупненных расчетов:

$$Q_{max} = a \cdot q_o \cdot V_n (t_i - t_o) \cdot k_{nm} \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где: q_o - удельная отопительная характеристика здания, принимается для СТОА 0,58 Вт/(м³·°С);

a - поправочный коэффициент, учитывающий район строительства здания, принимается равным 1;

V_n - объем здания по наружному обмеру выше отметки ±0,000 (надземная часть), м³;

t_i - средняя расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений, принимается для СТОА 16 °С;

t_o - расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, принимается по СНиП 23-01-99, составляет -31°С;

k_{nm} - повышающий коэффициент для учета потерь теплоты теплопроводами, проложенными в неотапливаемых помещениях, принимается в соответствии со СНиП 2.04.05-91, равным 1,05.

Трудоемкость выполнения ТО-1 составляет 4,43 чел.ч. В помещении установлены светильники с газоразрядной лампой ДРЛ мощностью 250 Вт – 8 шт (2 кВт электрической энергии требуется для освещения цеха в течение часа на 2 машино-места). Расчет проводим для одного машино-места. Потребность в тепле на обогрев въезжающего в помещение транспортного средства следует принимать в количестве 0,029 Вт в час на один кг массы в снаряженном состоянии на один градус разницы температур наружного и внутреннего воздуха:

$$Q_{\text{н}} = G_{\text{н}} \cdot 0,029 \cdot (t_i - t_{\text{м}}), \quad (2)$$

где: $G_{\text{н}}$ – полная масса автомобиля Lada-Priora 2170, равная 1578 кг;

t_i - температура внутреннего воздуха, °C;

$t_{\text{м}}$ - температура поступившего транспортного средства, принимаю равной средней месячной температуре наиболее холодного месяца. Для Оренбурга наиболее холодный месяц январь, $t_{\text{январь}} = -14,8$ °C.

Расчетный расход теплоты на вентиляцию, кВт, определяется по формуле для укрупненных расчетов:

$$Q_{\text{вв}} = V_{\text{н}} \cdot q_{\text{в}} (t_i - t_0) \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

где: $V_{\text{н}}$ - объем здания по наружному обмеру, м³;

$q_{\text{в}}$ - удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м³·°C), принимаем 0,17.

Для расчета энергоемкости принят коэффициент работ средней тяжести (1,26 МДж/(чел.ч)). Заносим в таблицу 1 перечень технологических операций и нормы времени для ТО-1 одного автомобиля.

Таблица 1 – Перечень операций и нормы времени для ТО-1

№	Перечень операций	Оборудование	Установленная мощность, $P_{\text{изм}}$, кВт	Норма времени
Контрольно-осмотровые (диагностические) работы				
1	Подвеска передняя и задняя - проверка работы на стенде	Стенд для проверки подвески ST 200 E	7,5	0,65
2	Герметичность систем охлаждения, питания, гидравлического привода тормозов и гидроусилителя рулевого управления, состояние шлангов, трубок и соединений.	-	-	0,2
3	Силовой агрегат в сборе - проверка осмотром герметичности уплотнений узлов и агрегатов (в моторном отсеке)	-	-	0,15
4	Электрооборудование - проверка работоспособности узлов (на автомобиле). Проверить работу генератора, электростеклоподъемников, освещение, световую и звуковую сигнализацию, контрольные приборы, отопитель, стеклоочиститель, омыватели, обогрев заднего стекла	Стенд проверки генераторов СГ 2500	6,4 (трудоем.0,15)	0,25
5	Отсутствие посторонних шумов и стуков в двигателе, узлах и агрегатах трансмиссии, узлах ходовой части, четкость переключения передач.	-	-	0,12
6	Тормозная система - проверка эффективности работы (на стенде)	Роликовый тормозной стенд для легковых автомобилей СТС-4-СП-11	8	0,58
7	Содержание СО в отработавших газах и при необходимости отрегулировать	Газоанализатор	-	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
8	Контроллер электронной системы впрыска топлива – снятие/установка (с/у)	-	-	0,1
9	Капот в сборе - проверка работы и регулировка замка	-	-	0,23
Регламентные работы				
10	Автомобиль - подтяжка креплений узлов и агрегатов в моторном отсеке	-	-	0,45
11	Двигатель в сборе - замена масла и масляного фильтра	2-стоечный электрогидравлический подъемник INERTECH (Италия)	2,2 ($t_{под/оп} = 35/35$ с)	0,45
12	Подвеска передняя - проверка углов установки передних колес	Стенд контроля углов установки колес URS 1801	0,380	0,8
13	Блок-фара - проверка силы и регулировка направления пучка света фар (комплект)	Прибор для проверки и регулировки света фар автомобилей НВА 19К	-	0,3
14	Регулировка привода управления коробки передач	-	-	0,15
ВСЕГО			4,43	

Расчет потребления энергии на единицу изделия j -ого вида i -ой операцией производим по формуле, кВт·ч/т:

$$W_{эл} = k_{эл} \cdot P_{эл} \cdot t_{эл}, \quad (4)$$

где: $k_{эл}$ – коэффициент загрузки по мощности агрегата при выполнении i -ой операции изделия j -ого вида;

$P_{эл}$ - мощность агрегата при выполнении i -ой операции изделия j -ого вида, кВт;

$t_{эл}$ - время выполнения i -ой операции изделия j -ого вида, ч/т.

Переводим значения потребленной электрической энергии к единым показателям (МДж), используя энергетические эквиваленты (табл. 2):

Таблица 2 - Энергетические эквиваленты

Наименование	Энергетический эквивалент
Топливо-энергетические ресурсы (МДж/кг)	
Электроэнергия	8,7 МДж/(кВт·ч)
Тепловая энергия	0,0055 МДж/ккал

Рассчитываем энергопотребление всего технологического и вспомогательного оборудования цеха и суммируем все затраченные топливно-энергетические ресурсы основного производства, вспомогательного производства, энергозатраты на создание нормальных условий работы в производственных помещениях и энергоемкость трудозатрат. Результаты расчетов заносим в таблицу 3. В графе 1 указаны виды ресурсов, работ, затрат, которые определяют энергозатраты на исполнение услуг ТО, а также соответствующих показателей энергосбережения. В графе 2 указаны удельные (на единицу данного вида услуги) значения расхода названного ресурса. В графе 4 указаны соответствующие величины составляющих полной энергоемкости, обусловленной затратами названного ресурса. Величина полной энергоемкости технологического процесса ТО (в удельных единицах) определяют как сумму всех составляющих, графа 5. На долю прочих энергозатрат рассчитаны 10 % от общих энергозатрат технологического процесса.

Таблица 3 – Определение фактической технологической энергоемкости ТО-1

Вид топливно-энергетических ресурсов, показателей энергосбережения	Единицы измерения, натуральные единицы (н. е.)	Затраты ресурса, емкость (н.е./ тех.процесс)	Полная энергоемкость ресурса МДж/(н. е.)	Полная энергоемкость технического обслуживания (МДж/тех.процесс)
1	2	3	4	5
3) Энергозатраты в основном производстве: электроэнергия Всего				40,832
В том числе:				
- Стенд для проверки подвески	кВт·ч	1,95	8,7 МДж/(кВт·ч)	16,965
- Стенд проверки генераторов	кВт·ч	0,64	8,7 МДж/(кВт·ч)	5,568
- Роликовый тормозной стенд	кВт·ч	1,856	8,7 МДж/(кВт·ч)	16,147
- Электрогидравлический подъемник	кВт·ч	0,0041	8,7 МДж/(кВт·ч)	0,036
- Стенд контроля углов установки колес	кВт·ч	0,243	8,7 МДж/(кВт·ч)	2,116
Энергозатраты во вспомогательном производстве: -тепловая энергия на обогрев въезжающего в помещение автомобиля	ккал	1204	0,055 МДж/ккал	66,22
4) Энергозатраты на создание нормальных условий работы в производственных помещениях Всего				2474
В том числе:				
-Тепловая энергия:				
Отопление;	ккал	28270	0,055 МДж/ккал	1555
Вентиляция.	ккал	15780	0,055 МДж/ккал	867,914
- Электроэнергия:				
Освещение;	кВт·ч	4,43	8,7 МДж/(кВт·ч)	38,541
Щит вентиляции.	кВт·ч	1,462	8,7 МДж/(кВт·ч)	12,719
5) Полная энергоемкость трудозатрат	чел·ч	4,43	1,26	5,582
6) Прочие энергозатраты	-	-	-	258,639
ВСЕГО				2845

Аналогичным образом рассчитываем значения фактической технологической энергоемкости процессов СО (весеннее, осеннее обслуживание), ЕО, ТО-2 и полученные данные заносим в таблицу 4, графа с индексом 1*.

Ежедневное техническое обслуживание автомобилей может включать в себя процесс мойки автомобилей, а может не включать (по необходимости) в связи с этим энергоемкость технологических процессов ежедневного обслуживания и мойки рассмотрены по отдельности.

Таблица 4 – Значения фактической и нормативной энергоёмкости СО, ЕО, ТО-1, ТО-2, МДж/тех.процесс

Вид технического обслуживания	Энергозатраты в основном производстве		Энергозатраты во вспомогательном производстве		Энергозатраты на создание нормальных условий работы в производственных помещениях		Энергоёмкость трудоzатрат		Прочие энергозатраты		Полная энергоёмкость технического обслуживания одного автомобиля (МДж/тех.процесс)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Сезонное обслуживание (осеннее)	16,5	17,019	66,22	-	1748	1492	3,94	3,94	183,4	151,3	2018	1664
Сезонное обслуживание (весеннее)	5,6	7,069	-	-	725,93	619,69	1,63	1,63	73,31	62,84	806,5	691,2
Ежедневное обслуживание без мойки	-	-	66,22	-	66,88	409,8	1,07	1,07	13,41	41	147,6	451,9
Мойка автомобиля	35,44	10,603	-	-	153,43	929,53	2,45	2,45	19,13	94,26	210,5	1037
Первое техническое обслуживание	40,83	24,088	66,22	-	2474	2112	5,58	5,58	258,63	214,13	2845	2356
Второе техническое обслуживание	55,68	27,242	66,22	-	2798	2338	6,31	6,31	292,6	242	3218	2664
Примечание: 1* - Расчетные данные фактической энергоёмкости; 2* - Расчетные данные нормативной энергоёмкости.												

Далее проводим расчет технологической энергоёмкости с использованием удельных норм расхода энергии. Потребление электроэнергии учитывается по установленной мощности электропотребителей и коэффициенту спроса. Удельные нормы расхода тепла и установленной мощности токоприемников СТОА на 1 рабочий приняты в соответствии с ОНТП 01-91. Результаты расчета нормативной энергоёмкости технологических процессов представлены в таблице 4, графа с индексом 2*.

Для наглядности на рисунке 1 представлена диаграмма полной энергоёмкости технологических процессов фактической и нормативной.

Как видно из рисунка 1, наибольшее количество энергетических ресурсов требуется для выполнения ТО-2 и ТО-1. Сравнивая показатели фактической и нормативной энергоёмкости, следует отметить, что значения фактической существенно преобладают, за исключением технологического процесса ЕО. Так как для расчета нормативной энергоёмкости были использованы усредненные удельные нормы расхода тепла и установленной мощности токоприемников, можно сделать вывод о том, что показатели ОНТП 01-91 не учитывают такие факторы, как:

- различные габаритные размеры помещений для различных технологических процессов: СО, ТО-1, ТО-2 проходят в помещении для ремонта и обслуживания автомобилей (габаритные размеры значительно больше, чем в помещении мойки), а ЕО проводят в помещении мойки автомобилей. Как следствие на отопление, вентиляцию и освещение различных по объёму помещений требуется различное количество тепловой и электрической энергии;

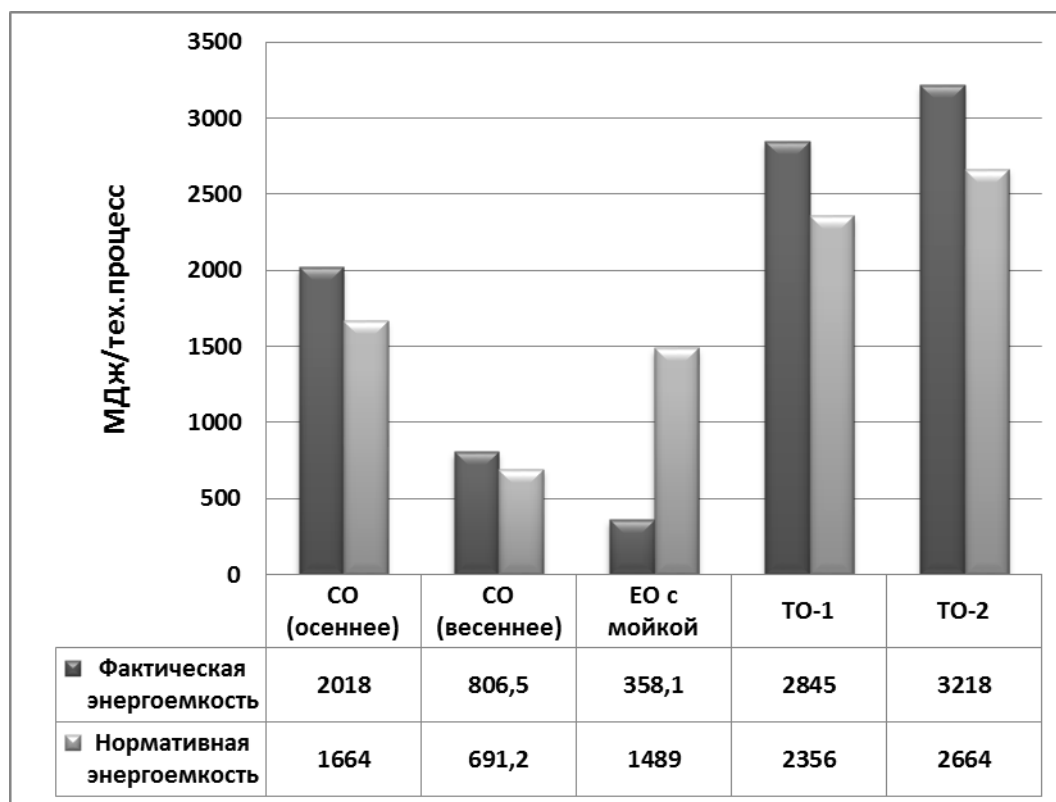


Рисунок 1 – Фактическая и нормативная энергоемкость технологических процессов

- для выполнения различных технологических операций необходимо разнообразное технологическое оборудование со своими показателями установленной мощности (для СО требуется использование электрогидравлического подъемника, пуско-зарядного устройство и стенда проверки генераторов; для ТО-1 необходимы: стенд для проверки подвески, стенд проверки генераторов, роликовый тормозной стенд для легковых автомобилей, электрогидравлический подъемник, стенд контроля углов установки колес). Соответственно и потребляемое количество электроэнергии будет различно;

- особенности подбора оборудования для поддержания оптимальных условий работы в помещения для проведения ТО и ТР (мощность системы вентиляции и освещения на постах ТО и мойки автомобилей).

Энергоемкость всех технологических процессов по степени убывания распределена следующим образом: создание нормальных условий работы в производственных помещениях – 67,2...99 %; вспомогательное производство – 2,25...20 %; основное производство – 0,76...1,89 %; трудозатраты – 0,2...1 %.

Снижение энергоемкости процессов технического обслуживания автомобилей возможно, осуществить, если провести глубокую модернизацию оборудования, зданий и системы теплоснабжения СТОА.

За последние годы, как на федеральном, так и на региональном уровнях приняты законодательные акты, направленные на активизацию процессов энергосбережения. Благодаря этим мерам за последние года в динамике энергоемкости России наблюдались положительные изменения, но совершенно недостаточные, чтобы решить задачу, поставленную в указе президента – снизить энергоемкость на 40 % к 2020 году (по сравнению с 2009 годом).

Таким образом, на основе использования теоретических и фактических данных действующей СТОА определен показатель оценки эффективности технологических процессов обслуживания и ремонта автомобилей – энергоемкость. Этот показатель позволяет объективно оценить результативность работы СТОА и наметить пути снижения энергетических затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Довгялло, А. И. Исследование и оценка энергетической эффективности производственного оборудования [Текст] / А. И. Довгялло, Д. А. Угланов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 54 с.: ил.
2. Ахмеджанов, Р. Ш. Повышение эффективности функционирования предприятий технического сервиса автомобилей: на примере участка приемки-выдачи [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Р. Ш. Ахмеджанов. – М., 2008.
3. Таламанова, О. Н. Энергоемкость, трудоемкость, затратно-энергетическая стоимость технологических процессов как основа оценки эффективности и путей совершенствования работ по производству щебня [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.22 / О. Н. Таламанова. - Санкт-Петербург, 2001.
4. <http://blogs.autoneva.ru/blog/kak-vybrat-avtomobil/380.html> «Самые продаваемые автомобили России на ноябрь 2012» (дата обращения 2.03.2013 г).
5. ГОСТ 51750-2001. Энергосбережение. Методика определения энергоемкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах [Текст].- 24 с.

Сологуб Ирина Васильевна

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»

Адрес: 460018, г. Оренбург ГСП, пр. Победы, 13

Аспирант кафедры «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей», ассистент кафедры «Теплоэнергетика»

Тел.: +7 (3532) 776770

E-mail: Sologub_Irina87@mail.ru

Филатов Михаил Иванович

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»

Адрес: 460018, г. Оренбург ГСП, пр. Победы, 13

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей»

Тел.: +7 (3532) 776770

E-mail: filatovogu@gmail.com

Соколов Виталий Юрьевич

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»

Адрес: 460018, г. Оренбург ГСП, пр. Победы, 13

Канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Теплоэнергетика»

Тел.: +7 (3532) 776770

E-mail: teploosu@mail.ru

Сологуб Владимир Арсентьевич

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»

Адрес: 460018, г. Оренбург ГСП, пр. Победы, 13

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобилей и безопасности движения»

Тел.: +7 (3532) 776770

E-mail: teploosu@mail.ru

I.V. SOLOGUB, M. I. FILATOV, V. YU. SOKOLOV, V. A. SOLOGUB

EVALUATION PROCESS ENERGY INTENSITY TECHNOLOGICAL SERVICE STATION

Evaluation of the effectiveness of the work of the STOA invited to perform with the application of the criterion of energy intensity. The comparative analysis of the actual and normative energy intensity of the technological processes of maintenance service of cars at service stations (city type). Proposed activities, which help to reduce the energy intensity of the processes of technical maintenance of cars, and as a result, a positive influence on the reduction of the cost of services.

Keywords: energy; maintenance and repair; the criterion of energy intensity; technological process.

BIBLIOGRAPHY

1. Dovgyallo, A. I. Issledovanie i otsenka energeticheskoy effektivnosti proizvodstvennogo oborudovaniya [Tekst] / A. I. Dovgyallo, D. A. Uglanov. - Samara: Izd-vo Samar. gos. aerokosm. un-ta, 2007. - 54 s.: il.

2. Akhmedzhanov, R. SH. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya predpriyatiy tekhnicheskogo ser-visa avtomobiley: na primere uchastka priemki-vydachi [Tekst]: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.10 / R. SH. Akhmedzhanov. - M., 2008.

3. Talamanova, O. N. Energoemkost`, trudoemkost`, zatratoemkost` tekhnologicheskikh protsessov kak osnova otsenki effektivnosti i putey sovershenstvovaniya rabot po proizvodstvu shchebnya [Tekst]: dis. ... kand. tekhn. nauk:25.00.22 / O. N. Talamanova. - Sankt-Peterburg, 2001.

4. <http://blogs.autoneva.ru/blog/kak-vybrat-avtomobil/380.html> "Samye prodavaemye avtomobili Rossii na noyabr` 2012" (data obrashcheniya 2.03.2013 g).

5. GOST 51750-2001. Energoberezhenie. Metodika opredeleniya energoemkosti pri proizvodstve produktsii i okazanii uslug v tekhnologicheskikh energeticheskikh sistemakh [Tekst].- 24 s.

Sologub Irina Vasilyevna

FGBOU VPO "Orenburg State University"

Address: 460018, Orenburg GSP, Pobeda, 13

Graduate student "Technical Maintenance and repair of motor vehicles," Assistant Professor "Heat Energy"

Tel.: +7 (3532) 776770

E-mail: Sologub_Irina87@mail.ru

Filatov Mikhail Ivanovich

FGBOU VPO "Orenburg State University"

Address: 460018, Orenburg GSP, Pobeda, 13

Dr. tech. , Professor, Head. Department "Technical Maintenance and repair"

Tel.: +7 (3532) 776770

E-mail: filatovogu@gmail.com

Sokolov Vitaly Yuryevich

FGBOU VPO "Orenburg State University"

Address: 460018, Orenburg GSP, Pobeda, 13

Candidate tech. sciences, Associate Professor, Head. Department of "Power"

Tel.: +7 (3532) 776770

E-mail: teploosu@mail.ru

Sologub Vladimir Arsentievich

FGBOU VPO "Orenburg State University"

Address: 460018, Orenburg GSP, Pobeda, 13

Candidate tech. sciences, Associate Professor of the Department "Car and traffic safety"

Tel.: +7 (3532) 776770

E-mail: teploosu@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

К. С. ЕСИН, А. Л. СЕВОСТЬЯНОВ, С. Н. ФИЛИН

ТРАНСПОРТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР (на примере Орловской области)

В данной статье проанализировано транспортное обеспечение уборки зерновых культур, взаимосвязь коэффициента технической готовности автомобилей и его влияние на сроки уборки зерновых культур.

Ключевые слова: транспортные средства, перевозка зерна, зерновые культуры, уборочно-транспортный процесс, зерноуборочный комбайн, коэффициент технической готовности.

Одной из основных задач сельского хозяйства является производство зерна, которое относится к числу сложных и трудоемких производств. Механизация процессов производства зерна облегчает труд работников сельского хозяйства, особенно при уборке зерновых культур. Уборка зерновых культур - главная и первостепенная операция в производстве зерна. Сроки уборки зерновых культур определяются биологическими особенностями культуры, погодными условиями и характером почвогрунтов. Проводить уборку необходимо своевременно и в сжатые агросроки. Это позволит собрать урожай с наименьшими потерями. При запоздании с уборкой зерновых культур неизбежны значительные невосполнимые потери.

За последние годы наметилась тенденция сокращения общего количества комбайнов в парке, увеличения доли неисправных комбайнов или временно участвующих в уборке зерновых, старение парка комбайнов, увеличение средней нагрузки на комбайн, сроков уборки и соответственно потерь зерна от самоосыпания. По данным Росстата в сравнении с 2000 г. парк комбайнов в Орловской области уменьшился более чем в 3 раза (табл. 1), нагрузка на один действующий комбайн выросла со 175 га до 444 га (в 2,5 раза) (табл. 2) при нормативе 110...120 га.

Таблица 1 - Количество зерноуборочных комбайнов в сельскохозяйственных организациях Орловской области (шт.)

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Кол-во	3873	3805	3590	3197	2818	2273	1978	1561	1415	1244	1207	1207

Таблица 2 - Площадь посевов зерновых культур приходящая на один комбайн (га)

Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Кол-во	175	185	195	173	211	254	251	294	381	445	459	444

Высокая сезонная нагрузка на один комбайн приводит к нарушению агротехнических сроков уборки урожая: в агросрок убирается лишь около 30% полей.

Нарушение агросрока выполнения технологических операций возделывания и уборки урожая зерновых культур существенно сказывается на потерях урожая. Особенно это заметно при уборке ранне- и среднеспелых сортов пшеницы, ячменя.

В среднем превышение установленного в зоне агросрока уборки одновременно созревающих культур на один день приводит к снижению урожая на 0,8...1,3%. Эти потери обусловлены, в основном, недоукомплектованностью парка комбайнов и жаток, как по потребному количеству, так и по суммарной пропускной способности, а так же плохой организацией его использования.

Как было отмечено ранее, ежегодный объем собираемого зерна колеблется от 1500 тыс. тонн до 2400 тыс. тонн (табл. 3). Это зерно необходимо перевести с поля на зернохранилище, часть после переработки перевести на элеватор, часть на зернозаготовительные и перерабатывающие предприятия.

Таблица 3 - Валовой сбор (объёмы перевозки) сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий орловской области (тысяч тонн)

Вид культуры \ Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Зерновые и зернобобовые культуры - всего (в весе после доработки)	1398,1	1614,7	1968,2	1514,2	1580,6	1670,1	1276,8	1353,6	2282,3	2393,1	1507,8	1676,9
Пшеница озимая	654,7	690,4	986,6	418,8	574,8	745	436,6	601,2	1021,2	1281,4	1019,5	859,5
Рожь озимая	93,5	113,4	133,5	102	88,8	79,5	50,9	50,8	89,1	72,8	36,8	20,6
Тритикале озимая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,9	10,7	7,1
Пшеница яровая	109,6	151,1	148	175,7	180,7	146	192,5	130,4	127,8	151,6	101,8	71,1
Ячмень яровой	314,9	487,8	547,9	629,6	564,7	549,6	509	458,3	842,7	690,9	251,2	425
Овес	55	78,3	73,8	71,5	66,9	54,5	35,2	51	75	52,2	29,3	50,3
Кукуруза на зерно	0,3	-	1,2	-	0,1	-	-	2	50,4	25,3	12,1	101,7
Просо	12,2	4,6	2,7	5,2	2	1,1	0,7	0,5	1,4	1,1	0,6	2,2
Гречиха	122,1	35,8	8,5	50,8	41,5	32,3	29,5	38,5	45,1	62,8	17	80,7
Зернобобовые	35,8	53,3	66	60,6	61,6	62,2	22,4	21	29,6	33,1	28,8	58,3
Семена и плоды масличных культур – всего	13,8	7,2	11,8	33,3	25,4	40,4	37,6	29,9	38,2	41,6	48	163
Семена подсолнечника	11,3	4,2	2,9	4,5	3,2	-	0,1	-	0,2	2,4	12,8	65,3
Бобы соевые	0,4	0,03	0,2	0,4	0,7	0,6	0,7	0,8	1,4	4,6	9,9	31,4
Семена рапса (озимого и ярового)	1,8	2,8	8	27,3	21,3	39,8	36,8	29	36,1	33,7	24,5	65

Суммарные затраты на перевозку зерна велики и составляют до 30...40% от общих затрат на производство зерна. Поэтому необходимо очень тщательно пересмотреть и модернизировать процесс организации перевозки зерна.

Проанализировав ситуацию, выделены два основных недостатка транспорта, используемого в сельском хозяйстве – недостаточное количество требуемого для перевозки зерна транспорта и неудовлетворительное состояние данных транспортных средств.

Состояние многих транспортных средств подошло к критическому уровню: более 55% из них эксплуатируется за пределами нормативного срока службы в возрасте более 10 лет (табл. 4), остальная часть приближается к этому сроку.

Таблица 4 – Возрастная структура парка транспортных средств в 2010 году (на конец года, штук)

Грузовые автомобили	Наличие	В % к итогу года
всего	1757	100
в том числе находящиеся в эксплуатации:		
до 2 лет включительно	142	8,1
свыше 2 лет до 5 лет включительно	317	18,05
свыше 5 лет до 8 лет включительно	179	10,2
свыше 8 лет до 10 лет включительно	134	7,6
свыше 10 лет до 13 лет включительно	172	9,8
свыше 13 лет	813	46,25

Во взаимосвязи с этим является коэффициент технической готовности грузовых автомобилей. В организациях Орловской области на протяжении многих лет он остается на очень низком уровне менее 0,6 (табл. 5). Вследствие чего не все, чуть более половины, имеющихся

транспортных средств могут выходить на линию и выполнять поставленную задачу по транспортировке зерна.

Таблица 5 - Коэффициент технической готовности грузовых автомобилей в крупных и средних организациях

Год	2008	2009	2010
Коэффициент технической готовности	0,596	0,578	0,59

Как следствие, существенно ухудшаются показатели безопасности и экономической эффективности работы технических средств, растут ресурсоемкость перевозок и транспортные издержки хозяйств. Поэтому при организации проведения уборочной кампании возникают серьезные трудности в комплектовании уборочно-транспортных комплексов транспортными средствами. Многие хозяйства вынуждены использовать привлеченные транспортные средства, что сразу же увеличивает себестоимость собранного урожая.

Таблица 6 - Посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий орловской области (тысяч гектаров)

Вид культуры \ Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вся посевная площадь	1186,9	1211,3	1211,7	1079,9	1102,9	1079,9	996	957	1025,8	1082,5	1076,5	1083,1
Зерновые и зернобобовые культуры – всего	752,4	791,2	790,9	641,6	711,8	717,8	640,2	629,4	746,9	796,2	781,8	764,7
в том числе:												
озимые зерновые культуры	352,8	313,4	358,3	240	272,8	314,5	199,4	214,9	337,9	407	436,6	387,4
из них:												
пшеница озимая	300	258,6	300,6	189,8	225,5	271,7	167,1	193,5	304,8	370,1	412,9	371,8
рожь озимая	52,9	54,9	57,7	50,2	47,4	42,7	32,3	21,4	33,1	28,9	18,9	11,1
тритикале озимая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4,8	4,5
Яровые зерновые и зернобобовые культуры	399,6	477,7	432,6	401,6	438,9	403,3	440,7	414,5	409	389,2	345,2	377,3
из них:												
пшеница яровая	68,5	73	70,8	72,2	84,1	68,2	91	77	44,6	48,9	64	42,1
ячмень яровой	142,2	195,7	206,8	205,4	229,3	219,9	234,6	235,7	262,9	233,2	139,7	200,5
овес	28	40,5	38,4	29,7	33,1	25,9	26,1	25,8	27,4	22,8	18,9	25,2
кукуруза на зерно	0,3	-	0,2	-	0,2	-	0,01	0,4	10,1	4,4	10,4	14,8
просо	12,6	6,2	3,2	4,3	3	0,8	0,6	0,5	0,8	0,7	0,4	1,6
гречиха	126,5	132,4	75,4	54,8	57,2	55,7	55,4	55,3	49,2	63,5	87,3	62,3
зернобобовые	21,6	29,9	37,7	35,2	32,1	32,7	33,2	19,8	14	15,7	24,5	30,6
Масличные культуры – всего	22,5	12,1	10,7	32,8	30,4	34,1	62,9	50,7	40,2	53,1	67,4	93,9
из них:												
подсолнечник на зерно	18,1	8,5	3,7	7,7	4	0,06	0,06	-	0,1	1,6	9,9	28,2
соя	1	0,2	0,08	0,4	0,7	0,4	0,6	1,4	0,9	4,2	15,5	14,7
рапс (озимый и яровой)	2,4	2,4	5,8	20,3	24	31,7	59,8	46,3	37,4	45,7	39,3	48,1

Как видно из таблицы 6, посевные площади сельскохозяйственных культур за последние 5 лет увеличились почти на 100 тысяч гектар. И в дальнейшем планируется их увеличе-

ние, за счет освоения заброшенных площадей. Соответственно будет увеличена нагрузка на транспортные средства обслуживающие комбайны. Как за счет увеличения валового сбора сельскохозяйственных культур, так и за счет наибольшего удаления посевных площадей от зерноприемных пунктов. Вследствие чего транспортные средства будут больше времени проводить в пути, будут увеличиваться среднесуточные пробеги. Поэтому для своевременного обслуживания одного и того же количества комбайнов потребуется большее количество автомобилей.

Существующие транспортно-технологические средства не в полной мере удовлетворяют требованиям сельского хозяйства по дальнейшему росту производительности труда, устранению вредного воздействия двигателей на почву и снижению расхода топлива при перевозке зерна.

В соответствии с основными положениями «Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», утвержденной Указом президента Российской Федерации от 30.01.2010 №120 приоритетной становится задача обеспечения населения страны безопасной сельскохозяйственной продукцией и продовольствием. Вследствие чего, в том числе, и в Орловской области будут увеличиваться посевные площади под зерновые культуры. За счет грамотной селекции будут выводиться новые сорта зерновых культур, способные давать хорошую урожайность (табл.7) даже при неблагоприятных погодных условиях. За счет этих факторов в ближайшие годы планируется увеличение валового сбора сельскохозяйственных культур. Но с данной сельскохозяйственной техникой убрать данный урожай в агросроки и доставить на зернохранилище будет невозможно. Поэтому необходимо вкладывать инвестиции в приобретение новой инновационной техники, способной производить качественную уборку урожая в любое время суток при различной погоде. Так же необходимо приобретать новые автомобили с большей грузоподъемностью и с меньшим расходом топлива, и соответственно менее пагубно влиять на окружающую среду.

Таблица 7 - Урожайность сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий орловской области (центнеров с одного гектара убранной площади)

Вид культуры \ Год	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Зерновые и зернобобовые культуры - всего (в весе после доработки)	19,3	22,9	27	24,5	23,3	24	24,1	23	31,4	30,7	21,6	22,4
Пшеница озимая	22,1	27,6	32,9	22,7	26	27,6	28,1	31,3	32,4	35,1	25	23,6
Рожь озимая	18	21	23,2	20,7	19,2	18,9	17,4	24,1	27,8	25,4	19,6	18,7
Тритикале озимая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,3	22,4	17,2
Пшеница яровая	17,1	21,4	21,3	25,4	22,2	21,9	24,9	18,7	29,2	31,9	17,7	17,8
Ячмень яровой	24,1	25,7	26,6	31,4	25,5	25,8	25,9	21,1	32,7	29,9	18,8	21,6
Овес	20,1	19,8	19,6	24,6	21	22,1	18,1	20,3	27,8	24	17,9	20,2
Кукуруза на зерно	19,8	-	57,6	-	8,3	-	-	52,9	56,2	57,7	23,7	71,9
Просо	11,2	9,1	10,4	12,3	12,2	17,7	18,9	13,2	21,8	20,2	17,3	16
Гречиха	10,1	5,3	5	10,4	8,9	6,7	7,7	8,2	10,3	10,4	4,9	13,3
Зернобобовые	17,7	18,1	17,8	18,3	21	19,8	16,7	13,1	22,4	23,2	14,9	19,3
Семена и плоды масличных культур – всего	7,8	7,3	11,6	12,6	9,3	13,8	9,6	12,9	10,9	8,3	9,3	19,9
Семена подсолнечника	7,5	6	9,2	9,9	9	1,2	13,4		15,4	14,9	14,2	23,8
бобы соевые	5,7	6,4	20,9	11,1	13,2	13,7	15,2	6,8	15,9	11,1	9,4	21,7
Семена рапса (озимого и ярового)	13	12,3	13,9	14,8	9,5	13,9	9,5	13,2	10,8	7,9	8,1	17

Рекомендации:

- повысить коэффициент технической готовности грузовых автомобилей, за счет усовершенствования материально-технической базы организаций, что приведет к большому количеству исправных транспортных средств;
- совершенствовать организацию проведения уборочно-транспортного процесса, тем самым уменьшить время простоя комбайнов в ожидание транспортных средств;
- приобретать новые современные грузовые автомобили, способствующие ускорить процесс перевозки зерновых культур с меньшими потерями, как зерна, так и времени, менее вредно воздействующие на окружающую среду и здоровье водителей, позволяющие водителям при более комфортабельных условиях производить перевозку сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устинова, Т. П. Наличие техники и энергетических мощностей в сельскохозяйственных организациях Орловской области на 1 января 2012 года [Текст]: Стат.Сб/Орелстат / Т. П. Устинова. - Орел, 2012. - 26 с.
2. Устинова, Т. П. Сельское хозяйство Орловской области [Текст]: Стат.Сб/Орелстат / Т. П. Устинова. - Орел, 2012. - 168 с.
3. Устинова, Т. П. Транспорт Орловской области (с аналитическим материалом) [Текст]: Стат.Сб/Орелстат / Т. П. Устинова. - Орел, 2012. - 60 с.

Есин Константин Сергеевич

ФГБОУ ВПО «Государственный Университет – УНПК»
Адрес: г. Орел, ул. Московская, д.77, ауд. 312
Аспирант кафедры “Сервис и ремонт машин”
Тел.: +7 (9192) 032999
E-mail: sewostya@list.ru

Севостьянов Александр Леонидович

ФГБОУ ВПО «Государственный Университет – УНПК»
Адрес: г. Орел, ул. Московская, д.77, ауд. 312
Канд. техн. Наук, доцент кафедры “Сервис и ремонт машин”
Тел.: +7 (9200) 849977
E-mail: sewostya@list.ru

Филин Сергей Николаевич

ФГБОУ ВПО «Государственный Университет – УНПК»
Адрес: г. Орел, ул. Московская, д.77, ауд. 312
Аспирант кафедры “Сервис и ремонт машин”
Тел.: +7 (9155) 052044
E-mail: sewostya@list.ru

K. S. YESIN, A. L. SEVOSTYANOV, S. N. FILIN

TRANSPORTATION SECURITY AGRICULTURE COMPLEX FOR CLEANING GRAIN (example of the Orel region)

In this article transport service of harvest of grain crops, interrelation of coefficient of technical readiness of cars and its influence on terms of harvest of grain crops is analysed.

Keywords: *vehicles, grain transportation, grain crops, harvest and transport process, combine harvester, coefficient of technical readiness.*

BIBLIOGRAPHY

1. Ustinova, T. P. Nalichie tekhniki i energeticheskikh moshchnostey v sel'skokhozyaystvennykh organizatsiyakh Orlovskoy oblasti na 1 yanvaryaya 2012 goda [Tekst]: Stat.Sb/Orelstat / T. P. Ustinova. - Orel, 2012. - 26 s.
2. Ustinova, T. P. Sel'skoe khozyaystvo Orlovskoy oblasti [Tekst]: Stat.Sb/Orelstat / T. P. Ustinova. - Orel, 2012. - 168 s.

3. Ustinova, T. P. Transport Orlovskoy oblasti (s analiticheskim materialom) [Tekst]: Stat.Sb/Orelstat / T. P. Ustinova. - Orel, 2012. - 60 s.

Esin Konstantin Sergeevich

FGBOU VPO "State University - UNPK"
Address: Eagle Street. Moscow, 77, Rm. 312
Graduate student of "Service and repair of machinery"
Tel.: +7 (9192) 032999
E-mail: sewostya@list.ru

Sevostianov Alexander Leonidovich

FGBOU VPO "State University - UNPK"
Address: Eagle Street. Moscow, 77, Rm. 312
Candidate tech. sciences, Assistant professor of "Service and repair of machinery"
Tel.: +7 (9200) 849977
E-mail: sewostya@list.ru

Filin Sergei Nikolaevich

FGBOU VPO "State University - UNPK"
Address: Eagle Street. Moscow, 77, Rm. 312
Graduate student of "Service and repair of machinery"
Tel.: +7 (9155) 052044
E-mail: sewostya@list.ru

**Вашему вниманию представляется учебное пособие
«АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЗАПРАВочНЫЕ СТАНЦИИ
И КОМПЛЕКСЫ»**

**авторов: д-ра техн. наук, профессора А.Н. Новикова
и канд. техн. наук А. Л. Севостьянова**

В пособии приведены основные характеристики автозаправочных станций, рассмотрены вопросы технической эксплуатации автозаправочных станций, их территориального размещения, экологической и пожарной безопасности, а также ремонта технологического оборудования автозаправочных станций.

*Оригинал-макет данного издания является собственностью ФГОУ ВПО «Государственный университет-УНПК»,
302030, г. Орел, ул. Московская, 65
www.gu-unpk.ru*

Э. Г. КУЗНЕЦОВ, Л. А. САВИН

ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В РАБОЧЕМ ЗАЗОРЕ ГАЗОЗАТВОРНОГО ИМПУЛЬСНОГО ТОРЦОВОГО УПЛОТНЕНИЯ

Предложена модель течения затворного газа в торцовом зазоре бесконтактного затворного уплотнения и её применение в численном решении уравнения смазки Рейнольдса для нахождения распределения давления в зазоре.

Ключевые слова: газозатворное импульсное торцовое уплотнение, метод граничных элементов, уравнение смазки Рейнольдса.

В настоящее время в насосном оборудовании химических производств всё широко применяются газовые «сухие» бесконтактные торцовые уплотнения. В работе представлены результаты экспериментальных исследований, модель течения газа и алгоритм численного моделирования поля давления в рабочем зазоре газозатворного уплотнения, которое использует импульсный принцип создания газовой плёнки в торцовом зазоре (рис. 1) [1]. Предметом исследований является изучение влияния геометрии рабочих поверхностей торцовых колец на рабочий процесс уплотнения.

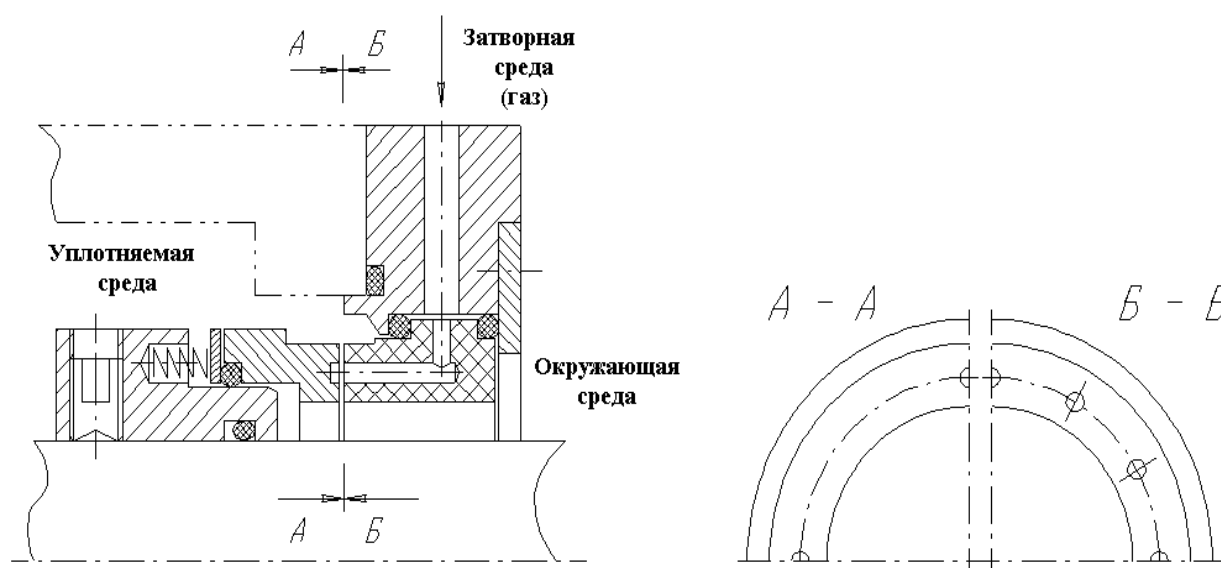


Рисунок 1 - Конструкция газозатворного импульсного уплотнения

Цель экспериментальных исследований состоит в изучении распределения поля давления затворного газа в торцовом зазоре газозатворного импульсного торцового уплотнения (ГЗИТУ). В результате исследований изучено влияние режимных параметров на изменение эпюры давления затворного газа в камерах в зазоре между камерами [2, 3]. Данные исследований показывают, что при неизменной величине перепада между затворным и уплотняемым давлениями с ростом частоты вращения ротора или величины уплотняемого давления амплитуда колебаний давления затворного газа в камерах и в пространстве между ними уменьшается (рис. 2). Увеличение перепада между уплотняемым и затворным давлениями приводит к увеличению амплитуды давления в камерах и между камерами, что может стать причиной прорыва уплотняемой среды через торцовый зазор. Применение кольца с меньшим количеством камер позволяет снизить амплитуду давления в камерах при одинаковых рабочих параметрах.

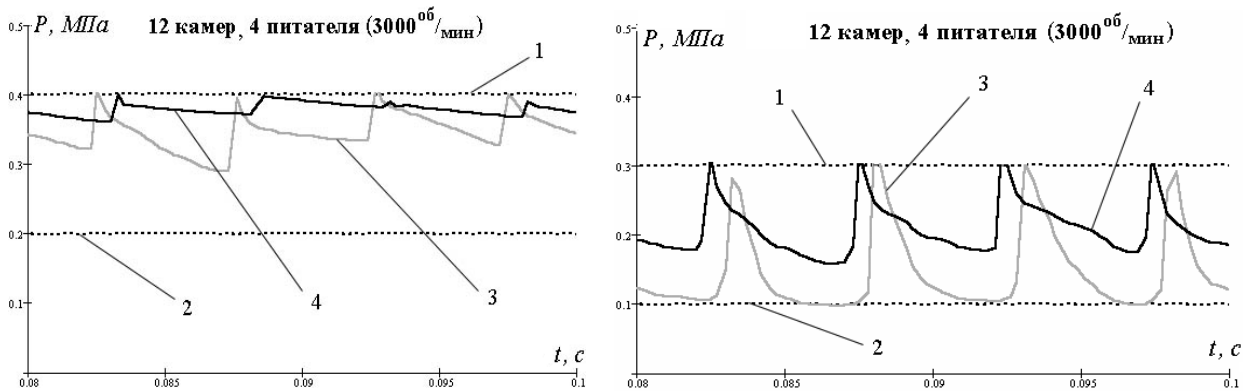


Рисунок 2 - Осциллограммы изменения давления в зазоре
 1 – давление затворной среды; 2 – давление уплотняемой среды;
 3 – давление в пространстве между камерами; 4 – давление в камерах

Полученные экспериментальные данные показывают, что при достаточно большом количестве камер (т.е. когда окружное расстояние между соседними камерами значительно меньше протяжённости самих камер) работа ГЗИТУ хорошо описывается традиционной математической моделью для жидкостных импульсных уплотнений, адаптированной для газовых сред. При использовании в уплотнении колец с уменьшенным количеством камер, разделённых длинными межкамерными промежутками, в математической модели ГЗИТУ [4] необходимо учитывать окружные течения газа и распределение давления в пространстве между камерами. Учёт перечисленных факторов возможен путём численного решения задачи нахождения распределения давления в газовом слое, заключённом между торцовыми кольцами уплотнения.

Для нахождения распределения давления затворного газа $p(y, z)$ в рабочем зазоре рассмотрено уравнение смазки Рейнольдса:

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(\rho x^3 \frac{\partial p}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\rho x^3 \frac{\partial p}{\partial z} \right) = 6\mu \frac{\partial (pxU)}{\partial y} + 12\mu \frac{\partial (px)}{\partial t},$$

где: p – давление;

x – толщина газового слоя;

U – скорость движения одной из поверхностей, ограничивающих смазочный слой;

ρ – плотность;

μ – вязкость газа.

Решение этого уравнения выполнено современным численным методом граничных элементов [5, 6]. Согласно сути применяемого метода исходная краевая задача для уравнения Пуассона в частных производных приводится к интегральному уравнению по границе исследуемой области. В общем виде интегральное уравнение для области с границей Γ имеет вид:

$$c(\xi)P(\xi) + \int_{\Gamma} P(\eta) q^*(\xi, \eta) d\Gamma(\eta) = \int_{\Gamma} q(\eta) P^*(\xi, \eta) d\Gamma(\eta) - \int_{\Omega} W(y) P^*(\xi, \eta) d\Omega(\eta),$$

где: ξ – произвольная точка на границе области;

$c(\xi)$ – функция, учитывающая особенности, возникающие при интегрировании по границе области;

$P^*(\xi, \eta) = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{1}{r}$ – фундаментальное решение уравнения Лапласа для двумерного слу-

чая;

$$q^*(\xi, \eta) = \frac{\partial P^*(\xi, \eta)}{\partial n(\eta)};$$

r – расстояние между точками ξ и η на границе области;

$$W(y) = 6\mu \left(\frac{1}{\kappa} + 1 \right) \frac{\partial}{\partial y} \left(U p^{\frac{1}{\kappa}} x \right).$$

В качестве области для определения поля давления смазки выбран объём газа на участке торцового зазора ГЗИТУ, ограниченном наружным и внутренним радиусами торцовых колец и радиальными секущими, проходящими через середины соседних камер. В ходе решения граница области разбивается на отдельные элементы, на каждом из которых задаются граничные условия типа Дирихле – значение давления P . Численное интегрирование по границе выполняется методом механических квадратур Гаусса.

Величина торцового зазора x находится следующим итерационным методом: в ходе последовательных вычислений определяется такая величина x , при которой под действием сил, действующих с тыльной стороны и со стороны торцовой щели, аксиально-подвижное кольцо уплотнения занимает равновесное положение [4]. При задании граничных условий в местах расположения камер необходимо знать закон изменения давления в каждой из камер.

Скорость изменения давления в камерах зависит от проводимости участков торцового зазора. Во время работы газ попадает в камеру через питающий канал и торцовый зазор из соседних камер, а вытекает из камеры через торцовый зазор в уплотняемую полость насоса и в область за уплотнением. Таким образом, количество (массу) накопленного в камере газа можно определить по зависимости

$$m_2(t) = m + \Delta m_{12}(t) - \Delta m_{23}(t) - \Delta m_{24}(t),$$

где: $m_2(t)$ – количество газа в камере;

m – количество газа, сообщённого камере питающим каналом;

$m_{22}(t)$ – количество газа, перетекающего в камеру через торцовый зазор из соседней камеры;

$m_{23}(t)$ и $m_{24}(t)$ – количество газа, вытекающего из камеры в уплотняемую полость насоса и в область за уплотнением соответственно.

Тогда, изменение количества газа в камере с течением времени можно определить по формуле:

$$\frac{\Delta m(t)}{\Delta t} = Q_{12}(t) - Q_{23}(t) - Q_{24}(t),$$

где: $Q_i(t)$ – массовый расход перетекающего газа.

Переходя к выражению расходов через проводимости g_i торцовых каналов и действующие давления p_i , можно записать:

$$\frac{dm}{dt} = g_{12}(p_1^2 - p_2^2) - g_{23}(p_2^2 - p_3^2) - g_{24}(p_2^2 - p_4^2). \quad (1)$$

Перейдя к функции давления ($pV = \frac{m}{\mu}RT$) и введя коэффициенты для объединения постоянных величин, (1) можно переписать в виде:

$$\gamma \frac{dp_2}{dt} = -p_2^2 + \theta^2, \quad (2)$$

где: $\gamma = \frac{V\mu}{RT} \cdot \frac{1}{g_{12} + g_{23} + g_{24}};$
 $\theta = \sqrt{\frac{g_{12}p_1^2 + g_{23}p_3^2 + g_{24}p_4^2}{g_{12} + g_{23} + g_{24}}};$

p_1, p_2, p_3, p_4 – давления соответственно в питающем канале, в камере, в полости насоса и в области за уплотнением.

Интегрируя (2) по времени получают:

$$\ln\left(\frac{p_2 - \theta}{p_2 + \theta}\right) = -\frac{2\theta}{\gamma}t + \ln(C).$$

Постоянная интегрирования C определяется из граничных условий: при $t = 0$ (в момент времени, когда питающий канал отсоединился от камеры):

$$C = \frac{p_{2\max} - \theta}{p_{2\max} + \theta} = \frac{p_1 - \theta}{p_1 + \theta}.$$

Окончательно выражение для задания величины остаточного после сообщения с питающим каналом давления в камере для заданного момента времени t имеет вид:

$$p_2(t) = \theta \left(\frac{1 + C e^{-\frac{2\theta}{\gamma}t}}{1 - C e^{-\frac{2\theta}{\gamma}t}} \right).$$

Применение приведенной модели истечения газа из камер позволяет качественно повысить точность определения эпюры давления в рабочем зазоре ГЗИТУ по сравнению с методом физической аналогии [7].

С помощью данной модели методом граничных элементов определено распределение поля давления в рабочем зазоре ГЗИТУ. На рисунке 3 представлена визуализация результатов численного решения уравнения Рейнольдса и моделирования найденного поля давления в рабочем зазоре уплотнения. Здесь оттенками серого обозначены уровни давления в секторе зазора между кольцами с 12 камерами и 4 питающими каналами.

Приведенный алгоритм численного нахождения поля давления позволяет находить несущую способность газовой плёнки в рабочем зазоре ГЗИТУ, определять основные характеристики уплотнения и проводить численные исследования распределения давления газа в зазоре ГЗИТУ с целью проверки работы уплотнения с точки зрения проникновения уплотняемой среды через участки торцового зазора между отдельными камерами, не прибегая к натурным экспериментам.



Рисунок 3 - Визуализация поля давления в рабочем зазоре ГЗИТУ

Таким образом, описанный численный метод позволил уточнить математическую модель газозатворного импульсного уплотнения [6] путём учёта окружающих течений затворного газа в рабочем зазоре. Интервал частот вращения вала, в котором уточнённая методика расчёта характеристик ГЗИТУ проверена экспериментом, находится в границах до 3000 об/мин; диапазон давлений затворной и уплотняемой сред – до 0,6 МПа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент России № 2159374 (приоритет от 10.01.1999 г.), 2000 г.
2. Кузнецов, Э. Г. Исследование расходных характеристик торцевого затворного импульсного уплотнения [Текст] / Э. Г. Кузнецов, Л. А. Савин // Известия ОрелГТУ №5(283)2010, Сер. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2010 – С.9-13.
3. Кузнецов, Э. Г. Экспериментальные исследования поля давления в торцевом зазоре импульсного газозатворного уплотнения [Текст] / Э. Г. Кузнецов, Л. С. Ушаков // Ударно-вибрационные системы, машины и технологии: материалы IV международного научного симпозиума. – Орел: ОрелГТУ, 2010 – 384с.
4. Кузнецов, Э. Г. Расчет статических характеристик газозатворного торцевого уплотнения импульсного типа [Текст] / Э. Г. Кузнецов // Известия ОрелГТУ №4(282)2010, Сер. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2010 – С. 28-35.
5. Бреббия, К. Методы граничных элементов [Текст] / К. Бреббия, Ж. Телес, Л. Вроубел. - пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 524 с., ил.
6. Кузнецов, Э.Г. Определение поля давления в смазочном слое торцевого газозатворного уплотнения импульсного типа [Текст] / Э. Г. Кузнецов, Л. А. Савин, Л. С. Ушаков // Ударно-вибрационные системы, машины и технологии: материалы IV международного научного симпозиума. – Орел: ОрелГТУ, 2010 – 384 с.
7. Исследование давления в рабочем зазоре газозатворного импульсного торцевого уплотнения [Текст] // Эффективность и качество в машиностроении и приборостроении. – Орел: ОрелГТУ, 2010 – 200 с.

Кузнецов Эдуард Геннадьевич

Сумской государственный университет, Украина, г. Сумы
 Адрес: 40007, г. Сумы, ул. Римского-Корсакова, д.2
 Ассистент кафедры компьютерных наук
 Тел.: +38 (0542) 719590, +38 (093) 27570 -27
 E-mail: ed-kuznets@mail.ru

Савин Леонид Алексеевич

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»
 Адрес: 302020, г.Орёл, Наукорское шоссе, 29, каб. 110
 Д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой "Мехатроника и международный инжиниринг"
 Тел.: +7 (4862) 419885
 E-mail: savin@ostu.ru

E. G. KUZNETSOV, L. A. SAVIN

NUMERICAL MODEL GAS-FLOW IN THE GAPGAZOTVORNOGO PULSE FACE SEALS

The model of a flow of barrier gas in a face gap of contactless barrier seal and its application in the numerical method solving of the equation of Reynolds for finding the distribution of pressure in a gap is offered.

Keywords: *gas-barrier pulse face seal, method of boundary elements, equation of greasing of Reynolds.*

BIBLIOGRAPHY

1. Patent Rossii № 2159374 (prioritet ot 10.01.1999 g.), 2000 g.
2. Kuznetsov, E. G. Issledovanie raskhodnykh kharakteristik tortseвого zatvornogo impul'snogo uplotneniya [Tekst] / E. G. Kuznetsov, L. A. Savin // Izvestiya OrelGTU №5(283)2010, Ser. Fundamental'nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. - 2010 - S.9-13.
3. Kuznetsov, E. G. Eksperimental'nye issledovaniya polya davleniya v tortsevom zazore impul'snogo gazozatvornogo uplotneniya [Tekst] / E. G. Kuznetsov, L. S. Ushakov // Udarno-vibrotsionnye sistemy, mashiny i tekhnologii: materialy IV mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma. - Orel: OrelGTU, 2010 - 384s.
4. Kuznetsov, E. G. Raschet staticheskikh kharakteristik gazozatvornogo tortseвого uplotneniya impul'snogo tipa [Tekst] / E. G. Kuznetsov // Izvestiya OrelGTU №4(282)2010, Ser. Fundamental'nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. - 2010 - S. 28-35.
5. Brebbiya, K. Metody granichnykh elementov [Tekst] / K. Brebbiya, Zh. Teles, L. Vroubel. - per. s angl. - M.: Mir, 1987. - 524 s., il.
6. Kuznetsov, E.G. Opredelenie polya davleniya v smazochnom sloe tortseвого gazozatvornogo uplotneniya impul'snogo tipa [Tekst] / E. G. Kuznetsov, L. A. Savin, L. S. Ushakov // Udarno-vibrotsionnye sistemy, mashiny i tekhnologii: materialy IV mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma. - Orel: OrelGTU, 2010 - 384 s.
7. Issledovanie davleniya v rabochem zazore gazozatvornogo impul'snogo tortseвого uplotneniya [Tekst] // Effektivnost' i kachestvo v mashinostroenii i priborostroenii. - Orel: OrelGTU, 2010 - 200 s.

Kuznetsov Eduard Gennadevich

Sumy State University

Adress: 40007, Sumy, Rimskogo-Korsakova str, 2

Assistant of Department of computer science

Tel.: +38 (0542) 719590, +38 (063) 3850538

E-mail: ed_kuznets@mail.ru

Savin Leonid Alekseevich

FGBOU VPO «State University – UNPK»

302020, Oryol, Naugorskoye Highway, 29, room 110

Doctor of sciences, Professor, Head of Department of Mechatronics and International Engineering

Tel.: +7 (4862) 419885

E-mail: savin@ostu.ru

**Вашему вниманию представляется учебное пособие
«ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА
СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ»
под редакцией канд. техн. наук, доц. Н. А. Давыдова**

В пособии приведены основные положения по формированию предприятий автомобильного транспорта как основы производственно-технической инфраструктуры сервисного обслуживания автомобилей. Рассмотрены методики технологического расчета станций технического обслуживания, автозаправочных станций и автостоянок. Отражены особенности формирования производственно-технической базы автотранспортных предприятий. Уделено внимание оснащению предприятий технологическим оборудованием, его конструкции, работе, размещению и обслуживанию.

*Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия»
www.academia-moscow.ru*

УДК 650 (075)
К28

А. В. КАСЬЯНОВ, В. А. КАСЬЯНОВ

ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОФОРСИРОВАННЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Для карьерных самосвалов грузоподъемностью до 250 т и более применяются двигатели внутреннего сгорания мощностью до 2000 кВт. Для железнодорожного транспорта необходимы дизельные двигатели до 4500 кВт. Для водного транспорта ограничений нет, чем больше мощность, тем лучше. Чем больше уровень форсирования двигателей, тем меньше их габариты, вес, стоимость и большая эксплуатационная экономичность транспортных средств на, которых они установлены.

Ключевые слова: *дизельный двигатель; среднее эффективное давление; увеличение мощности в два раза; отработанный положительный рабочий процесс; исследование температуры основных деталей цилиндра; нет сомнений внедрения в производство, надежность конструкции; одноцилиндровый отсек; дизель размерности ЧН26/26.*

В производстве в основном применяются двигатели со средним эффективным давлением 1,0...1,6 МПа, в редких случаях, до 2,0 МПа. Это давление характеризует степень использования объема цилиндров двигателя. Наибольшее применение получили четырехтактные двигатели, у которых рабочий цикл осуществляется за четыре хода поршня: заполнение цилиндра воздухом – ход поршня от верхней мертвой точки (ВМТ) к нижней мертвой точке (НМТ); сжатие воздуха – ход поршня от НМТ к ВМТ, подача топлива в цилиндр и его сгорание с последующим расширением – ход поршня от ВМТ к НМТ; выпуск отработавших газов – ход поршня от НМТ к ВМТ.

Для увеличения мощности двигателя применяются агрегаты наддува цилиндров с большим давлением воздуха, чем в окружающей среде в 2, 3 и более раз. Чем больше его давление, тем больше можно подать в цилиндр топлива, что обеспечивает соответствующее увеличение мощности двигателя.

Наши работы проводились с целью создания более высокофорсированных дизелей, чем применяются в настоящее время в производстве.

Для проведения опытно-конструкторских работ в этом направлении были проведены необходимые расчетные и экспериментальные исследования на четырехтактном отсеке размерности 4ЧН 26/26. Для возможности более полного использования оборудования внешней нагрузки и возможности обеспечения давлением воздуха от заводской магистрали, при форсировании отсека до среднего эффективного давления, принятого нами до 4,0 МПа, применялся только один цилиндр. Частота вращения коленчатого вала была принята, равной серийному двигателю, т.е. от 300 до 1000 об/мин. Работа проводилась на Пензенском дизельном заводе под руководством авторов этой статьи. В серийном производстве на этом заводе применялись восьмицилиндровые варианты дизелей, которые являлись одной из модификаций дизеля 16ЧН 26/26 Коломенского тепловозостроительного завода.

За рубежом максимальная величина среднего эффективного давления, в единичных вариантах, составляет 3,6 МПа (Франция, Япония), но не было создано ни одной установки, по результатам которой можно было бы передать этот уровень в серийное производство, по причине невозможности обеспечения их надежности.

Для проведения исследований было обращено основное внимание на конструкцию формы камеры сгорания в поршне, подбор топливной аппаратуры, степени сжатия воздуха в цилиндре, расход воздуха и параметры, соответствующие работе развернутого двигателя. К ним относятся: давление газов и воздуха во впускном и выпускном коллекторе двигателя; коэффициент полезного действия турбокомпрессора; степень сжатия.

Было обращено также особое внимание на температурное состояние крышки и гильзы цилиндра и поршня. Измерение температур и на гильзе и крышке цилиндров производилось с помощью термопар через постоянные контакты, а на поршне – через подвижные контакты на нем и неподвижные на гильзе цилиндров. Необходимо было получить надежные данные, определяющие экономичность и надежность работы двигателя по расходу топлива, температурам деталей, участвующих в рабочем процессе и оптимальность величины степени сжатия, от которой зависит максимальное давление газов в цилиндрах.

Вопрос качества процесса сгорания топлива, в первую очередь, обрабатывался на отсеке 1ЧН26/26. При $P_e = 3,2...4,0$ МПа для одного цилиндра применялись два топливных насоса высокого давления диаметром 18,5 мм.

В результате проведенной работы было получено уменьшение разницы продолжительности сгорания от длительности подачи топлива от $30...40^\circ$ до $0...10^\circ$, независимо от степени сжатия. Этот результат получен в основном за счет формы камеры сгорания и подбора топливной аппаратуры, что распространялось на весь диапазон среднего эффективного давления от $P_e = 1,45$ до 4,0 МПа. Период задержки воспламенения с уменьшением степени сжатия от 12,5 до 8 увеличивался от $10...15$ до $13...20^\circ$ поворота коленчатого вала (пкв).

На рисунке 1а показано изменение параметров процесса сгорания, характерного для всего исследуемого диапазона изменения среднего эффективного давления. Они получены при обработке индикаторных диаграмм, снятых с работающего отсека. Полученные диаграммы сохранены.

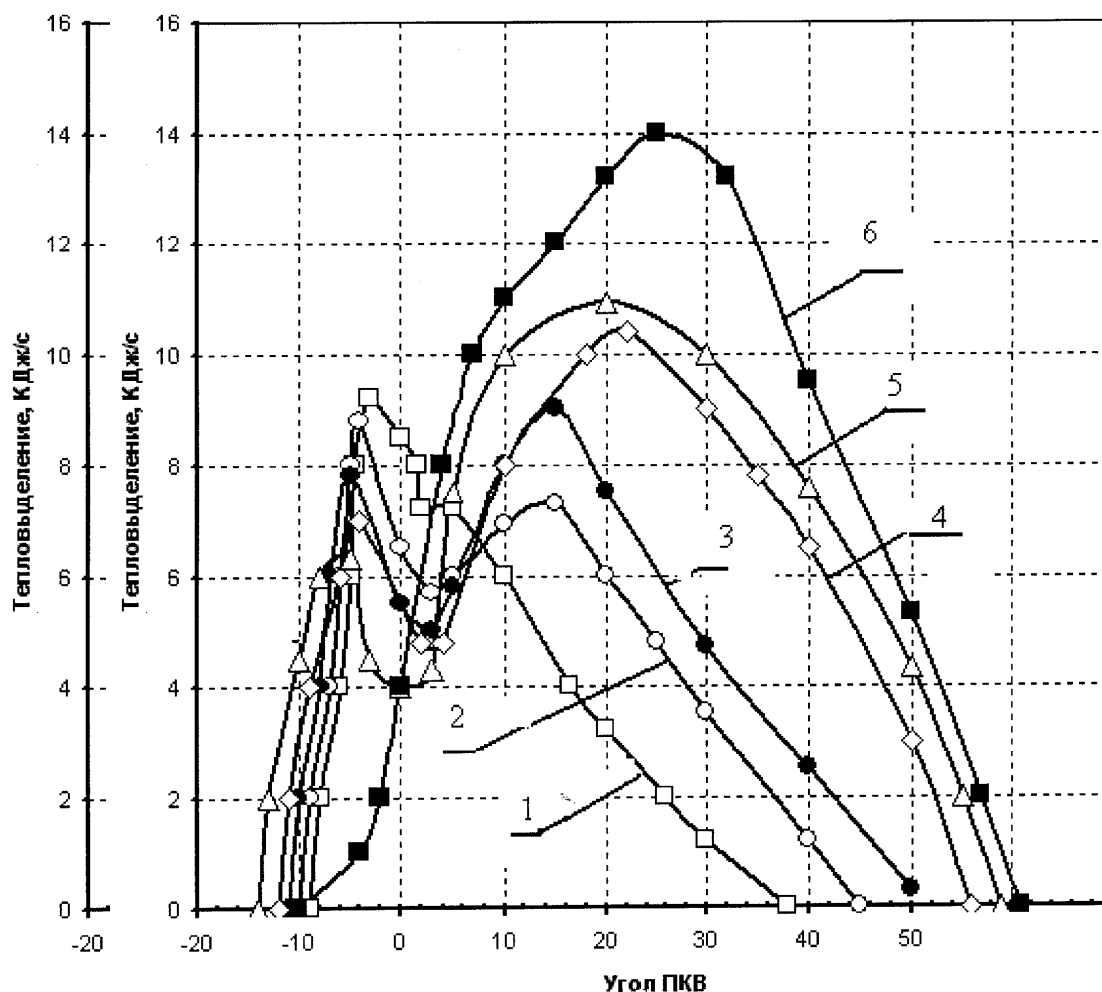


Рисунок 1а - Диаграмма динамики выделения тепла при сгорании топлива в цилиндре отсека 1ЧН26/26 на режимах нагрузочной характеристики с изменением среднего эффективного давления (P_e) от 1,4 до 4,0 МПа при частоте вращения коленчатого вала (α°) 800 об/мин:

1 – $Pe = 1,4 \text{ Мпа}$; 2 – $Pe = 1,9 \text{ МПа}$; 3 – $Pe = 2,4 \text{ МПа}$;
4 – $Pe = 3,2 \text{ МПа}$; 5 – $Pe = 3,6 \text{ МПа}$; 6 – $Pe = 4 \text{ МПа}$

При уровне форсирования двигателя с $Pe = 2,4 \dots 4,0 \text{ МПа}$ сгорание топлива происходило с первоначальным плавным нарастанием и постепенным спадом выделения тепла в течение $50 \dots 63^\circ$ пкв. с соответствующим нарастанием давления в цилиндре. При таком характере выделения тепла износ деталей и внешний шум уменьшался. Это подтверждено испытанием отсека серийного дизеля размерности ЧН 32/33, который был установлен рядом с отсеком ЧН 26/26.

Его уровень форсирования по среднему эффективному давлению от 1,0 до 2,18 МПа (360 кВт в одном цилиндре) Шум его работы был характерен для воздушного молота. По заключению междуведомственной комиссии, следует увеличить его мощность до 550 кВт в одном цилиндре, а это мощность 3300 кВт ($Pe = 3,27 \text{ МПа}$) двигателя в шестицилиндровом исполнении. Этот пример приведен для того, чтобы было понятно, что нет смысла бояться высоких уровней форсирования дизельных двигателей.

При проведении экспериментальных исследований на частоте вращения коленчатого вала 700 об/мин и степени сжатия $\varepsilon = 8$ выяснено, что при $Pe = 1,45 \text{ МПа}$ в первоначальный момент происходит резкий рост выделения тепла от сгорания топлива, дальнейшее сгорания основной порции топлива, происходит при меньшей величине тепловыделения примерно в 2,0 раза. При $Pe = 3,5 \text{ МПа}$ выделение тепла происходит пропорционально величине подачи топлива в цилиндр с самого начала его подачи и, практически не отклоняется до самого ее конца. На рисунке 16, для наглядности, диаграммы давления топлива перед форсункой и началом сгорания топлива совмещены между собой на величину задержки воспламенения (10°).

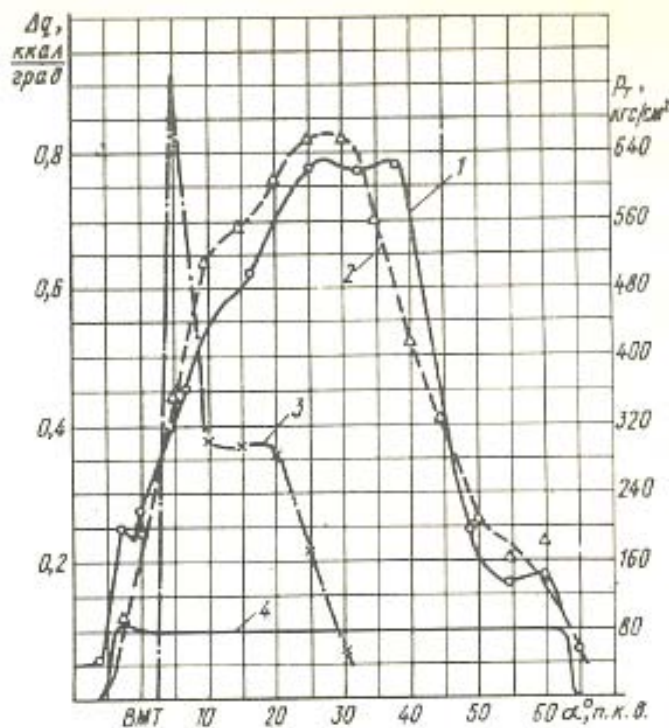


Рисунок 16. Изменение параметров подачи топлива и его сгорания при $Pe = 1,4$ и $3,5 \text{ МПа}$:

1 – давление топлива перед форсункой при $Pe = 3,5 \text{ МПа}$; 2 – скорость выделения тепла при $Pe = 3,5 \text{ МПа}$;
3 – скорость выделения тепла при $Pe = 1,45 \text{ МПа}$; 4 – подъем иглы при $Pe = 3,5 \text{ МПа}$

При сравнении диаграмм подачи топлива и процесса сгорания видно, что продолжительность их по углу поворота коленчатого вала при среднем эффективном давлении в цилиндре двигателя $P_e = 3,5$ МПа топлива практически равны, т.е. получен управляемый процесс сгорания. И это характерно для всех режимов со средним эффективным давлением от 2,4 до 4,0 МПа

Следовательно, если уменьшить длительность подачи топлива в 1,5 раза, то и сгорание его уменьшится на эту же величину. Это и нужно для обеспечения удовлетворительного процесса сгорания и соответственно экономичности работы двигателя на высоких уровнях его форсирования и при приемлемом температурном состоянии деталей цилиндропоршневой группы, которое широко применяется в дизелестроении на тракторных двигателях. В настоящее время широко применяются в практике дизелестроения максимальное давление сгорания в цилиндрах двигателей 23 – 25 МПа, то есть в 1,6 раза больше, чем в проведенных испытаниях и это уже не является пределом для промышленного производства.

При испытании отсека в течение двух лет при доводке рабочего процесса и проведении длительных исследований температурного состояния основных деталей его повреждения их не наблюдалось.

Необходимо отметить, что ограничением в форсировании двигателя являлось то, что двигатель был спроектирован до максимального давления 15 МПа.

Для изучения изменения исследуемых параметров по величине степени сжатия, максимальному давлению в цилиндре и длительности процесса сгорания, применена теория планирования многофакторного эксперимента. Полученные универсальные зависимости относительного изменения расхода топлива в зависимости от P_e , ε и P_z (ε – изменение степени сжатия), представленные на рисунке 2.

По этим данным можно определить оптимальность применения величины степени сжатия для различных уровней форсирования двигателя по среднему эффективному давлению. В расчетную схему рабочего процесса двигателя были заложены данные действительного процесса сгорания топлива, полученные на отсеке 1ЧН 26/26 при принятых ранее форсированиях с $P_e = (2,4$ и $4,0)$ МПа. и степени сжатия 8, 9, 10 и 11,4.

Для каждого значения P_e производился расчет относительного изменения индикаторного расхода топлива при различных степенях сжатия и углах начала сгорания топлива, обеспечивающих изменение P_z от 7 до 20 МПа. Длительность сгорания топлива φ_c принималась 65° пкв на основании данных экспериментальных исследований и 45° – пропорционально изменению ее продолжительности. Первоначально, коэффициент избытка воздуха принимался равным 1,8. Влияние его изменения при изменении g_i , не учитывалось. Данные расчетов приведены на рисунке 2.

При испытаниях отсека устанавливались давления наддува для $P_e = 2$ МПа – 0,286 МПа; 3 – 0,43 МПа; 4 – 0,54 МПа. Температура воздуха на всасывании соответственно составляла 350; 348; 330 К. Удельный индикаторный расход топлива был получен соответственно 190; 195; 213; 235; 266; 289 г/кВтч. Во всех случаях удельный расход воздуха поддерживался в количестве $g_b = 4,5$ кг/элсч.

В результате исследований выяснено, что для каждого значения P_z и P_e существует своя оптимальная величина степени сжатия. Так, например, при $P_e = 4$ МПа $P_z = 15$ МПа оптимальная величина степени сжатия $\varepsilon = 9$; при $P_z = 18$ МПа величина степени сжатия $\varepsilon = 10$ и т.д. Применение для $P_z = 15$ МПа степени сжатия $\varepsilon = 11,5$ удельный расход топлива g_1 увеличится на 8 %, а, при $\varepsilon = 8$ его увеличение составит 2 %.

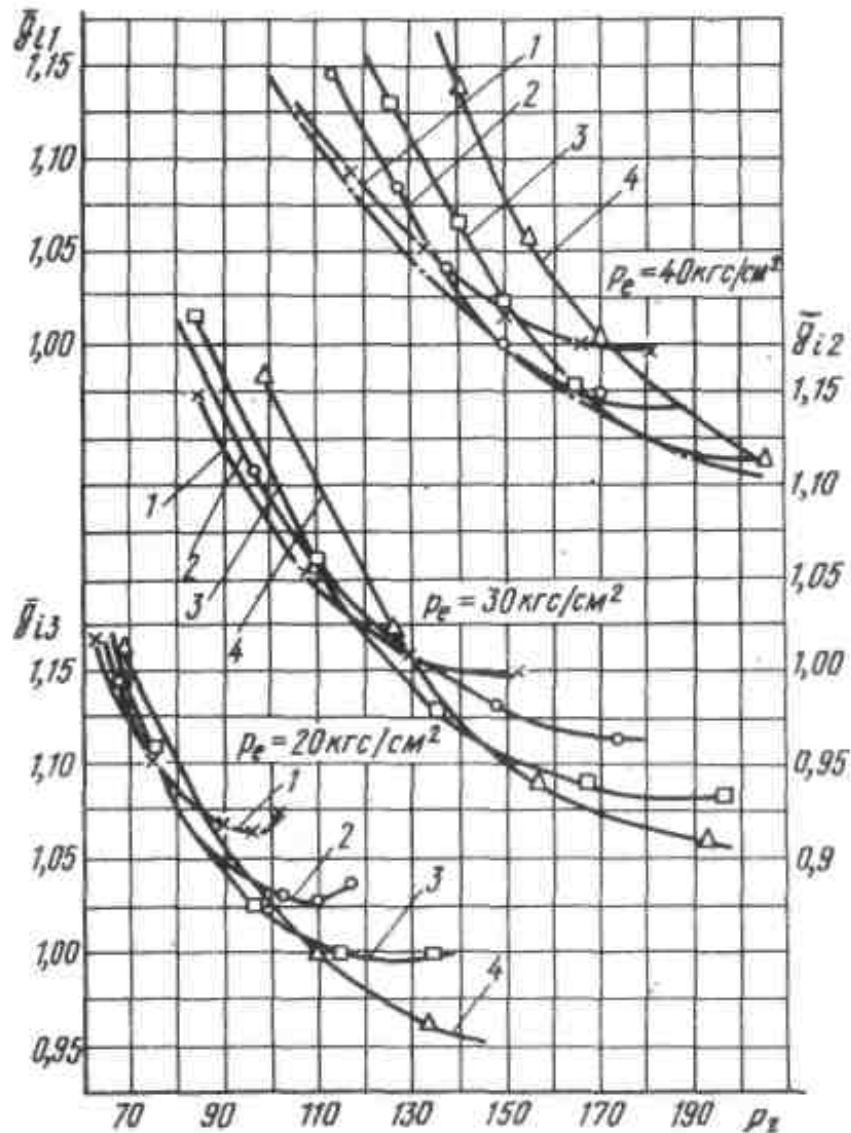


Рисунок 2 - Относительное изменение индикаторного расхода топлива для различных форсирований двигателя:

P_e – среднее эффективное давление, кгс/см²; P_z – максимальное давление сгорания, кгс/см²; ϵ – степень сжатия (номера 1, 2, 3, 4 соответствуют последовательно величине степени сжатия 8, 9, 10 и 11,4

При $P_e = 3$ МПа $P_z = 13$ МПа оптимальная величина степени сжатия $\epsilon = 10$.

Для $P_e = 2$ МПа $P_z = 12$ МПа величина степени сжатия $\epsilon = 11,5$. Для промежуточных значений P_e величину ϵ можно определить экстраполяцией.

Уменьшение продолжительности сгорания топлива до 45° пкв (закономерность тепловыделения принята теоретической) при $P_e = 4$ МПа даст снижение g_i на 5...15 %. Одновременно существенно уменьшится необходимость снижения ϵ для уменьшения P_z , т. к. g_i в принятом диапазоне изменения ϵ колеблется в пределах всего лишь 2 %. Подобная зависимость относится так же и к $P_e = 2$ и 3 МПа.

Из проведенных исследований ясно, что необходимо не уменьшать степень сжатия, а сокращать период сгорания топлива. Это не относится к тем случаям, когда понижение степени сжатия позволяет увеличить объем и улучшить форму камеры сгорания для увеличения интенсивности процессов сгорания топлива, или уменьшении температуры газов в цилиндре на выпуске при значительном увеличении коэффициента избытка воздуха в цилиндре.

Кроме приведенных исследований производилась регистрация температур основных деталей двигателя, к которым относятся: гильза, поршень и крышка цилиндра.

Получены данные замера температуры головки охлаждаемого поршня и проведенные теоретические расчеты для режима работы отсека со степенью сжатия 9 и средним эффективным давлением $P_e = 4,0$ МПа и в тех условиях, которые изложены ранее, в соответствии давлению наддува и частоте вращения коленчатого вала 800 об/мин (соответствует серийному двигателю). Величина температур, при проведении расчетных и экспериментальных исследований головки поршня сравнены с многочисленными данными исследований температурного состояния поршней автомобильных и тракторных двигателей. Они позволяют сделать заключение, что величина их, на примененном поршне, не превосходит допустимые значения по температуре для длительной и надежной эксплуатации исследуемого двигателя, при среднем эффективном давлении 4,0 МПа. Это подтверждается еще и тем, что возможно существенно снизить ее за счет увеличения коэффициента избытка воздуха при сгорании топлива. При наших исследованиях он имел значение $\alpha = 1,8$, а в практике дизельного производства он применяется до 2,5. Таким образом, температурный уровень поршня, полученный нами, вполне приемлем для надежной работы, исследуемого двигателя. При измерении температур гильзы и крышки цилиндра, было получено увеличение их величины на 15...20°C в сравнении данными, полученными на развернутом двигателе при форсировании по $P_e = 1,6$ МПа. Это также подтверждает надежность двигателя при работе с $P_e = 4,0$ МПа.

Проведенные работы по значительному увеличению мощности исследуемого двигателя позволяют утверждать, что у дизельных двигателей есть надежный резерв в увеличении их форсирования, в сравнении с современными данными, практически в два раза. Для этого желательно немного увеличить прочность основных узлов для обеспечения возможности применения увеличенных давлений в цилиндре, что позволит существенно улучшить экономичность работы исследуемого двигателя.

Отмечалось ранее, что во всех расчетах и экспериментах коэффициент избытка воздуха составлял 1,8, в то время как у дизельных двигателей он обычно равен 2,5. Если применить последнее значение его, то удельный расход топлива уменьшится до современного уровня дизелей со средним уровнем форсирования по P_e . Значительно уменьшится и температура деталей цилиндропоршневой группы.

При проведении исследований отсека на, увеличенном в два раза, среднем эффективном давлении, имеющем ограничение по максимальному давлению в цилиндре 15,0 МПа, нам необходимо было: увеличить подачу топлива, объединив два топливных насоса высокого давления диаметром 18,5 мм; увеличить объем камеры сгорания за счет уменьшения степени сжатия от 13,3 до 11,5; уменьшить процесс сгорания топлива в цилиндре от 85...95 до 65° пкв и изготовить ряд других устройств имитации агрегата наддува и подвода воздуха от заводской компрессорной станции и др.

Все препятствия были преодолены кроме ограничения максимального давления в цилиндре. В настоящее время проектирование дизелей производится по максимальному давлению до 25,0 МПа (американский вариант двигателя размерности ЧН 26,5/31) и, несмотря на все ограничения, отсек работал с уровнем форсирования $P_e = 4,0$ МПа. Все ограничения были преодолены обычными методами, пригодными для серийного производства. Отсек работал устойчиво без ограничений по времени. Разогрев отсека после запуска производился при среднем эффективном давлении до $P_e = 3,5$ МПа в связи с медленным разогревом охлаждающей жидкости и масла стенда, на котором он установлен. Отработавшие газы были бесцветными. По цвету выхлопа отработавших газов невозможно было определить, работает двигатель или нет. На новом двигателе («новый» потому, что у него $P_e = 4,0$ МПа) не было случаев выхода из строя деталей двигателя. Все усовершенствования двигателя вполне приемлемы для серийного предприятия.

Конечно, здесь не были решены абсолютно все вопросы. Так, например, есть один вопрос, который мы не затронули в своих исследованиях, но его надо исследовать и выяснить метод его решения. Это вопрос воздухообеспечения рабочего процесса на промежуточных эксплуатационных режимах работы двигателя. По данным совершенствования тепловозных

двигателей типа 10Д100, эта задача решена 30 лет назад и не имеет замечаний, поэтому она не является тормозом в применении высокофорсированных двигателей, как на тепловозном, так и автомобильном транспорте.

При проведении работ, описанных в статье, защищены две диссертации к.т.н. и одна д.т.н.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шатров, М. Г. Автомобильные двигатели [Текст] / М. Г. Шатров. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 460 с.
2. Колчин, А. К. Расчет автомобильных и тракторных двигателей [Текст] / А. К. Колчин. - М.: «Высшая школа», 2003. –495 с.
3. Вишняков, Н. Н. Автомобиль. Основы конструкции [Текст] / Н. Н. Вишняков. - М.: «Машиностроение», 1986. – 303 с.
4. Орлин, А. С. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей [Текст] / А. С. Орлин, М. Г. Круглов. - М.: «Машиностроение», 1990. – 284 с.

Касьянов Адольф Васильевич

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

Д-р техн. наук, профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Тел.: +7 (8412) 485883

E-mail: vakaspnz@mail.ru

Касьянов Валерий Адольфович

ООО «РЖД – Сервис»

Адрес: 440026, г. Пенза, ул. Карла Маркса, д.7

Канд. техн. наук, технический директор

Тел.: +7 (8412) 485883

E-mail: vakaspnz@mail.ru

A. V. KASYANOV, V. A. KASYANOV

THE ABILITY TO CREATE HIGHLY ACCELERATED DIESELS

Dump trucks with payload capacity of up to 250 tons or more, the internal combustion engine capacity of up to 2000 kW. For rail diesel engines are required to 4500 kW. Water transport is no limits, the more power the better. The greater the force the engine, the smaller size of their weight, cost and greater operational efficiency of vehicles on which they are installed.

Keywords: diesel engine, mean effective pressure, and increase the power in half, spent positive working process and the study of temperature main parts cylinder no doubt manufacturing application, robust construction, single-cylinder compartment, diesel CHN26/26 dimension.

BIBLIOGRAPHY

1. Shatrov, M. G. Avtomobil`nye dvigateli [Tekst] / M. G. Shatrov. - M.: Izdatel`skiy tsentr "Akademiya" , 2010. - 460 s.
2. Kolchin, A. K. Raschet avtomobil`nykh i traktornykh dvigateley [Tekst] / A. K. Kolchin. - M.: "Vysshaya shkola", 2003. -495 s.
3. Vishnyakov, N. N. Avtomobil`. Osnovy konstruktсии [Tekst] / N. N. Vishnyakov. - M.: "Mashinostroenie", 1986. - 303 s.
4. Orlin, A. S. Dvigateli vnutrennego sgoraniya. Ustroystvo i rabota porshnevykh i kombinirovannykh dvigateley [Tekst] / A. S. Orlin, M. G. Kругlov. - M.: "Mashinostroenie", 1990. - 284 s.

Kasyanov Adolf Vasilevich

ФГБОУ ВПО "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, st. Titova, 28

Dr. tech. Sciences, Professor of "Motor transport."

Tel.: +7 (8412) 485883

Kasyanov Valery Adolfovich

LLC "Russian Railways - Service"

Address: 440026, Penza, st. Karl Marks, 7

Candidate tech. sciences, Technical Director

Tel.: +7 (8412) 485883

E-mail: vakaspnz@mail.ru

Ю. В. ПЕРЧАТКИН, В. И. МИРКИТАНОВ, В. И. РАССОХА

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИЦЕПНОГО СОСТАВА К КОЛЕСНЫМ ТРАКТОРАМ

Рассмотрена задача определения оптимальных параметров прицепного состава к колесным тракторам. Получены уравнения движения тракторного поезда в условиях достаточного и недостаточного сцепления движителей с опорной поверхностью. Предложен графоаналитический метод определения основных параметров прицепного состава, учитывающий технические возможности снятия тяговых характеристик тракторного поезда.

Ключевые слова: колесный трактор, прицеп тракторный, тягово-сцепные свойства, эксплуатационные параметры.

ВВЕДЕНИЕ

Тракторный транспорт находит широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. В условиях нашей страны этому способствует его лучшая, по сравнению с автомобильным транспортом, проходимость, меньшая зависимость от погодных факторов, меньшее повреждающее действие на опорную поверхность.

Современные транспортные агрегаты на базе колесных тракторов представляют собой блочно-модульные конструкции, в которых трактор выполняет функцию универсального энергетического, а прицеп – транспортного модуля. Взаимосвязь между этими модулями определяет конструкцию каждого из них.

Номенклатура тракторных прицепов в настоящее время более обширна, чем номенклатура тракторов, с которыми они агрегируются. Это обусловлено большим разнообразием перевозимых грузов, широким диапазоном условий эксплуатации и другими факторами. Перед отечественными производителями, выпускающими тракторный прицепной состав, стоят сложные задачи по совершенствованию данных транспортных средств, с целью повышения их технического уровня и конкурентоспособности.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Поскольку внести изменения в существующую конструкцию трактора достаточно сложно, задача создания оптимального прицепного состава сводится, по существу, по приспособливанию прицепного состава к заданным сцепным устройствам трактора и выбору среди конструктивных схем прицепов той, которая обеспечивает более благоприятные параметры тракторного поезда, такие, как грузоподъемность, проходимость, маневренность, управляемость, вибронгруженность и т.д.

МЕТОД РЕШЕНИЯ

Рассмотрим указанную задачу применительно к схеме поезда с полунавесным прицепом с догружающим дышлом в качестве первого прицепного звена. Такая схема агрегирования тракторного поезда является наиболее общей из их конструктивных схем и наиболее эффективной с точки зрения использования энергетических возможностей трактора. Включение в состав тракторного поезда последующих прицепных звеньев – двух или трехосных прицепов со свободным дышлом, – не изменяет полученных в работе закономерностей и сводится, при условии прямолинейного движения тракторного поезда, к соответствующему увеличению расчетной полной массы прицепного состава.

На рисунке 1 представлена упрощенная схема сил и реакций, действующих на звенья рассматриваемого тракторного поезда. На схеме использованы следующие обозначения: цифры в индексе $1...5$ – номера осей тракторного поезда; $P_{\kappa 1}$ и $P_{\kappa 2}$ – силы тяги, развиваемые ведущими мостами трактора; $P_{f1}...P_{f5}$ – силы сопротивления качению; ζT_m и ζT_n – центры масс соответственно трактора и прицепа; $Z_1...Z_5$ – вертикальные реакции; G_m и G_n – силы тя-

жести трактора и прицепа; $P_{кр}$ – сила тяги в сцепном устройстве трактора; $G_{кр}$ – догрузка от массы прицепа сцепного устройства трактора.

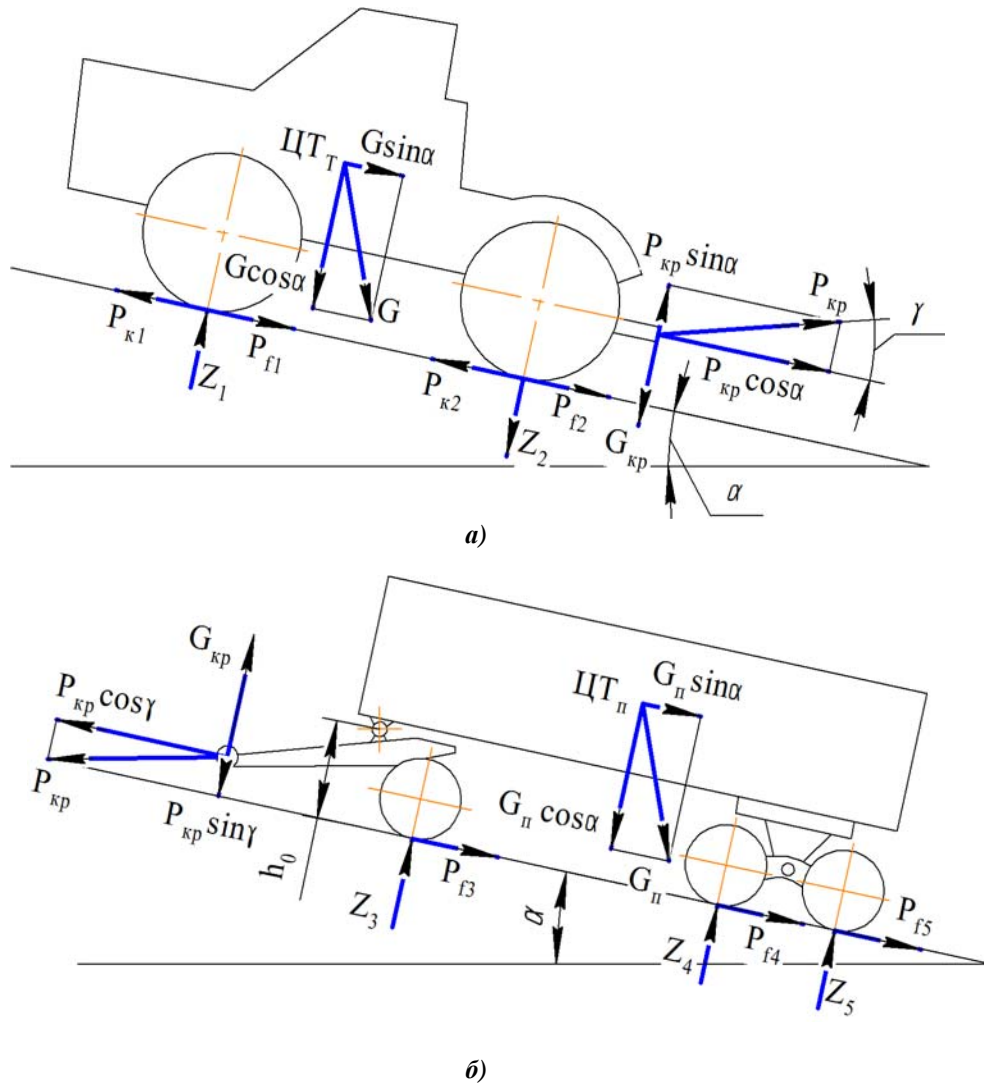


Рисунок 1 – Схема сил и реакций, действующих на трактор (а) и полунавесной прицеп (б)

В горизонтальном положении звеньев поезда $G_{кр} = G_д$, где $G_д$ – номинальная статическая догрузка сцепного устройства трактора от массы агрегатируемого с ним прицепа. Конструктивное исполнение существующих моделей полунавесных прицепов таково, что тяговое усилие $P_{кр}$ направлено под некоторым углом γ по отношению к опорной поверхности, расположенной, в свою очередь, под углом α к горизонтали.

Применительно к рассматриваемой схеме тракторного поезда условия осуществимости его движения в заданных дорожных условиях (без учета влияния микропрофиля) определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} P_{к1} + P_{к2} &\geq P_{f1} + P_{f2} + G_m \sin \alpha + P_{кр} \cos \gamma, \\ P_{кр} \cos \gamma &= P_{f3} + P_{f4} + P_{f5} + G_n \sin \alpha, \end{aligned} \quad (1)$$

при ограничении тяговых возможностей трактора условиями сцепления

$$P_{к1} + P_{к2} = \varphi(Z_1 + Z_2), \quad (2)$$

$$P_{f3} + P_{f4} + P_{f5} = f(Z_3 + Z_4 + Z_5),$$

где: φ – реализуемый коэффициент сцепления шин трактора с опорной поверхностью;

f – коэффициент трения качения при заданных дорожных условиях (принятый одинаковым для колес трактора и прицепных звеньев). Силами сопротивления воздуха, ввиду малых скоростей движения тракторных поездов, пренебрегаем.

Из схемы сил (рис. 1) следует:

$$\begin{aligned} Z_1 + Z_2 &= G_m \sin \alpha + G_{кр} - P_{кр} \sin \alpha, \\ Z_3 + Z_4 &= G_n \cos \alpha - G_{кр} - P_{кр} \sin \gamma. \end{aligned} \quad (3)$$

С учетом (3) система уравнений (1) может быть записана в виде:

$$\begin{aligned} P_{кр} \cos \gamma &= (\varphi - f)(G_m \cos \alpha + G_{кр}) - (\varphi - f)P_{кр} \sin \gamma - G_m \sin \alpha, \\ P_{кр} \cos \gamma &= f(G_n \cos \alpha - G_{кр}) + fP_{кр} \sin \gamma + G_n \sin \alpha. \end{aligned} \quad (4)$$

Из первого уравнения системы (4)

$$P_{кр} = \frac{f(G_n \cos \alpha - G_{кр}) + G_n \sin \alpha}{\cos \gamma - f \sin \gamma}. \quad (5)$$

Используя (5), из второго уравнения системы (4) получаем, выполнив соответствующие преобразования и учитывая, что $G_{кр} = G_\delta \cos \alpha$, выражение для предельного преодолеваемого тракторным поездом угла подъема опорной поверхности $\alpha_{пред}$:

$$\operatorname{tg} \alpha_{пред} = \frac{\varphi(1 + \lambda_\delta) - f(1 + \lambda_n)[1 + (\varphi - f)\operatorname{tg} \gamma]}{\lambda_n \varphi \operatorname{tg} \gamma - (1 - f \operatorname{tg} \gamma)(1 + \lambda_n)}, \quad (6)$$

где: $\lambda_\delta = G_\delta / G_m$ – коэффициент статической догрузки сцепного устройства трактора от прицепного звена;

$\lambda_n = G_n / G_m$ – коэффициент сцепной массы тракторного поезда.

После выполнения соответствующих преобразований [1] из уравнений (3) получено выражение для предельной массы прицепного состава, буксирование которого возможно в данных дорожных условиях:

$$m_{пред} = m_m \frac{\varphi \lambda_\delta + (1 - f \operatorname{tg} \gamma)[\varphi - (f + \operatorname{tg} \alpha)]}{[1 + (\varphi - f)\operatorname{tg} \gamma](f + \operatorname{tg} \alpha)}, \quad (7)$$

где: m_m – масса трактора.

Таким образом, в условиях недостаточного сцепления движителей с опорной поверхностью предельная масса прицепного состава определяется двумя группами параметров: во-первых, конструктивными параметрами агрегатирования первого прицепного звена с трактором, во-вторых, параметрами, характеризующими дорожные условия.

В условиях достаточного сцепления масса прицепного состава определяется из уравнения мощностного баланса:

$$N_b = N_{тр} + N_\delta + N_f + N_\alpha, \quad (8)$$

где: N_e – мощность двигателя,

N_{mp} – мощность, расходуемая на механические потери в узлах трансмиссии трактора;

N_δ – мощность, затрачиваемая на буксование ведущих колес;

N_f – мощность, затрачиваемая на качение звеньев поезда;

N_α – мощность, затрачиваемая на преодоление подъема.

Выражая составляющие, входящие в выражение (8), через параметры дорожных условий, получаем выражение для полной массы прицепного состава:

$$m_n = \frac{N_e \eta_{тр} (1 - \delta)}{g V \Psi} - m_m, \quad (9)$$

где: $\eta_{тр}$ – к.п.д., учитывающий потери мощности в трансмиссии;

δ – показатель буксования ведущих колес;

$\Psi = f \cos \alpha + \sin \alpha$ – приведенный коэффициент сопротивления дороги;

g – ускорение свободного падения.

Значение полной массы прицепного состава, полученное по выражениям (7) или (9), обеспечивает максимальное использование энергетических возможностей трактора при определенной скорости движения тракторного поезда. Для решения вопроса о наиболее целесообразном сочетании полной массы и скорости движения необходимо привлечение дополнительных критериев.

Главная роль при определении оптимальных эксплуатационных параметров должна принадлежать критериям экономического характера.

Исходными данными для подсчета таких критериев являются результаты хозяйственных испытаний. Между тем, потребность в технико-экономической оценке как инструменте оптимизации параметров существует на всех этапах проектирования. В этих целях разработана методика аналитической оценки эксплуатационных показателей, устанавливающая оптимальное соотношение между ними, исходя из критерия минимума приведенных затрат на единицу работы.

Например, в соответствии с ГОСТ Р 53056 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки» годовая производительность тракторного поезда Q (в тоннах перевозимого груза) определяется из выражения:

$$Q = \frac{T_n p V_t G_0}{S + p V_t t_m j G_0}, \quad (10)$$

где: T_n – годовая загрузка;

p – коэффициент использования пробега;

V_t – среднетехническая скорость;

G_0 – номинальная грузоподъемность;

S – средняя длина ездки;

t_m – время простоя на 1 т грузоподъемности;

j – коэффициент использования грузоподъемности.

При обеспечении соответствующих требований по плавности хода и управляемости тракторного поезда его производительность, таким образом, можно считать зависящей только от грузоподъемности и скорости движения.

Для аналитической оценки эксплуатационных параметров используется корреляционная связь между грузоподъемностью и полной массой прицепного состава. Например, для большегрузных тракторных прицепов получено соотношение [2]:

$$G_0 = -1,06 + 0,77m_n. \quad (11)$$

Статистическим анализом технико-экономических показателей серийно выпускаемых тракторных прицепов может быть установлена корреляционная связь между их стоимостью и полной массой:

$$B_n = b_0 + bm_n. \quad (12)$$

С использованием зависимостей (10) - (12), а также с учетом эксплуатационных расходов, определяются все величины, необходимые для вычисления выбранного критерия эффективности в функции полной массы прицепного состава m_n и скорости движения V . Варьируя этими величинами, связанными выражениями (7) или (9), можно найти экстремум критерия эффективности (в данном случае минимум приведенных затрат), которому соответствуют оптимальные эксплуатационные параметры $m_{n\text{ опт}}$ и $V_{\text{ опт}}$ в заданных условиях эксплуатации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные соотношения, а также существующие ограничения при выборе оптимальной массы прицепного состава реализованы в графоаналитическом методе определения основных параметров тракторных транспортных агрегатов. Данный метод позволяет определить полную массу и максимальную скорость движения, связав их с экономическими критериями эффективности, с учетом тягово-сцепных и энергетических показателей трактора, а также плавности хода транспортного агрегата. Исходными данными для расчета являются тяговые и топливно-экономические характеристики тягача, а также характеристики участков движения (микропрофиль и физико-механические свойства).

Порядок построения номограммы (рис. 2) учитывает технические возможности снятия соответствующих характеристик тракторного поезда.

В частности, целесообразно начать построение с получения семейства кривых буксования в зависимости от полной массы прицепного состава, которая, в свою очередь, пропорциональна величине горизонтальной составляющей крюкового усилия $P_{кр}$, затрачиваемого на перемещение прицепного состава, и регистрируемой в процессе снятия тяговых характеристик $P_{кр} \cos \gamma = m_n g \psi$. Разделение крюкового усилия на горизонтальную $P_{кр} \cos \gamma$ и вертикальную $P_{кр} \sin \gamma$ составляющие вызвано особенностью конструктивной схемы полунавесного прицепа.

Кривые буксования приведены на рисунке 2 в первом квадранте.

Во втором квадранте строится зависимость максимальной теоретической скорости движения тракторного поезда

$$V_T = \frac{V}{1 - \delta} \quad (13)$$

от полной массы прицепного состава, где δ – буксование ведущих колес трактора. В зависимости от дорожных условий, а также технических характеристик тягача, связь скорости V_T с полной массой прицепного состава носит кусочный характер. В условиях достаточного сцепления с опорной поверхностью она определяется формулой (9) и носит гиперболический характер.

После того, как максимальная теоретическая скорость достигнет величины, соответствующей условию

$$1 - \frac{G_m V_{T\text{ max}}}{N_b \eta_{\text{тр}}} (f \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{\varphi \lambda_n + (1 - f \text{tg} \gamma) [\varphi - (f + \text{tg} \alpha)]}{[1 + (\varphi - f) \text{tg} \gamma] (f + \text{tg} \alpha)}, \quad (14)$$

она перестает зависеть от массы прицепного состава. Выражением этого факта служит горизонтальный участок зависимости $V_{T\max} = f(m_n)$.

В третьем квадранте строится лучевой график перехода от теоретической скорости V_T к действительной V с учетом буксования ведущих колес трактора. При этом $V = V_T(1 - \delta)$, что реализуется простейшим геометрическим построением.

В четвертом квадранте строится зависимость средних квадратичных ускорений, действующих на рабочем месте водителя, от скорости движения транспортного агрегата. Исходным материалом для получения такой зависимости могут быть либо расчетные, либо экспериментальные данные. Уровень колебаний при этом должен оцениваться как для вертикальных, так и для горизонтальных составляющих виброускорений. При этом сравнение виброускорений с предельными должно осуществляться в каждой октавной полосе частот.

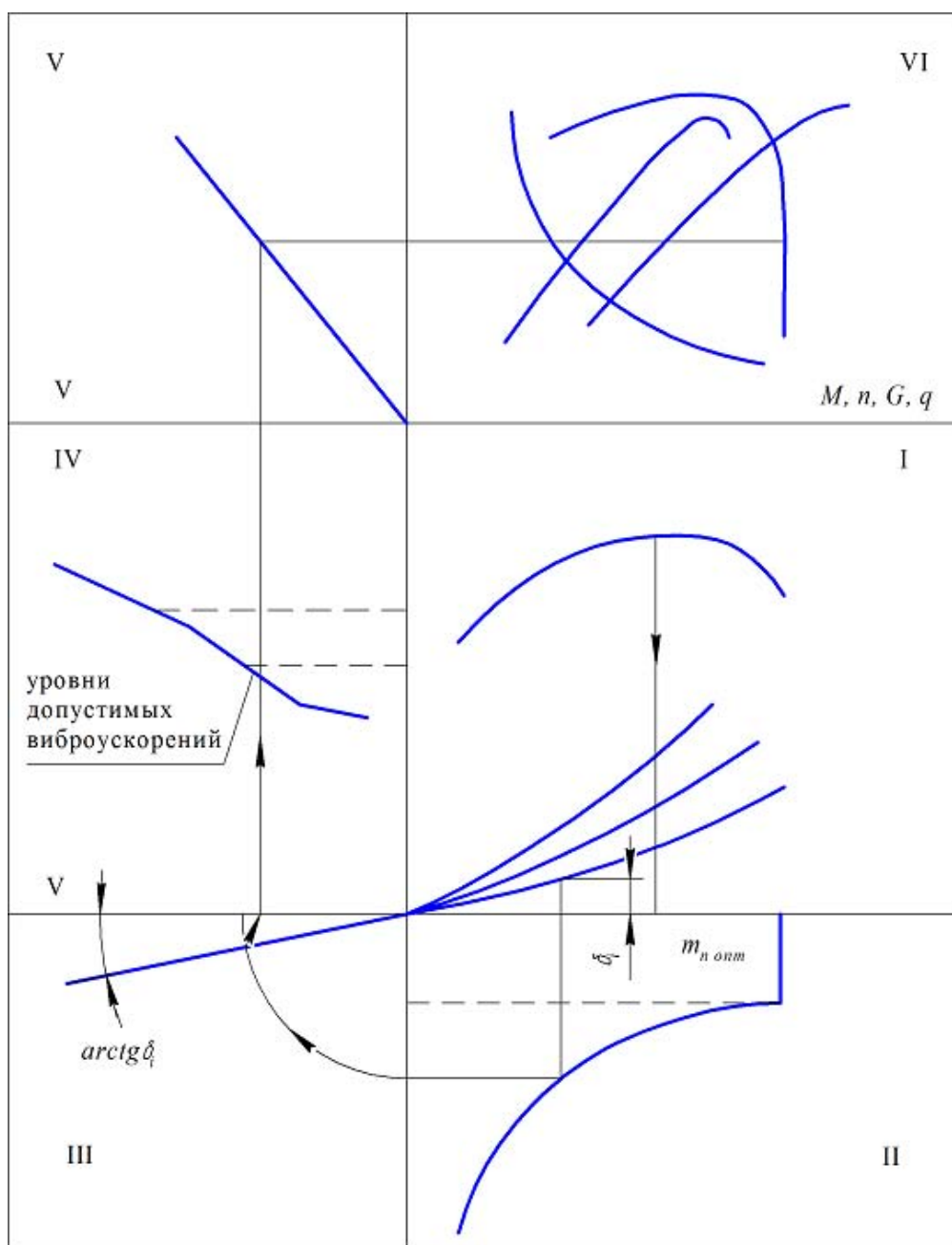


Рисунок 2 – Номограмма для определения основных параметров тракторных поездов

В пятом квадранте строится лучевая диаграмма зависимости затрат мощности от скорости движения в соответствии с формулой (8).

В шестом квадранте приводятся регуляторные характеристики трактора в функции мощности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тяговые и топливно-энергетические характеристики трактора используются при расчете экономических критериев эффективности в функции полной массы прицепного состава. Экстремуму критерия эффективности соответствует оптимальная полная масса прицепного состава и соответствующая ей грузоподъемность.

Изложенная методика расчета, основанная на использовании тягово-сцепных качеств трактора и характеристик дорожных условий, позволяет определить диапазон параметров прицепного состава для различных условий эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миркитанов, В. И. Выбор параметров агрегатирования большегрузных тракторных поездов [Текст] / В. И. Миркитанов, Ю. В. Перчаткин // Разработка и использование средств электромеханизации в животноводстве: сб. науч. трудов. – Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 1987. - С. 153-163.

2. Миркитанов, В. И. Обоснование основных параметров тракторных поездов [Текст] / В. И. Миркитанов, Ю. В. Перчаткин // Совершенствование методов использования техники в полеводстве: сб. науч. трудов. - Зерноград, ВНИПТИМЭСХ, 1990. - С. 52-57.

Перчаткин Юрий Викторович

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) Оренбургского государственного университета

Адрес: 462403, г. Орск Оренбургской обл., пр. Мира, 15А, ОГТИ

Канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой автомобилей и автомобильного хозяйства

E-mail: 3537359014@mail.ru

Миркитанов Владимир Ильич

Оренбургский государственный университет

Адрес: 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, ОГУ

Д-р техн. наук, профессор кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей

E-mail: vmirkitanov@gmail.com

Рассоха Владимир Иванович

Оренбургский государственный университет

Адрес: 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13, ОГУ

Д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой автомобилей и безопасности движения

E-mail: cabin2012@yandex.ru

Y. V. PERCHATKIN, V. I. MIRKITANOV, V. I. RASSOKHA

CALCULATION OF KEY PARAMETERS OF HOOK-ON STRUCTURE TO WHEEL TRACTORS

The problem of determination of optimum parameters of hook-on structure to wheel tractors is considered. The equations of movement of a tractor train in the conditions of sufficient and insufficient coupling of dvizhitel with a basic surface are received. The grafoanalitichesky method of definition of key parameters of the hook-on structure, considering technical possibilities of removal of traction characteristics of a tractor train is offered.

Keywords: wheel tractor, trailer tractor, traction and coupling properties, operational parameters.

BIBLIOGRAPHY

1. Mirkitanov, V. I. Choice of parameters of an agregatirovaniye of heavy-load tractor trains / V. I. Mirkitanov, Yu. V. Perchatkin // Development and use of means of an elektromekhanization in animal husbandry: collection of scientific works. – Zernograd: VNIPTIMESH, 1987. – P. 153-163.

2. Mirkitanov, V. I. Obosnovaniye of key parameters of tractor trains / V. I. Mirkitanov, Yu. V. Perchatkin // Improvement of methods of use of equipment in field husbandry: collection of scientific works. - Zernograd, VNIP-TIMESH, 1990. – P. 52-57.

Perchatkin Yury Viktorovich

Orsk humanitarian institute of technology (branch) of the Orenburg State University
Address: 462403, Orsk Orenburg Region, Mira Av., 15A, OGTI
Ph.D., associate professor, head of cair of motor vehicles and automobile economy
E-mail: 3537359014@mail.ru

Mirkitanov Vladimir Ilyich

Orenburg State University
Address: 460018, Orenburg, 13 Pobeda Av., OSU
Doctor of technical sciences, professor of cair of technical operation and car repairs
E-mail: vmirkitanov@gmail.com

Rassokha Vladimir Ivanovich

Orenburg State University
Address: 460018, Orenburg, 13 Pobeda Av., OSU
Doctor of technical sciences, associate professor, head of cair of motor vehicles and traffic safety
E-mail: cabin2012@yandex.ru

Уважаемые коллеги!

приглашаем вас принять участие в работе
III-ей международной научно-практической конференции
**«Актуальные вопросы инновационного
развития транспортного комплекса»,**

которая будет проводиться

20 - 23 мая 2013 года

<http://gu-unpk.ru/chair/sirm/science>

С. В. ГЛУЩЕНКО, А. В. ДОЙНОВ

СПОСОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ БОЕВОЙ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

В статье приводится порядок подготовки техники к проведению экспериментальных исследований. Уточняется алгоритм выполнения действий по обработке полученных данных при практической отработке плана эксперимента. Дается сравнение теоретических и экспериментально-полученных данных величин коэффициента сопротивления качению боевой гусеничной машины.

Ключевые слова: боевая гусеничная машина, коэффициент сопротивления качению, экспериментальные исследования.

Экспериментальные исследования проводились с целью определения величины коэффициента сопротивления качению от количества и конструкции (съёмных дополнительных грунтозацепов) СДГ, устанавливаемых на траки гусеничной цепи (ГЦ) боевой гусеничной машины (БГМ). Проверка расчетных и теоретических положений включала в себя экспериментальное подтверждение численных методов определения граничных условий устойчивого самопередвижения БГМ по обледенелой дороге и проверку адекватности методике расчета величины коэффициента сопротивления качению БГМ по обледенелой дороге, в частности многоцелевой тягач легкобронированный (МТ-ЛБ), у которого траки ГЦ гусеничного движителя (ГД) оборудованы СДГ.

Эксперимент проводился в зимний период года при температуре окружающего воздуха от минус 10 до минус 20⁰ С. Состояние атмосферы обеспечивало видимость до 1000 м. Испытательные заезды выполнялись на специально подготовленной площадке с ровным микрорельефом. Асфальтобетонное покрытие площадки, на которой проводились испытания горизонтальное, ровное, с чистым, покрытым толстым слоем естественной наледи толщиной от 0,06 до 0,08 метров.

Для проведения натурального эксперимента по определению величины коэффициента сопротивления качению БГМ при движении по обледенелой дороге в качестве объекта исследования использовался серийный МТ-ЛБ, прошедший техническое обслуживание № 1 и общую проверку технического состояния.

Перед проведением экспериментальных опытов МТ-ЛБ загружался балластом до номинальной массы 11200 килограмм. Взвешивание МТ-ЛБ проводилось на автомобильных весах с точностью до 0,5 %. При проведении эксперимента в качестве буксирного тягача и нагрузочной «тележки» использовался колесный тягач – КЗКТ-7428. Перед проведением эксперимента по оценке коэффициента сопротивления качению МТ-ЛБ на обледенелой дороге ГД оборудовался различным количеством штатных СДГ траков на единицу длины опорной ветви. Крепление СДГ на обоих ГЦ осуществлялось симметрично и одинаково относительно продольной плоскости МТ-ЛБ. На рисунке 1 представлен один из вариантов установки штатных СДГ с номинальной шириной рабочей поверхности на ГЦ ГД МТ-ЛБ.

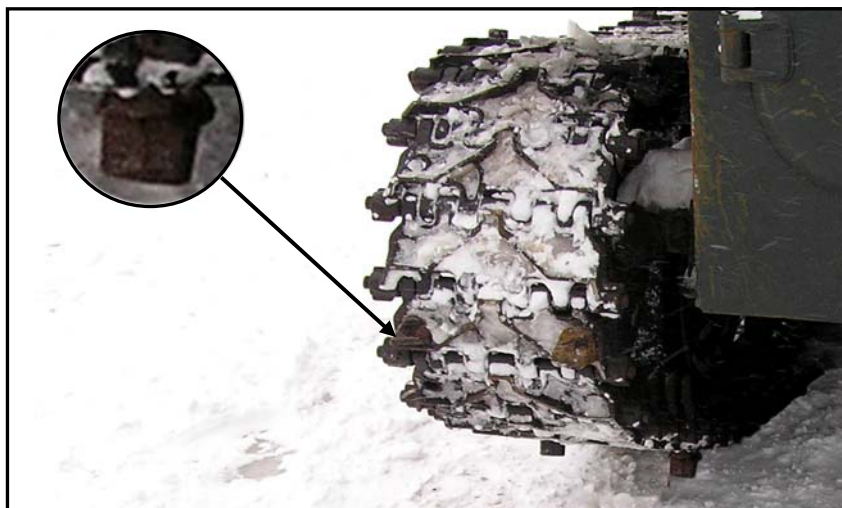


Рисунок 1 – Установка штатных СДГ «клинового» профиля с номинальной шириной рабочей поверхности на траки ГЦ ГД МТ-ЛБ



Рисунок 2 – Установка «полуклинового» СДГ

На рисунке 2 представлен вариант крепления на трак ГЦ ГД альтернативного СДГ научно-обоснованной конструкции – «полуклинового» СДГ. Такие СДГ устанавливались на трак также как и штатные. За счет упора в реборды трака, рабочими гранями «полуклинового» СДГ при таком креплении на трак, исключается возможность самоповорачиваться ему вокруг своей оси в теле трака ГЦ. Рассматривалась схема установки «полуклиновых» СДГ на траки ГЦ в «шахматном» порядке, для исключения самопроизвольного движения МТ-ЛБ в поперечном направлении на косогоре. Для установления экспериментальной зависимости влияния ширины СДГ на коэффициент сопротивления качению МТ-ЛБ и коэффициент сцепления при движении по обледенелой дороге использовались СДГ изготовленные из «уголкового» профиля. Высота «уголкового» профиля равнялась рабочей высоте «полуклинового» СДГ и составляла 0,045 м. Такие СДГ крепились к траку в двух местах, это позволило постоянно находиться им в таком фиксированном положении относительно рабочей поверхности трака, имелась возможность изменять рабочую ширину такого СДГ трака ГЦ при проведении эксперимента в заданных интервалах варьирования представленных в таблице 1.

Все СДГ, которые использовались в эксперименте (рис. 1, 2) устанавливались на части ГЦ между последним опорным катком, как показано на представленных выше рисунках, и направляющим колесом ГД МТ-ЛБ. После установки СДГ на траки ГЦ в данном установочном месте МТ-ЛБ продвигался, вперед, освобождая следующий участок ГЦ для установки на траки следующих СДГ.

Для обеспечения равномерного взаимодействия ГД с обледенелой дорогой при движении МТ-ЛБ в ходе проведения экспериментальных заездов была разработана схема установки СДГ «углового» профиля на траки ГЦ.

С целью регистрации тягового усилия МТ-ЛБ при экспериментальном определении величины коэффициента сопротивления качению МТ-ЛБ при движении по обледенелой дороге в условиях отрицательных температур окружающего воздуха и требованиями, предъявляемыми к точности измерительной аппаратуры, был разработан комплект измерительной и регистрирующей аппаратуры.

В данный комплект измерительной и регистрирующей аппаратуры входит:

- датчик силы (ДС) – KRAFTAUFNEHMER FORCE TRANSDUCER U2B;
- усилитель выходного сигнала (УВС);
- электронно-записывающее устройство (ЭЗУ) – БРУС-1М с АЦП;
- персональная электронно-вычислительная машина (ПЭВМ), оснащенная программным комплексом автоматизации экспериментальных установок АСTest., версии 1.10.

Перед проведением экспериментальных исследований была выполнена тарировка ДС. ДС устанавливался на тарировочном стенде, подключался к измерительной и регистрирующей аппаратуре и последовательно нагружался различным усилием по величине. За счет растяжения на стенде лебедкой, определенной силой, значение которой определялись по стрелке механического динамометра, определялся электрический сигнал, соответствующий «шагу» механического динамометра.

Измеренный сигнал от датчика силы поступал через УВС на аналоговый цифровой преобразователь (АЦП) для преобразования, где осуществлялась его регистрация с записью в память ЭЗУ с последующей передачей на ПЭВМ по последовательному интерфейсу RS232.

Применяемые средства измерений обеспечивали получение результатов замеров и величин контролируемых параметров с коэффициентом точности от 2,5 до 5,0. Это гарантировало достоверность результатов измерений и соответствовало требованиям ГОСТ В 20.57.304-80.

Подготовка и выполнение измерений проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 8.207-76 и 8.401-80. Особое внимание при этом уделялось подготовке и градуировке нестандартных средств измерений, которые предварительно аттестовывались метрологическим отделом ФГУ «21 НИИИ Минобороны России». Градуировка производилась с помощью проверенных средств измерений. Отличие результатов градуировки ДС и нестандартных средств измерений перед началом проведения экспериментальных исследований не превышало 5 %, что удовлетворяет требованиям инженерного эксперимента [1,2].

В соответствии с целью и задачами настоящего исследования в разработанной методике были назначены состав, программа, условия проведения опытов и порядок обработки результатов эксперимента. На начальном этапе было проведено планирование эксперимента, которое осуществлялось по методике [3], результатом этого планирования стало определение наиболее значимых факторов, уровней их варьирования, которые представлены в таблице 1, так же представлены и параметры оптимизации.

В соответствии с программой проведения экспериментальных исследований по определению влияния на коэффициент сопротивления качению МТ-ЛБ при движении по обледенелой дороге, количества СДГ, установленных равномерно на ГЦ, их ширины и угла внедрения предусматривались испытательные заезды представленные на рисунке 3 по методу буксировки испытуемой машины, изложенному в [4]. В качестве буксирного тягача был выбран колесный тягач КЗКТ-7428. Для устранения влияния потерь в трансмиссии МТ-ЛБ выключались механизмы управления, отключались бортовые передачи от ведущих колес.



Рисунок 3 – Динамика экспериментального определения величины коэффициента сопротивления качению МТ-ЛБ при движении по обледенелой дороге

При движении на низшей передаче КЗКТ-7428 осуществлял буксировку МТ-ЛБ на протяжении 50 метров через сцепное устройство с последовательно включенным ДС.

Комплект измерительной и регистрирующей аппаратуры, установленный в МТ-ЛБ, получал сигнал с ДС, и на мониторе ПЭВМ отображался график (рис. 4) изменения тягового усилия на крюке относительно времени проведения очередного испытательного заезда. Тем самым обеспечивалась возможность регистрации величины ее среднего значения с учетом отрезков измерительного участка. Каждый опыт для точности измерений проводился пять раз.

При анализе графика, представленного на рисунке 4, видно, что значения величины тягового усилия регистрируемой ДС комплекта измерительной и регистрирующей аппаратуры в момент начала движения (участок 1) находятся в достаточно широких пределах для фиксации измеряемой величины.

Следует ожидать, что это связано с тем, что в начальный период движения при проведении испытательного заезда происходят рывки и колебания тягового-сцепного прибора МТ-ЛБ, поэтому регистрация величины тягового усилия комплектом измерительной и регистрирующей аппаратуры осуществлялась на участке 2 графика.

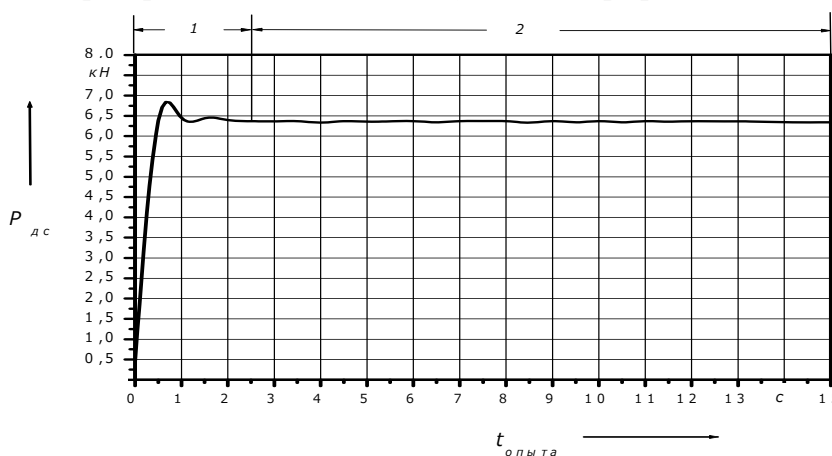


Рисунок 4 – График изменения тягового усилия на крюке относительно времени проведения очередного испытательного заезда

Коэффициент сопротивления качению МТ-ЛБ согласно данной методике определялся по формуле:

$$f = \frac{P_{ДС}}{G_{МТ-ЛБ}}, \quad (1)$$

где: $P_{ДС}$ – усилие в сцепке, регистрируемое ДС, Н;
 $G_{МТ-ЛБ}$ – сила тяжести МТ-ЛБ, Н.

Планирование проведения эксперимента осуществлялось по методике [5], результатом которого стало определение наиболее значимых факторов, уровней их варьирования, которые представлены в таблице 1, и параметра оптимизации.

В общем случае эксперимент проводится согласно матрице планирования, каждая строка определяет условия планирования. Условия опытов разнообразны, так как проводится планируемый многофакторный эксперимент, когда все факторы меняются одновременно. В чем же преимущество многофакторного эксперимента перед однофакторным? При однофакторным эксперименте изменяется один фактор, а все остальные стабилизируются на произвольно выбранных уровнях и получают зависимость параметра оптимизации только от одного фактора. Затем проводят аналогичную работу со вторым, третьим и k -м фактором. Это длительная кропотливая работа, в течение которой могут происходить изменения в аппаратуре. Сырье, вследствие чего данные опытов могут оказаться несовместимыми. В многофакторном эксперименте число опытов намного меньше, причем опыты в каждой точке факторного пространства дублируются m раз.

Анализ исследований, проведенных в работе [6,7,8] показал, что в качестве варьируемых факторов наибольший интерес представляют следующие три из них: ширина СДГ ($b_{СДГ}$) – x_1 , количество СДГ ($n_{СДГ}$) – x_2 , угол внедрения СДГ в лед ($\gamma_{СДГ}$) – x_3 (рис. 1, 2).

Пределы варьирования фактора x_1 выбирались, исходя из условия минимальной ширины СДГ, равной ширине стандартного СДГ и максимальной ширине, равной ширине трака ГЦ ГД; для фактора x_2 выбирались, исходя из условия равномерной установки СДГ на ГЦ, фактора x_3 – на основе результатов приведенных в работе [6].

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

	Ширина СДГ ($b_{СДГ}$), м.	Количество СДГ ($n_{СДГ}$), ед.	Угол внедрения СДГ в лед ($\gamma_{СДГ}$), град.
Обозначение	x_1	x_2	x_3
Основной уровень	0,161	10	7
Интервал варьирования	0,115	8	7
Верхний уровень	0,276	18	14
Нижний уровень	0,046	2	0

За параметр оптимизации принимался коэффициент сопротивления движению БГМ при движении по обледенелой дороге.

Модель объекта в соответствии с [3] имеет вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{13}x_1x_3, \quad (2)$$

где: b_i – коэффициенты уравнения регрессии.

После определения наиболее значимых факторов, уровней и интервалов их варьирования, с учетом значений функций отклика, соответствующих суммарному среднему уровню величины коэффициента сопротивления качению БГМ по обледенелой дороге, был состав-

лен план проведения эксперимента, представленный в таблице 2.

Таблица 2 – План проведения эксперимента по определению величины коэффициента сопротивления качению БГМ по обледеленной дороге

№ опыта	Порядок проведения опытов	Матрица планирования		
		x_1	x_2	x_3
1	8,13	–	–	–
2	3,12	–	+	+
3	11,15	–	+	–
4	6,14	–	–	+
5	2,4	+	–	–
6	5,7	+	+	+
7	1,9	+	+	–
8	10,16	+	–	+

В ходе проведения эксперимента по рандомизированному плану, для минимизации систематической ошибки, были получены отклики (параметры оптимизации), которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Рабочая матрица и результаты эксперимента по определению величины коэффициента сопротивления качению БГМ, ГД которой оборудован СДГ при движении по обледеленной дороге

№ опыта	Факторы			Отклики (параметры оптимизации)			Дисперсия опыта
	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_{cp}	
1	0,046	2	0	0,06101	0,06113	0,06107	0,0000014
2	0,046	18	14	0,06220	0,06226	0,06223	0,0000009
3	0,046	18	0	0,11368	0,11384	0,11376	0,0000008
4	0,046	2	14	0,13059	0,13075	0,13067	0,0000012
5	0,276	2	0	0,06201	0,06245	0,06223	0,0000008
6	0,276	18	14	0,11366	0,11386	0,11376	0,0000007
7	0,276	18	0	0,06102	0,06112	0,06107	0,0000006
8	0,276	2	14	0,13059	0,13075	0,13067	0,0000006

При оценке результатов проведенного эксперимента проверялась его однородность по критерию Кохрена. Вычислялись дисперсии опытов, значения которых приведены в таблице 3, по следующей формуле:

$$S_j^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{u=1}^m (y_{ju} - y_j)^2, \text{ при } j=1, \dots, 8 \text{ и } m=2, \quad (3)$$

где: m – количество повторных опытов.

После чего находилась сумма дисперсий $\sum_{j=1}^8 S_j^2 = 0,000007$.

Значение критерия Кохрена рассчитывалось по формуле:

$$G_P = \frac{S_{\max}^2}{\sum_{j=1}^8 S_j^2}. \quad (4)$$

В данном случае $G_P=0,2$. После определения числа степеней свободы, для уровня значимости $\alpha=0,05$ в таблице 3 $G_{кр}=0,68$. Экспериментальная величина G -критерия меньше этого значения, следовательно, гипотеза об однородности дисперсии не отвергается.

По методу наименьших квадратов находили коэффициенты уравнения регрессии. Эти коэффициенты были рассчитаны по формуле:

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_{ij} y_j, \text{ при } j, i=0,1,2,\dots,k, j \neq u, \quad (5)$$

где: x_{ij} – значение i -го фактора в j -ом опыте;

y_j – среднее значение отклика по повторным опытам.

Таким образом, были получены следующие коэффициенты: $b_0=0,09193$, $b_1=0,00452$, $b_2=0,03028$, $b_3=0,000011$, $b_{12}=0,003975$, $b_{23}=0,0000465$, $b_{13}=0,0000238$.

Для проверки значимости полученных коэффициентов определяли дисперсию воспроизводимости по формуле:

$$S_{ВОСПР.}^2 = \frac{1}{N} \sum S_j^2. \quad (6)$$

В данном случае $S_{ВОСПР.}^2=0,0000000875$.

Дисперсию ошибки определения коэффициентов регрессии рассчитывали по формуле:

$$S_{bi}^2 = \frac{1}{Nm} S_{ВОСПР.}^2. \quad (7)$$

После преобразований получили – $S_{bi}=0,0000738$.

После определения чисел степеней свободы, выборки уровня значимости, по таблице 9 находили $t_{кр}$, $t_{кр}=2,31$.

Для коэффициентов уравнения регрессии подсчитывали доверительный интервал по формуле:

$$\Delta t_i = \pm t_{кр} S_{bi}. \quad (8)$$

В данном случае доверительный интервал $\Delta t_i = \pm 0,00017$.

Коэффициент регрессии значим, если его абсолютная величина больше доверительного интервала, в данном случае коэффициенты b_3 , b_{23} , b_{13} признаются незначимыми. Таким образом, уравнение регрессии получили в следующем виде:

$$y=0,09193+0,0045175 x_1+0,030282 x_2+0,039375 x_1 x_2. \quad (9)$$

Полученная функция отклика, аппроксимируемая полиномом, коэффициенты которого найдены по методу наименьших квадратов, может не соответствовать (быть неадекватной) наблюдаемым значениям величины y .

Проверка адекватности математической модели выполнялась по критерию Фишера (F -критерию).

Для этого находилась дисперсия адекватности по формуле:

$$S_{AD}^2 = \frac{m}{N-l} \sum_{j=1}^N (y_j - y_j^*)^2, \quad (10)$$

где: l – число значимых коэффициентов регрессии;

y_j^* – расчетное по уравнению регрессии значение отклика в i -ом опыте;

y_j – среднее значение в j -ом опыте.

Расчет дисперсии адекватности произведенный по методике [9] представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица дисперсии адекватности функции отклика наблюдаемым значениям величины y

№ опыта	y_{CP}	y^*	$(y_{CP} - y^*)^2$
1	0,06107	0,06106	$1 \cdot 10^{-10}$
2	0,06223	0,06224	$1 \cdot 10^{-10}$
3	0,11376	0,11375	$1 \cdot 10^{-10}$
4	0,13067	0,13068	$1 \cdot 10^{-10}$
5	0,06223	0,06224	$1 \cdot 10^{-10}$
6	0,11376	0,11375	$1 \cdot 10^{-10}$
7	0,06107	0,06106	$1 \cdot 10^{-10}$
8	0,13067	0,13068	$1 \cdot 10^{-10}$

Тогда $S_{AD}^2 = \frac{m}{N-l} \sum_{j=1}^N (y_j - y_j^*)^2 = 3,2 \cdot 10^{-10}$.

Соответственно значение F -критерия Фишера (дисперсионное отношение) определялось по формуле:

$$F = \frac{S_{AD}^2}{S_{ВОСПР}^2}. \quad (11)$$

В данном случае значение $F=0,00367$.

После определения чисел степеней свободы, выборки уровня значимости, по таблице [9] $F_{кр}=3,7$.

Так как $F < F_{кр}$, то гипотеза об адекватности модели не отвергалась, и уравнение регрессии считалось адекватным.

Таким образом, модель объекта строилась в следующей последовательности:

- проводился эксперимент;
- оценивались его результаты;
- определялись коэффициенты регрессии;
- проверялась значимость полученных коэффициентов;
- проверялась адекватность полученной модели следуемому объекту.

По полученной адекватной математической модели (9) можно сказать, что наибольшее влияние на величину коэффициента сопротивления качению оказывает x_1 (ширина СДГ) и фактор x_2 (количество СДГ). Фактор x_3 – угол внедрения СДГ, на величину коэффициента сопротивления качению особого влияния не оказывает. Характер влияния факторов x_1 и x_2

одинаков, при увеличении обоих факторов коэффициент сопротивления качению увеличивается. При раскодировании уравнения регрессии в расчетную формулу зависимости коэффициента сопротивления качению от количества и ширины СДГ пользовались методикой [3]. Для этого в полученное уравнение регрессии подставлялось вместо кодированного значения x_i натуральное значение \tilde{x}_i .

Преобразование выполнялось по формуле:

$$x_i = \frac{\tilde{x}_i - \tilde{x}_{i0}}{\Delta\tilde{x}_i}, \quad (12)$$

где: \tilde{x}_i – натуральное значение фактора;

\tilde{x}_{i0} – натуральное значение основного уровня фактора;

$\Delta\tilde{x}_i$ – интервал варьирования фактора.

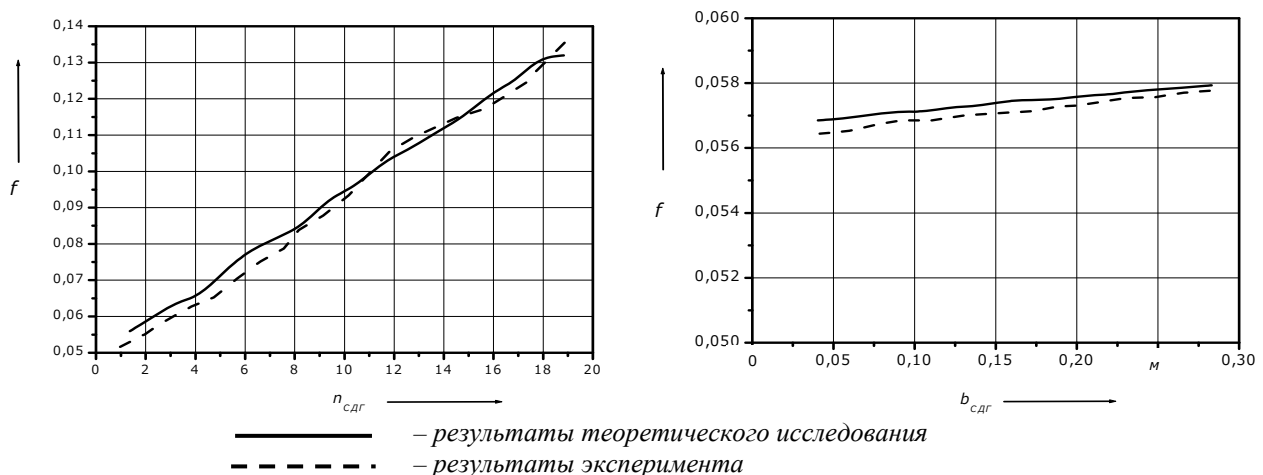
Таким образом, подставляя в уравнение регрессии $x_1 = \frac{b_{\text{СДГ}} - 0,161}{0,115}$ и $x_2 = \frac{n_{\text{СДГ}} - 10}{8}$,

получили расчетную формулу зависимости коэффициента сопротивления качению БГМ по льду в зависимости от количества и ширины установленных СДГ на траки ГЦ ГД:

$$f = 0,05465 - 0,00352b_{\text{СДГ}} + 0,003096n_{\text{СДГ}} + 0,00428b_{\text{СДГ}}n_{\text{СДГ}}. \quad (13)$$

На рисунке 5 представлены расчетные и экспериментальные зависимости величин коэффициента сопротивления качению и максимального коэффициента сцепления при движении МТ-ЛБ по обледенелой дороге от количества СДГ установленных на ГЦ ГД МТ-ЛБ и от ширины СДГ.

Как можно заметить, данные зависимости, полученные в результате математического моделирования процессов образования f и φ_{max} , находятся в пределах доверительного интервала и достаточно точно повторяют характер кривых, полученных в результате экспериментальных исследований.



— результаты теоретического исследования
 - - - результаты эксперимента

Рисунок 5 – Зависимость f от $n_{\text{СДГ}}$,
 при $b_{\text{СДГ}} = 0,276$ м и зависимость f от $b_{\text{СДГ}}$, при $n_{\text{СДГ}} = 1$

Анализ полученных расчетным и экспериментальным путем зависимостей, отображенных на графиках, представленных на рисунке 5, позволяют сделать следующие выводы.

Зависимость величины коэффициента сопротивления качению МТ-ЛБ при движении по обледенелой дороге от количества устанавливаемых СДГ на ГЦ ГД имеет ярко выраженный характер прямой пропорциональности, причем величина коэффициента сопротивления

качению при $n_{СДГ} = 1$ и $b_{СДГ} = 0,276$ м имеет значение $-0,057$, а при $n_{СДГ} = 18$ и $b_{СДГ} = 0,276$ м, значение $-0,13$. Как видно, величина коэффициента сопротивления качению увеличилась в два раза.

Аналогичный вид прямой пропорциональности имеет зависимость величины коэффициента сопротивления движению от ширины устанавливаемых СДГ на ГЦ ГД МТ-ЛБ. Однако, как показано на графике (рис. 5), видно, что заметного увеличения коэффициента сопротивления движению с увеличением ширины СДГ не происходит.

Сравнение данных эксперимента с результатами расчета позволяет отметить, что характеры протекания процессов, описанных теоретическими зависимостями и экспериментально полученными функциями, не имеют качественных отличий, кроме того, сравнительная характеристика расчетных и экспериментальных данных свидетельствует о достаточно высокой сходимости результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шенк, Х. К. Теория инженерного эксперимента [Текст] / Х. К. Шенк. – М. : Мир, 1972. – 382 с. – Библиогр.: с. 379–381.
2. Зайдель, А. Н. Ошибки измерения физических величин [Текст] / А. Н. Зайдель. – Л. : Наука, 1974. – 340 с. – Библиогр.: с. 337–339.
3. Иванкина, О. П. Методика планирования эксперимента [Текст]: Учеб. пособие для студентов вузов. – 2-е изд., перераб. / О. П. Иванкина. – М. : Наука, 2003. – 29 с. – Библиогр.: с. 28.
4. Забавников, Н. А. Основы теории транспортных гусеничных машин [Текст] / Н. А. Забавников. – М. : Машиностроение, 1975. – 448 с. – Библиогр.: с. 443–446.
5. ГОСТ 8.207 – 76 Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения [Текст]. Введ. 76–10–12. – М. : Изд-во стандартов, 1977. – 9 с.
6. Праведников, Д. В. Оценка проходимости боевых гусеничных машин при движении по грунтам с низким коэффициентом сцепления [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 20.02.14 / Праведников Дмитрий Владимирович. – Кубинка, 2005. – 163 с. – Библиогр.: с. 154–162.
7. Васильев, А. В. Влияние конструктивных параметров гусеничного трактора на его тягово-сцепные свойства [Текст] / А. В. Васильев, Е. Н. Докучаева, О. Л. Уткин-Любовцев. – М. : Машиностроение, 1969. – 192 с. – Библиогр.: с. 189–191 с.
8. Глущенко, С. В. Способ повышения проходимости МТ-ЛБ по мерзлому обледенелому грунту [Текст] / С. В. Глущенко, В. Ф. Васильченко, А. Н. Савельев // Сб. науч. тр. / Рязан. воен. автом. ин-т. – Рязань, 2007. – № 17. – С. 66–69. – Библиогр.: с. 69.
9. Адлер, Ю. Н. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. Н. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 176 с. – Библиогр.: с. 173–175.

Глущенко Сергей Владимирович

Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова
Старший преподаватель кафедры Эксплуатации вооружения и военной техники, кандидат технических наук, подполковник

Адрес: 390031, г. Рязань, площадь Маргелова, дом 1
Тел.: +7 (903) 6415915
E-mail: glushenko.78@bk.ru

Дойнов Александр Владимирович

Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В.Ф. Маргелова
Адъюнкт кафедры Эксплуатации вооружения и военной техники, старший лейтенант

Адрес: 390031, г. Рязань, площадь Маргелова, дом 1
Тел.: +7 (920) 4406059
E-mail: dedo-88-88@mail.ru

S. V. GLUSHCHENKO, A. V. DOYNOV

WAY OF EXPERIMENTAL DEFINITION

COEFFICIENT OF RESISTANCE TO SWING THE FIGHTING TRACK LAYING VEHICLE

In article to be given the order of preparation of equipment to carrying out pilot studies. The algorithm of performance of actions on processing of the obtained data at practical working off of the plan of experiment is specified. Comparison theoretical and experimental received these sizes of coefficient of resistance is given to swing of the fighting track laying vehicle.

Keywords: fighting track laying vehicle, coefficient of resistance to swing, pilot studies.

BIBLIOGRAPHY

1. Shenk, H. K. Teoriya inzhenerenogo eksperimenta [Tekst] / H. K. Shenk. - M. : Mir, 1972. - 382 s. - Bibliogr.: s. 379-381.
2. Zaydel', A. N. Oshibki izmereniya fizicheskikh velichin [Tekst] / A. N. Zaydel'. - L. : Nauka, 1974. - 340 s. - Bibliogr.: s. 337-339.
3. Ivankina, O. P. Metodika planirovaniya eksperimenta [Tekst]: Ucheb. posobie dlya studentov vuzov. - 2-e izd., pererab. / O. P. Ivankina. - M. : Nauka, 2003. - 29 s. - Bibliogr.: s. 28.
4. Zabavnikov, N. A. Osnovy teorii transportnykh gusenichnykh mashin [Tekst] / N. A. Zabavnikov. - M. : Mashinostroenie, 1975. - 448 s. - Bibliogr.: s. 443-446.
5. GOST 8.207 - 76 Pryamye izmereniya s mnogokratnymi nablyudenyami. Metody obrabotki rezul'tatov nablyudeniya. Osnovnye polozheniya [Tekst]. Vved. 76-10-12. - M. : Izd-vo standartov, 1977. - 9 s.
6. Pravednikov, D. V. Otsenka prokhozimosti boevykh gusenichnykh mashin pri dvizhenii po gruntam s nizkim koeffitsientom stsepleniya [Tekst] : dis. ... kand. tekhn. nauk : 20.02.14 / Pravednikov Dmitriy Vladi-mirovich. - Kubinka, 2005. - 163 s. - Bibliogr.: s. 154-162.
7. Vasil'ev, A. V. Vliyanie konstruktivnykh parametrov gusenichnogo traktora na ego tyagovo-stsepnye svoystva [Tekst] / A. V. Vasil'ev, E. N. Dokuchaeva, O. L. Utkin-Lyubovtsev. - M. : Mashinostroenie, 1969. - 192 s. - Bibliogr.: s. 189-191 s.
8. Glushchenko, S. V. Sposob povysheniya prokhozimosti MT-LB po merzlotu obledenelomu gruntu [Tekst] / S. V. Glushchenko, V. F. Vasil'chenkov, A. N. Savel'ev // Sb. nauch. tr. / Ryazan. voen. avtom. in-t. - Ryazan', 2007. - № 17. - S. 66-69. - Bibliogr.: s. 69.
9. Adler, YU. N. Planirovanie eksperimenta pri poiske optimal'nykh usloviy [Tekst] / YU. N. Adler, E. V. Markova, YU. V. Granovskiy. - M. : Nauka, 1976. - 176 s. - Bibliogr.: s. 173-175.

Glushchenko Sergey Vladimirovich

Ryazan higher airborne troop command school named after general of the army V.F. Margelov
Senior lecturer in Exploitation of armament and military equipment, Candidate tech. sciences, lieutenant colonel

Address: 390031, Ryazan, area Margelov, house 1
Tel.: +7 (903) 6415915
E-mail: glushenko.78@bk.ru

Doynov Alexander Vladimirovich

Ryazan higher airborne troop command school named after general of the army V.F. Margelov
Graduated in a military academy of chair of Operation of arms and military equipment, senior lieutenant
Address: 390031, Ryazan, area Margelov, house 1
Tel.: +7 (920) 4406059
E-mail: dedo-88-88@mail.ru

В. А. КОРЧАГИН, В. П. САХНО, Р. М. КУЗНЕЦОВ, Р. М. МАРЧУК, Н. И. ФАЙЧУК

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МАНЕВРЕННОСТИ ДВУХ- И ТРЕХЗВЕННЫХ АВТОПОЕЗДОВ

Проведен анализ массовых и компоновочных параметров двухзвенных и многозвенных автопоездов различных компоновочных схем и определены показатели их маневренности. Показано, что только двухзвенные автопоезда удовлетворяют требованиям Директивы 2002/7/ЕС при неуправляемых прицепных звеньях. Для многозвенных автопоездов актуальным является выбор количества и места установки управляемых звеньев.

Ключевые слова: маневренность, автопоезд, компоновочная схема, звенья.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях возрастающих плотностей транспортных потоков, увеличения количества большегрузных крупногабаритных автомобилей и автопоездов на дорогах страны возможность дальнейшего повышения производительности автотранспортных средств (АТС) за счет роста средних скоростей движения существенно ограничена требованиями обеспечения безопасности. В связи с этим перспективным является использование автопоездов большой грузоподъемности и большой габаритной длины в составе седельных тягачей и полуприцепов или тягачей и прицепов, способных перевозить одновременно большие партии грузов. Это связано с развитием перевозок грузов в контейнерах, что заставило длины автопоездов увязывать с размерами универсальных контейнеров ISO. Поскольку за последние 25 лет габаритные длины АТС увеличились, то потребовалось изменить требования к маневренности автомобилей и автопоездов. В частности, Директивой 2002/7/ЕС [1] регламентируются внешний и внутренний габаритные радиусы и габаритная полоса движения.

ЦЕЛЮЮ РАБОТЫ является сравнительный анализ показателей маневренности наиболее распространенных двух- и трехзвенных автопоездов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Маневренностью АТС называют совокупность таких свойств, которые обеспечивают беспрепятственное движение их по опорной поверхности, которая имеет ограничение как по площади, так и по форме [2]. Такими ограничениями при движении АТС могут быть пространственные, что связанные с длиной и высотой транспортного средства, а также с формой и размерами дорожного полотна, которое служит опорной поверхностью для качения колес его звеньев.

При движении автопоезда все его точки осуществляют поступательное перемещение своими траекториями, образующими в совокупности габаритную полосу движения, которую определить теоретически достаточно сложно и невозможно оценить небольшим числом параметров. Поэтому для оценки маневренности используют такие измерители и характеристики [2]: минимальный и максимальный габаритные радиусы поворота, параметр маневренности при круговом движении, поворотная ширина по следу колес, габаритная полоса движения (ГПД), аппроксимированная ГПД, концентрическая аппроксимированная ГПД, фактор и показатель маневренности, под которым понимается степень сдвига траектории движения ведомого звена автопоезда относительно ведущего.

По известному показателю маневренности и заданными геометрическими параметрами автопоезда могут быть определены все другие измерители маневренности, потому что все они определяются параметрами криволинейного движения автопоезда, основными из которых есть углы складывания звеньев автопоезда. Эти углы определяются для разных стадий поворота автопоезда, а именно – вход в поворот, движение по кругу, выход из поворота, прямолинейное движение автопоезда.

Для наиболее распространенного трехзвенного седельно-прицепного автопоезда уравнения углов составления записываются в виде [3]:

$$\frac{d\gamma_1}{d\gamma_0} = \frac{\operatorname{tg}(\gamma_0)}{K_{\Pi} \cdot L_0} \cdot \left(1 - \frac{L_0}{\operatorname{tg}(\gamma_0)} \cdot \frac{\left(\sin\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right) - \frac{C_0 \cdot \operatorname{tg}(\gamma_0)}{L_0} \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right) \right)}{L_1 \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0} - \gamma_1\right)} \right), \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{d\gamma_2}{d\gamma_0} = & \frac{\left(\sin\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right) - \frac{C_0 \cdot \operatorname{tg}(\gamma_0)}{L_0} \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right) \right)}{K_{\Pi} \cdot L_1 \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0} - \gamma_1\right)} - \\ & - \frac{\left(\cos(\gamma_1) + \frac{C_0 \cdot \operatorname{tg}(\gamma_0)}{L_0} \cdot \sin(\gamma_1) \right) \cdot \sin\left(-\frac{\gamma_1}{i_0} + \gamma_1 + \frac{\gamma_2}{i_1} - \alpha_1\right)}{K_{\Pi} \cdot \cos\left(\frac{\gamma_2}{i_1} - \gamma_2\right) \cdot L_2 \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0} - \gamma_1 + \alpha_1\right)}, \end{aligned} \quad (2)$$

где: L_0 – база автомобиля-тягача;

L_1 – база полуприцепа;

L_2 – база прицепа;

C_0 – расстояние от точки сцепки тягача с полуприцепом к задней оси тягача;

$\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2$ – соответственно угол поворота управляемых колес автомобиля-тягача, первый и второй углы составления автопоезда;

α_1 – угол между перпендикуляром к задней оси тягача и лучом, который соединяет точку сцепки тягача с полуприцепом и мгновенным центром вращения автопоезда;

K_{Π} – режимный коэффициент поворота;

i_0, i_1 – соответственно передаточные отношения повода управления колесами полуприцепа и прицепа.

Из формул (1), (2) видно, что полученные уравнения хотя и составляют систему, но при отсутствии в автопоезде обратных связей движение следующих звеньев не влияет на движение предыдущих. Такая схема весьма идеализированная, но учитывая, что автопоезд не может выполнять поворот с высокой скоростью, на практике расхождения между теоретическими и практическими значениями лежат в допустимых пределах.

Во время движения по круговой траектории радиусом R_{MIN} (если есть такой участок) определяющим параметром становится центральный угол φ_K . Используя соотношение $d\gamma_0 = R_{\text{MIN}} \cdot K_{\Pi} \cdot d\varphi_K$, а также принимая во внимание, что $\gamma_0 = \text{const} = \gamma_{0\text{MAX}}$ получим:

$$\frac{d\gamma_1}{d\varphi_K} = \left(1 - R_{0MIN} \cdot \frac{\left(\sin\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right) - \frac{C_0}{R_{0MIN}} \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right) \right)}{L_1 \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0} - \gamma_1\right)} \right), \quad (3)$$

$$\frac{d\gamma_2}{d\varphi_K} = \frac{\left(\sin\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right) - \frac{C_0}{R_{0MIN}} \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right) \right) \cdot R_{0MIN}}{L_1 \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0} - \gamma_1\right)} - \quad (4)$$

$$- \frac{\left(\cos(\gamma_1) + \frac{C_0}{R_{0MIN}} \cdot \sin(\gamma_1) \right) \cdot R_{0MIN} \cdot \sin\left(-\frac{\gamma_1}{i_0} + \gamma_1 + \frac{\gamma_2}{i_1} - \alpha_1\right)}{L_2 \cdot \cos\left(\frac{\gamma_2}{i_1} - \gamma_2\right) \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0} - \gamma_1 + \alpha_1\right)}.$$

При выходе из поворота применяются уравнения (1) и (2), но поскольку рулевое колесо вращают в обратном направлении, то следует использовать коэффициент K_{Π} со знаком “-”.

Последняя стадия – прямолинейное движение автомобиля-тягача до той поры, пока все исходные параметры не вернуться в исходное состояние. Так, на этой стадии углы складывания звеньев автопоезда уже не зависят от положения управляющих колес, а лишь от пути, который проходит автомобиль-тягач. Тогда $d\gamma_0 = K_{\Pi} \cdot dS_0$. Поскольку $\gamma_0 = 0$, то:

$$\frac{d\gamma_1}{dS_0} = - \frac{\sin\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right)}{L_1 \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0} - \gamma_1\right)}, \quad (5)$$

$$\frac{d\gamma_2}{dS_0} = \frac{\sin\left(\frac{\gamma_1}{i_0}\right)}{L_1 \cdot \cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0} - \gamma_1\right)} - \frac{\cos(\gamma_1)}{\cos\left(\frac{\gamma_1}{i_0} - \gamma_1 + \alpha_1\right)} \cdot \frac{\sin\left(-\frac{\gamma_1}{i_0} + \gamma_1 + \frac{\gamma_2}{i_1} - \alpha_1\right)}{L_2 \cdot \cos\left(\frac{\gamma_2}{i_1} - \gamma_2\right)}. \quad (6)$$

По найденным углам складывания звеньев автопоезда определяются габаритные радиусы поворота и обобщающий показатель маневренности – ГПД.

№1(40)2013 (январь-март) Технологические машины

В таблицах 1, 2 приведены компоновочные схемы типичных автопоездов, которые построены с помощью программного обеспечения компании Scania, и определена габаритная полоса этих автопоездов из использования выражений (1-6) при круговом движении и входе в поворот.

Максимальные массы автопоездов определялись из условия допустимых осевых нагрузок в соответствии с “Соглашением о массах и габаритах транспортных средств...”.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что максимальное использование грузоподъемности транспортных средств при условии загрузки их европоддонами достигается только для двухзвеньевых автопоездов, общая масса которых не превышает 42000 кг. Для трехзвенных автопоездов наблюдается существенная недогрузка как автомобилей-тягачей и прицепов прицепных автопоездов, так и полуприцепов седельных автопоездов, исходя из общей массы таких автопоездов на уровне 60000 кг. Это нуждается в пересмотре длины отдельных звеньев автопоезда с тем, чтобы для любой конструкции максимально использовать возможности автопоезда.

Таблица 1 – Компоновочные схемы автопоездов

Тип автопоезда	Компоновочная схема
1. Седельный автопоезд	
2. Прицепной автопоезд	

Продолжение таблицы 1

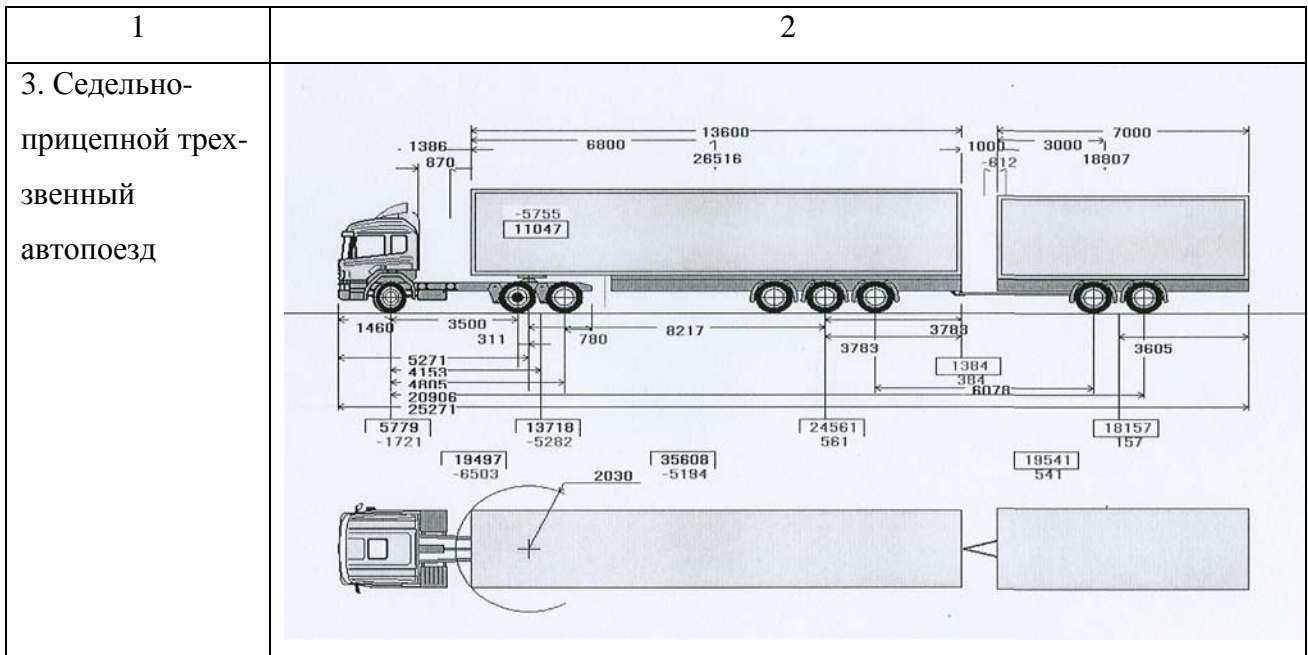
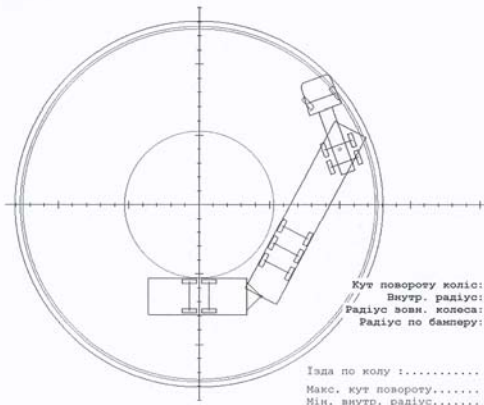
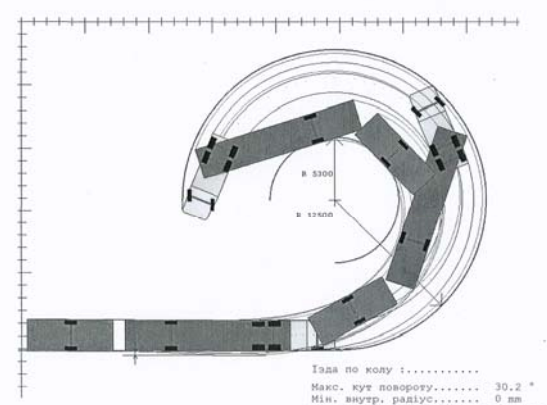


Таблица 2 – Габаритная полоса движения автопоездов

Тип автопоезда	Круговое движение автопоезда	Вход в поворот
1.	<p>Кут повороту коліс: 22 Внутр. радіус: 53 Радіус воєн. колеса: 12 Радіус по бамперу: 12</p> <p>Ізда по колу :..... Макс. кут повороту..... 20° Мин. внутр. радіус..... 0 Мин. радіус смуги руху... 9 Мин. воєн. радіус..... 11</p>	<p>Ізда по колу :..... Макс. кут повороту..... 30.2° Мин. внутр. радіус..... 0 мм Мин. радіус смуги руху... 10657 мм Мин. воєн. радіус..... 11122 мм</p>
2.	<p>Кут повороту коліс: 34, Внутр. радіус: 530 Радіус воєн. колеса: 112 Радіус по бамперу: 116</p> <p>Ізда по колу :..... Макс. кут повороту..... 48° Мин. внутр. радіус..... 23 Мин. радіус смуги руху... 81 Мин. воєн. радіус..... 94</p>	<p>Ізда по колу :..... Макс. кут повороту..... 48° Мин. внутр. радіус..... 235 мм Мин. радіус смуги руху... 8779 мм Мин. воєн. радіус..... 9446 мм</p>

1	2	3
3.		

Анализ данных таблицы 2 показывает также, что только двухзвенные автопоезда удовлетворяют требованиям Директивы относительно маневренности. Для трехзвенных автопоездов при неуправляемых прицепных звеньях минимальный внешний габаритный радиус поворота при внутреннем габаритном радиусе на уровне 5,3 мм изменяется в пределах от 12,63 м для прицепного автопоезда до 14,89 м – для автопоезда типа “B-Double”. Объясняется это тем, что длина трехзвенного автопоезда находится в пределах 26,0...27,0 м.

Из приведенного анализа можно сделать вывод, что для многозвенных автопоездов актуальным является выбор количества управляемых прицепных звеньев и их размещения в составе автопоезда.

ВЫВОДЫ

Установлено, что только двухзвеньевые автопоезда удовлетворяют требованиям Директивы 2002/7/ЕС относительно маневренности. Трехзвенные автопоезда не удовлетворяют требованиям названной Директивы из-за значительной их длины.

Из приведенного анализа можно сделать вывод, что для многозвенных автопоездов актуальным является выбор количества управляемых прицепных звеньев и их размещения в составе автопоезда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. DIRECTIVE 2002/7/EC of European parliament and of the council of 18 February 2002 amending Council Directive 96/53/EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. // Official Journal of the European Communities. – 2002. – No L67/47-49.
2. Закин, Я. Х. Маневренность автомобиля и автопоезда [Текст] / Я. Х. Закин. - М.: Транспорт, 1986. - 137 с.
3. Сахно, В. П. Маневреність триланкових автопоїздів [Текст] / В. П. Сахно, І. Ф. Вороніна, С. С. Углярниці, В. В. Стельмашук // Автошляховик України. Окремий випуск. Вісник ЦНЦ ТAU. –2004. Окремий випуск №7. - С. 118-124.
4. Корчагин, В. А. Влияние эффекта солнечного ослепления водителя на производительность автомобиля [Текст] / В. А. Корчагин, П. А. Пегин // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. - № 2. – С.103-110.

Корчагин Виктор Алексеевич

Львівський державний технічний університет

Адрес: 43018, г. Луцк, ул. Львовская, 75

Заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Управление автотранспортом»

Тел.: +7 (4742) 328207

E-mail: rector@lstu.com.ua

Сахно Владимир Прохорович

Национальный транспортный университет (НТУ) Украины

Адрес: Украина, 01010, г. Киев, Суворова 1

Д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили»
Тел.: (044) 2808203
E-mail: general@ntu.edu.ua

Кузнецов Руслан Михайлович

Луцкий национальный технический университет
Адрес: 43018, г. Луцк, ул. Львовская, 75
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобили», докторант НТУ
Тел.: (0332) 774840, 746103, (03322) 60860
E-mail: rector@lstu.com.ua

Марчук Роман Николаевич

Луцкий национальный технический университет
Адрес: 43018, г. Луцк, ул. Львовская, 75
Аспирант кафедры «Автомобили» НТУ.
Тел.: (0332) 774840, 746103, (03322) 60860
E-mail: rector@lstu.com.ua

Файчук Николай Иванович

Луцкий национальный технический университет
Адрес: 43018, г. Луцк, ул. Львовская, 75
Аспирант кафедры «Автомобили» НТУ
Тел.: (0332) 774840, 746103, (03322) 60860
E-mail: rector@lstu.com.ua

V. A. KORCHAGIN, V. P. Sakhni, R. M. Kuznetsov, R. M. Marchuk, N. I. FAYCHUK

COMPARISON OF TWO-AND MANOEUVRABILITY THREE-ROAD TRAINS

The analysis of mass both layout parameters twolink and iterative lorry convoys of various layout circuits is carried out and parameters of their maneuverability are determined. It is shown, that only twolink lorry convoys meet the requirements of the Instruction 2002/7/EC at unguided hook-on parts. For iterative lorry convoys the choice of quantity and an installation site of controlled parts is actual.

Keywords: *agility, train, layout scheme, links.*

BIBLIOGRAPHY

1. DIRECTIVE 2002/7/EC of European parliament and of the council of 18 February 2002 amending Council Directive 96/53/EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. // Official Journal of the European Communities. - 2002. - No L67/47-49.
2. Zakin, YA. H. Manevrennost avtomobilya i avtopoezda [Tekst]/YA. H. Zakin. - M.:Transport,1986. - 137 s.
3. Sakhno, V. P. Manevrenist trilankovikh avtopoizdiv [Tekst] / V. P. Sakhno, I. F. Voronina, S. S. Uglyanitsya, V. V. Stel' mashchuk // Avtoshlyakhovik Ukraini. Okremiy vipusk. Visnik TSNTS TAU. -2004. Okremiy vipusk №7. - S. 118-124.
4. Korchagin, V. A. Vliyanie efekta solnechnogo oslepleniya voditelya na proizvoditel`nost` avtomobilya [Tekst] / V. A. Korchagin, P. A. Pegin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. - № 2. - S.103-110.

KorchaginViktor Alekseevich

Lipetsk State Technical University
Address: 43018, Lutsk, st. Lviv, 75
Honored Worker of Science, Dr. Sc. , Professor, Head. Department "Management avtotranspor-volume"
Tel.: +7 (4742) 328207
E-mail: rector@lstu.com.ua

Sakhno Vladimir Prohorovich

National Transport University (NTU) of Ukraine
Address: Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorov 1
Dr. tech. Sciences, Professor, Head of "Cars"
Tel.: (044) 2808203
E-mail: general@ntu.edu.ua

№1(40)2013 (январь-март) Технологические машины

Kuznetsov Ruslan Mihaylovich

Lutsk National Technical University

Address: 43018, Lutsk, st. Lviv, 75

Candidate tech. sciences, assistant professor of "Cars", PhD NTU

Tel.: (0332) 774840, 746103, (03322) 60860

E-mail: rector@lstu.com.ua

Marchuk Roman Nikolaevich

Lutsk National Technical University

Address: 43018, Lutsk, st. Lviv, 75

Graduate student of "Cars" NTU.

Tel.: (0332) 774840, 746103, (03322) 60860

E-mail: rector@lstu.com.ua

Faychuk Nikolai Ivanovich

Lutsk National Technical University

Address: 43018, Lutsk, st. Lviv, 75

Graduate student of "Cars" NTU

Tel.: (0332) 774840, 746103, (03322) 60860

E-mail: rector@lstu.com.ua

Уважаемые коллеги!

приглашаем вас принять участие в работе

III-ей международной научно-практической конференции

**«Актуальные вопросы инновационного
развития транспортного комплекса»,**

которая будет проводиться

20 - 23 мая 2013 года

<http://gu-unpk.ru/chair/sirm/science>

БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

УДК 378.147

Т. П. ЧЕПИКОВА, А. А. ПОВАРНИЦИН, Р. Ф. ШАИХОВ

**АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ И ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Обоснована необходимость полного и всестороннего анализа данных о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) как основы для выработки решений в области обеспечения безопасности дорожного движения, в том числе по совершенствованию его организации.

Ключевые слова: учет и анализ ДТП, моделирование процессов дорожного движения

Процесс автомобилизации с каждым годом охватывает все большее число стран, постоянно увеличивается автомобильный парк, количество вовлекаемых в сферу дорожного движения людей. Рост автомобильного парка и объема перевозок ведет к увеличению интенсивности движения, что в условиях городов приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети. Здесь увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов транспортных средств.

Одновременно растет и количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в которых гибнут и получают ранения миллионы людей во всем мире, повреждаются и выходят из строя дорогостоящая техника и грузы.

Обеспечение быстрого и безопасного движения в современных городах требует применения комплекса мероприятий архитектурно-планировочного и организационного характера.

Общая статистика ДТП по г. Чайковский представлена на рисунке 1.

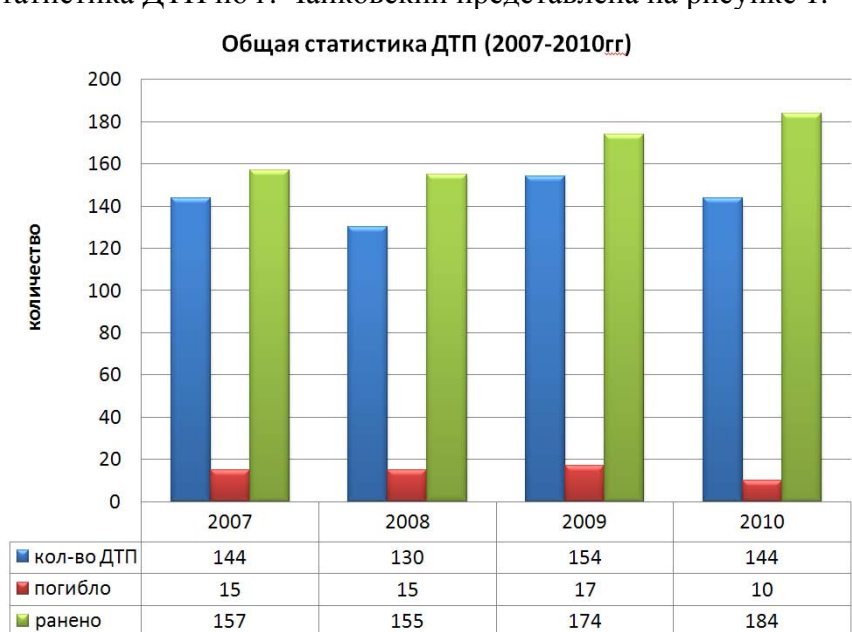


Рисунок 1 – Общая статистика ДТП по г. Чайковский

Для учета и анализа ДТП в зависимости от их характера подразделяют на следующие виды: столкновение; опрокидывание; наезд на препятствие; наезд на пешехода; наезд на ве-

лосипедиста; наезд на стоящее транспортное средство; наезд на гужевой транспорт; наезд на животных; прочие [1].

Статистика распределения ДТП по видам в г. Чайковский представлена на рисунке 2.

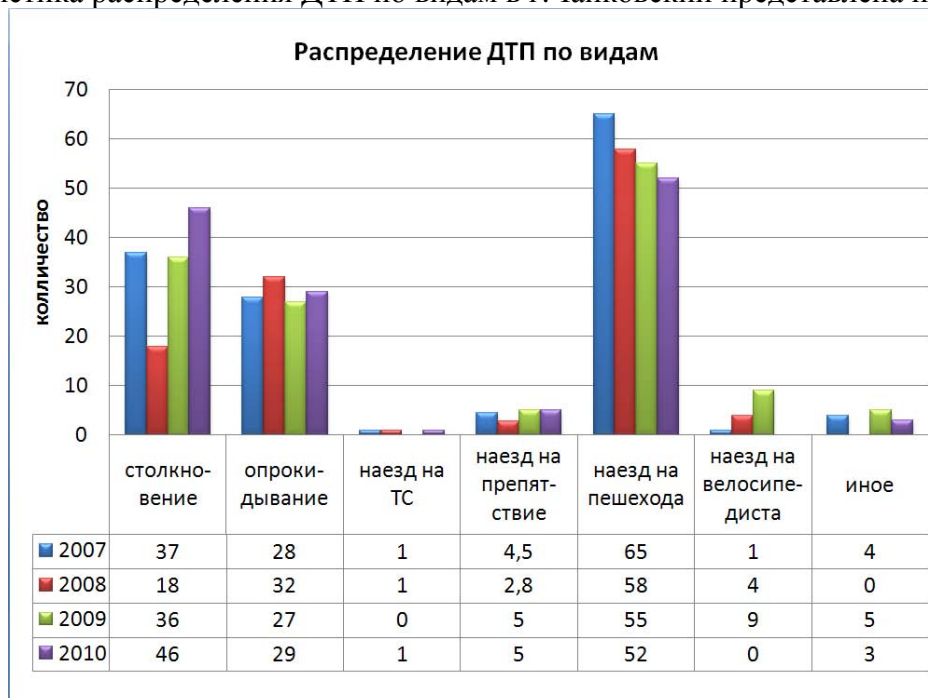


Рисунок 2 - Распределение ДТП по г. Чайковский по видам совершения

Из числа наиболее важных задач анализа данных о состоянии аварийности и о значениях других показателей, характеризующих деятельность по обеспечению безопасности дорожного движения, можно назвать следующие:

- обоснование мероприятий по всем направлениям деятельности по ОБДД (совершенствованию дорожных условий и конструкций транспортных средств, предупреждению детского дорожно-транспортного травматизма и подготовке водителей и других), а также оценка эффективности мероприятий и определение очередности их проведения;

- прогнозирование состояния аварийности. Это направление является одним из наиболее интенсивно развиваемых путей совершенствования анализа статистических данных. Разработано уже достаточно много разнообразных моделей для прогнозирования состояния аварийности;

- разработка многомерных методов обработки информации для сопоставления состояния аварийности и деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения;

- анализ причин и условий возникновения конкретных, единичных дорожно-транспортных происшествий, который часто называют экспертизой дорожно-транспортных происшествий;

- анализ ограниченных групп ДТП. Решению этой задачи особенно большое внимание уделяется в зарубежных странах, где получены значительные результаты. С привлечением больших материальных средств, сил практических и научных работников исследуются причины дорожно-транспортных происшествий с автоприцепами, при правых поворотах на перекрестках, влияние ограничения скорости на аварийность на скоростных автомагистралях и т. д. Полученные результаты тщательно исследуются и нередко получают широкое распространение при профилактике ДТП.

- создание универсальных программных комплексов для ЭВМ, предназначенных для ввода, контроля, хранения, поиска и выдачи информации в удобном для пользователя виде [3].

В отечественной и зарубежной практике исследований дорожного движения известно много методов, начиная от простейших, выполнение которых доступно одному человеку без

специального оснащения, и кончая сложными и трудоемкими, требующими применения современной электронно-измерительной аппаратуры и ходовых лабораторий. Многообразие методов объясняется, с одной стороны, большим числом задач, решаемых с помощью организации движения, и параметров, влияющих на характеристики движения, а с другой — постоянным совершенствованием аппаратуры, применяемой для получения первичных данных и их обработки.

Документальное изучение подразумевает изучение материала без непосредственного выезда на объект исследования. Документальное изучение можно осуществлять как на базе специально собранных данных, так и обработкой предназначенных для других целей материалов.

Важным разделом документального изучения является прогнозирование размеров движения, которое базируется на гипотезе роста размеров движения пропорционально росту парка автомобилей.

Во всех странах с развитой автомобилизацией организован учет дорожно-транспортных происшествий, который регламентируется специальным документом — Правилами учета ДТП.

Обычно Правилами устанавливаются:

- государственные органы, на которые возлагаются обязанности по сбору сведений о ДТП;
- определения понятий дорожно-транспортное происшествие, погибший, раненый, материальный ущерб и некоторых других;
- порядок сбора и обработки информации, состав сведений о ДТП, их дифференциацию в зависимости от уровня управляющего звена;
- меры по обеспечению полноты и достоверности сведений о ДТП, их согласованности с данными о состоянии дорожно-уличной сети, погоды и с другими факторами, влияющими на возникновение ДТП и состояние аварийности [2].

Анализ данных Госавтоинспекции о ДТП позволяет дать обобщенную характеристику причин и условий их возникновения, а также выявить места концентрации ДТП.

Натурные исследования заключаются в фиксации конкретных условий и показателей дорожного движения, происходящего в течение данного периода времени. Эта группа методов в настоящее время наиболее распространена и отличается большим многообразием. Натурные исследования являются единственным способом получения достоверной информации о состоянии дорог и позволяют дать точную характеристику существующих транспортных и пешеходных потоков.

Натурные исследования дорожного движения с точки зрения метода получения информации и ее характера подразделяют на две группы: первая — изучение на стационарных постах, позволяющее получить многие характеристики и их изменение во времени, однако только в тех местах УДС, где эти посты расположены; вторая — изучение с помощью подвижных средств, позволяющее получить пространственные и пространственно-временные параметры дорожного движения.

Исследования второй группы чаще всего обеспечивают при помощи автомобиля-лаборатории, иногда для этих целей применяют вертолет. Общим условием для всех натурных исследований является необходимость присутствия наблюдателя. В некоторых случаях функции наблюдателя могут выполняться с помощью автоматических датчиков в обследуемой точке УДС. Натурные исследования дорожного движения осуществляются пассивными или активными методами.

При пассивном методе фиксируются лишь фактически сложившиеся режимы движения, и наблюдатель не вмешивается в процесс движения, т.е. получает "фотографию" существующего положения. Вместе с тем определенные характеристики транспортного и пешеходного потоков могут существенно изменяться даже при относительно небольшом улучшении организации движения, например при установке дополнительных знаков. Поэтому в ряде случаев необходим активный эксперимент, не ограничивающийся фиксацией существующих

ющего положения, а обеспечивающий проверку эффективности различных вариантов организации дорожного движения. Это в первую очередь проверка при искусственном увеличении интенсивности движения.

Моделирование процессов дорожного движения базируется на описании различных аспектов движения автомобилей или пешеходов математическими методами.

Детерминированные модели строятся по средним значениям, полученных натурными исследованиями и являются более простыми. Стохастические модели строятся с учетом случайного распределения показателей, характеризующих отдельные элементы принимаемого математического описания процесса движения, и могут обеспечить более объективное воспроизведение различных фрагментов дорожного движения, в частности, с учетом поведения людей (водителей и пешеходов).

Как правило, анализ вариантов при моделировании выполняют при помощи ЭВМ, что, в конечном счете, ускоряет процесс такого исследования с большой вариацией применяемых исходных данных.

Каждое исследование должно, как правило, состоять из четырех основных этапов:

1 - разработка проекта программы и методики исследования; 2 - подготовка исследования; 3 - непосредственное проведение исследования; 4 - обработка полученных данных и составление отчета [4].

Важной основой всей работы по организации и обеспечению безопасности дорожного движения является анализ данных о ДТП.

Полный и всесторонний анализ данных о ДТП имеет важное значение как основа для выработки решений в области обеспечения безопасности дорожного движения, в том числе по совершенствованию его организации. Среди наиболее важных задач, которые решают на основе анализа данных об аварийности, кроме задач улучшения организации дорожного движения, можно назвать следующие:

- обоснование комплекса мер по совершенствованию дорожных условий, конструкции транспортных средств, подготовке водителей, а также оценка эффективности этих мер;
- прогноз аварийности;
- создание методов обработки информации для сопоставления состояния аварийности и деятельности по безопасности движения по различным направлениям проблемы;
- изучение причин единичных ДТП (экспертиза ДТП) и т.д.

Несмотря на то, что каждое конкретное ДТП представляет собой случайное явление, статистический анализ большого объема информации позволяет находить общие закономерности их возникновения. Можно назвать три характерных направления изучения материалов учета ДТП, которые необходимы для целей организации дорожного движения, и соответствующие им три метода анализа:

- количественный — оценка состояния аварийности на определенной административной территории или в транспортной организации и выявление тенденций ее изменения в связи с проводимыми мероприятиями по организации движения;
- качественный — выявление причин и факторов, обуславливающих возникновение ДТП, и разработка мероприятий для их устранения;
- топографический — выделение мест и участков дорог с наибольшей концентрацией ДТП ("очагов аварийности") [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев, М. Б. Водителю о правилах безопасности дорожного движения [Текст] / М. Б. Афанасьев, Г. И. Клинковштейн, В. А. Мелкий. – М.: Транспорт, 1989. – 240 с.
2. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст]: учебник для ВУЗов /В. Ф. Бабков. - М.: Транспорт, 1993. - 290 с.
3. Волошин, Г. А. Анализ дорожно- транспортных происшествий [Текст] / А. Г. Волошин, В. П. Мартынов, А. Г. Романов. - М.: Транспорт, 1987. – 240 с.
4. Клинковштейн, Г. И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения [Текст]: учеб. для ВУЗов /

Г. И. Клиновштейн, М. Б. Афанасьев. - 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1997-231с.

Чепикова Татьяна Петровна

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», Чайковский технологический институт (филиал)
Адрес: 617766, Пермский край, г. Чайковский, ул. Декабристов, 23, ауд. 508
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Автомобильный транспорт»
Тел.: +7 (922) 3067386
E-mail: chepikova_tanja@mail.ru

Шаихов Ринат Фидарисович

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», Чайковский технологический институт (филиал)
Адрес: 617766, Пермский край, г. Чайковский, ул. Декабристов, 23, ауд. 508
Доцент кафедры «Автомобильный транспорт»
Тел.: +7 (922) 6451394

Поварницин Александр Александрович

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»
Чайковский технологический институт (филиал)
Адрес: 617766, Пермский край, г. Чайковский, ул. Декабристов, 23
Магистрант
Тел.: +7 (34241) 29787
E-mail: kaf_at@chti.ru

T. P. CHEPIKOV, A. A. POVARNITSIN, R. F. SHAIKH

ANALYSIS OF EMERGENCY AND TO ENHANCE SECURITYROAD

Need of the full and all-round analysis of data on road accidents (road accident) as bases for development of decisions in the field of providing a bezopasknost of traffic, including on improvement of its orkganizatsiya is proved.

Keywords: account and road accident analysis, modeling of processes of traffic

BIBLIOGRAPHY

1. Afanas`ev, M. B. Voditelyu o pravilakh bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Tekst] / M. B. Afanas`ev, G. I. Klinkovshcheyn, V. A. Melkiy. - М.: Transport, 1989. - 240 s.
2. Babkov, V. F. Dorozhnye usloviya i bezopasnost` dvizheniya [Tekst]: uchebnik dlya VUZov /V. F. Babkov. - М.: Transport, 1993. - 290 s.
3. Voloshin, G. A. Analiz dorozhno- transportnykh proishestviy [Tekst] / A. G. Voloshin, V. P. Mar-tynov, A. G. Romanov. - М.: Transport, 1987. - 240 s.
4. Klinkovshcheyn, G. I., Afanas`ev M.B. Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya [Tekst]: ucheb. dlya VUZov / G. I. Klinkovshcheyn, M. B. Afanas`ev. - 4-e izd. pererab. i dop. - М.: Transport, 1997-231s.

Chepikov Tatiana Petrovna

FGBOU VPO "IzhSTU named MT Kalashnikov ", Tchaikovsky Institute of Technology (Branch)
Address: 617766, Perm, Tchaikovsky Street. Decembrists, 23, Rm. 508
Candidate tech. sciences, assistant professor of "Road Transport"
Tel.: +7 (922) 3067386
E-mail: chepikova_tanja@mail.ru

Shaikhov Rinat Fidarisovich

FGBOU VPO "IzhSTU named MT Kalashnikov ", Tchaikovsky Institute of Technology (Branch)
Address: 617766, Perm, Tchaikovsky Street. Decembrists, 23, Rm. 508
Associate Professor of "Road Transport"
Tel.: +7 (922) 6451394

Povarnitsin Alexander Alexandrovich

FGBOU VPO "IzhSTU named MT Kalashnikov "Tchaikovsky Institute of Technology (Branch)
Address: 617766, Perm, Tchaikovsky Street. Decembrists, 23
Graduate student
Tel.: +7 (34241) 29787
E-mail: kaf_at@chti.ru

УДК 629.11

Л. Е. ГАЙ, А. И. ШУТОВ, С. В. КУЩЕНКО, П. А. ВОЛЯ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Рассмотрены вопросы развития теории моделирования транспортных потоков. Проанализированы исследования процессов движения и выявлены факторы, влияющие на невозможность их применения. Приведена классификация моделей транспортного потока. Модели-аналоги являются макроскопическими, модели следования за лидером относят к классу микроскопических, вероятностные и гидродинамические модели имеют стохастический характер. Сделаны выводы о возможности их применения.

Ключевые слова: транспортный поток, моделирование дорожного движения, гидродинамическая модель, улично-дорожная сеть, режимы движения.

Современное общество нуждается в постоянном увеличении объема транспортного сообщения, повышении его надежности, безопасности и качества. Это требует увеличения затрат на улучшение инфраструктуры транспортной сети, превращения ее в гибкую, высокоуправляемую логистическую систему. При этом риск инвестиций значительно возрастает, если не учитывать закономерности развития транспортной сети, распределение загрузки ее участков. Игнорирование этих закономерностей приводит к частому образованию транспортных заторов, перегрузке/недогрузке отдельных линий и узлов сети, повышению уровня аварийности, экологическому ущербу [11, 12].

Для поиска эффективных стратегий управления транспортными потоками в городе, оптимальных решений по проектированию улично-дорожной сети и организации дорожного движения необходимо учитывать широкий спектр характеристик транспортного потока, закономерности влияния внешних и внутренних факторов на динамические характеристики смешанного транспортного потока.

Теория транспортных потоков развивалась исследователями различных областей знаний – физиков, математиков, транспортников, экономистов. Накоплен большой опыт исследования процессов движения. Однако, общий уровень исследований и их практического использования не достаточен в силу следующих факторов:

- транспортный поток нестабилен и многообразен, получение объективной информации о нем является наиболее сложным и ресурсоемким элементом системы управления;
- критерии качества управления дорожным движением противоречивы: необходимо обеспечивать бесперебойность движения одновременно снижая потери от задержек транспорта, накладывая ограничения на скорость и направления движения;
- дорожные условия, при всей стабильности, несут непредсказуемый характер как в части отклонения погодных-климатических параметров так и, собственно, стохастичность изменения параметров улично-дорожной сети;
- исполнение решений по управлению дорожным движением всегда неточно при реализации и, учитывая природу процесса дорожного движения, приводит к непредвиденным эффектам [1, 3, 4].

Все вышеперечисленное, безусловно, дискредитирует любые попытки аналитического описания закономерностей транспортных потоков и требует активного поиска альтернативных методов исследования, в том числе, моделирования.

Основы математического моделирования закономерностей дорожного движения были заложены в 1912 году русским ученым, профессором Г.Д. Дубелиром.

Первостепенной задачей, послужившей развитию моделирования транспортных потоков, стал анализ пропускной способности магистралей и пересечений. Под пропускной способностью понимают максимально возможное число автомобилей, которое может пройти

через сечение дороги за единицу времени. В специальной литературе встречаются такие модификации понятия пропускной способности, как теоретическая, номинальная, эффективная, собственная, практическая, фактическая и другие. В настоящее время пропускная способность является важнейшим критерием оценки качества функционирования путей сообщения [9].

Первая макроскопическая модель, в которой движение транспортного потока рассматривалось с позиций механики сплошной среды, была предложена в 1955 году Лайтхиллом (Lighthill) и Уиземом (Whitham) [2]. Они показали, что методы описания процессов переноса в сплошных средах могут быть использованы для описания моделирования заторов.

Выделение математических исследований транспортных потоков в самостоятельный раздел прикладной математики впервые было осуществлено Ф. Хейтом [3].

В 60-70-е годы вновь возник интерес к исследованию транспортных систем. Эта заинтересованность проявилась в том числе, в финансировании многочисленных контрактов, обращении к авторитетным ученым - специалистам в области математики, физики, процессов управления, таким как Нобелевский лауреат И. Пригожин, специалист по автоматическому управлению М. Атанс, автор фундаментальных работ по статистике Л. Брейман. В нашей стране движение автотранспорта активно изучалось в конце 70-х годов в связи с подготовкой к Олимпийским играм 1980 года в Москве. Результаты этих исследований неоднократно докладывались И. И. Зверевым на научно-исследовательском семинаре механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова [5].

Сегодня имеется обширная литература по изучению и моделированию автотранспортных потоков. Несколько академических журналов посвящены исключительно динамике автомобильного движения. Наиболее крупными являются *Transportation Research*, *Transportation Science*, *Mathematical Computer Simulation*, *Operation Research*, *Automatica*, *Physical Review E*, *Physical Reports*.

В конце 80-х начале 90-х в США проблемы исследования транспортных систем были возведены в ранг проблем национальной безопасности. К решению этой задачи были привлечены лучшие специалисты в области физики с применением компьютерной аппаратуры Национальной исследовательской лаборатории Лос-Аламос - Los Alamos National Lab (LANL) [10].

Таким образом, можно считать, что направление исследований, связанное с моделированием транспортных потоков, можно считать актуальным и современным.

Все модели транспортного потока в моделировании дорожного движения классифицируются на детерминированные и вероятностные (стохастические).

В основе детерминированных моделей лежит функциональная зависимость между отдельными показателями, например, скоростью и дистанцией между автомобилями в потоке. В стохастических моделях транспортный поток рассматривается как вероятностный процесс [6].

Все модели транспортных потоков можно разбить на три класса: модели-аналоги, модели следования за лидером и вероятностные модели.

В моделях-аналогах движение транспортного средства уподобляется какому-либо физическому потоку (гидро- и газодинамические модели). Этот класс моделей принято называть макроскопическими.

В моделях следования за лидером существенно предположение о наличии связи между перемещением ведомого и головного автомобиля. По мере развития теории в моделях этой группы учитывалось время реакции водителей, исследовалось движение на многополосных дорогах, изучалась устойчивость движения. Этот класс моделей называют микроскопическими.

В вероятностных моделях транспортный поток рассматривается как результат взаимодействия транспортных средств на элементах транспортной сети. В связи с жестким характером ограничений сети и массовым характером движения в транспортном потоке скла-

дываются отчетливые закономерности формирования очередей, интервалов, загрузок по полосам дороги и т.п. Эти закономерности носят существенно стохастический характер.

В последнее время в исследованиях транспортных потоков стали применять междисциплинарные математические идеи, методы и алгоритмы нелинейной динамики. Их целесообразность обоснована наличием в транспортном потоке устойчивых и неустойчивых режимов движения, потерь устойчивости при изменении условий движения, нелинейных обратных связей, необходимости в большом числе переменных для адекватного описания системы.

Транспортный поток можно рассматривать как поток одномерной сжимаемой жидкости, допуская, что поток сохраняется и существует взаимнооднозначная зависимость между скоростью и плотностью транспортного потока.

Первое допущение выражается уравнением неразрывности. Второе – функциональной зависимостью между скоростью и плотностью для учета уменьшения скорости движения автомобилей с ростом плотности потока. Это интуитивно верное допущение теоретически может привести к отрицательной величине плотности или скорости. Очевидно, одному значению плотности может соответствовать несколько значений скорости. Поэтому для второго допущения средняя скорость потока в каждый момент времени должна соответствовать равновесному значению при данной плотности автомобилей на дороге. Равновесная ситуация – чисто теоретическое допущение и может наблюдаться только на участках дорог без пересечений. Поэтому часть исследователей отказались от непрерывных моделей, часть рассматривает их как слишком грубые.

Среди гидродинамических моделей различают модели с учетом и без учета эффекта инерции. Последние могут быть получены из уравнения неразрывности, если скорость рассматривать как функцию плотности. Модели, учитывающие инерцию, представляются уравнениями Навье-Стокса со специфическим членом, описывающим стремление водителей ехать с комфортной скоростью [8].

Предлагаемые модели наряду с многочисленными преимуществами имеют значительные недостатки, позволяющие не в полном объеме учитывать основные характеристики транспортного потока, в конечном итоге давая незаконченный характер в моделировании транспортного потока [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cremer M., Ludwig J. A fast simulation model for traffic flow on the basis of Boolean operations // *Math. Comp Simul.* - 1986. - V. 28. -- P. 297-303.
2. Greenberg H. An analysis of traffic flow // *Operations Research.* -- 1959. -- Vol. 7. -- P. 79--85.
3. Kerner B.S., Konhдuser P. // *Phys. Rev. E.* -- 1993. -- Vol. 48. -- P. R2335; 1994. -- Vol. 50.
4. Kerner B.S., Rehborn H. // *Phys. Rev. E.* -- 1996. -- Vol. 53. -- P. R4275.
5. Иносэ, Х. Управление дорожным движением [Текст] / Х. Иносэ, Т. Хамада. – М.: Транспорт, 1983.
6. Брайловский, Н. О. Моделирование транспортных систем [Текст] / Н. О. Брайловский, Б. И. Грановский. - М.: Транспорт, 1978 - 125 с.
7. Шутов, А. И. Возможный принцип моделирования транспортных потоков и прилегающих к проезжей части автомобильных стоянок [Текст] / А.И. Шутов, С.В. Кущенко, Н.А. Загородний. – М.: Транспорт.
8. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем [Текст] / Н. П. Бусленко. - М.: Наука, 1978. - 339 с.
9. Орлов, Л. Л. Имитационные и аналитические методы моделирования транспортных потоков. Динамич. нелинейн. дискрет, электротехнич. и электрон, систем: ДНДС'99 [Текст] / Л. Л. Орлов // *Материалы 3-ей Всерос. науч.-техн. конф. Чебоксары, 1999-С. 189-191.*
10. Осетрин, Н. Н. Исследование принципов расчета системы автостоянок для индивидуальных автомобилей в крупных и крупнейших городах (на примере г. Киева) [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук. Киев, 1975.
11. Сильянов, В. В. Обеспечение безопасности движения на автомобильных дорогах России [Текст] / В. В. Сильянов, Б. Б. Анохин, П. Н. Васильев // *Мир безопасности*, 2001 г. - № 9. - С. 25-27.
12. Сильянов, В. В. Имитационное моделирование транспортных потоков в проектировании дорог [Текст] / В. В. Сильянов, В. М. Еремин, Л. И. Муравьева. - М.: МАДИ (ТУ), 1981. - 119 с.

Шутов Александр Иванович

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, дом 46
Д-р техн. наук, профессор кафедры «Организация и безопасность движения»
Тел.: +7 (4722) 230533
E-mail: rector@intbel.ru

Гай Лилия Евгеньевна

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, дом 46
Аспирант кафедры «Организация и безопасность движения»
Тел.: +7 (908) 7821503
E-mail: lily-041288@mail.ru

Кущенко Сергей Викторович

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, дом 46
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Организация и безопасность движения»
Тел.: +7 (910) 3203037

Воля Павел Александрович

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, дом 46
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Организация и безопасность движения»
Тел.: +7 (950) 7131446

L. E. GUY, A. I. SHUTOV, S. V. KUSCHENKO, P. A. WILL

MODELING OF TRANSPORT STREAMS

The problems of the theory of modeling traffic flows are considered. Analyzed in the investigation of the movement and the factors influencing the failure of their application. A classification model of traffic flow. Models are macroscopic counterparts, models follow the leader belongs to the class of microscopic, probabilistic models are stochastic in nature and hydrodynamic models. The conclusions about the possibility of their use.

Keywords: traffic flow, traffic modeling, hydrodynamic model, the road network, driving modes.

BIBLIOGRAPHY

1. Cremer M., Ludwig J. A fast simulation model for traffic flow on the basis of Boolean operations // Math. Comp Simul. - 1986. - V. 28. -- P. 297-303.
2. Greenberg H. An analysis of traffic flow // Operations Research. -- 1959. -- Vol. 7. -- P. 79--85.
3. Kerner B.S., Konhduser P. // Phys. Rev. E. -- 1993. -- Vol. 48. -- P. R2335; 1994. -- Vol. 50.
4. Kerner B.S., Rehborn H. // Phys. Rev. E. -- 1996. -- Vol. 53. -- P. R4275.
5. Inose, H. Upravlenie dorozhnym dvizheniem [Tekst] / H. Inose, T. Hamada. - M.: Transport, 1983.
6. Braylovskiy, N. O. Modelirovanie transportnykh sistem [Tekst] / N. O. Braylovskiy, B. I. Granovskiy. - M.: Transport, 1978 - 125 s.
7. Shutov, A. I. Vozmozhnyy printsip modelirovaniya transportnykh potokov i prilegayushchikh k proezhney chasti avtomobil'nykh stoyanok [Tekst] / A.I. Shutov, S.V. Kushchenko, N.A. Zagorodniy. - M.: Transport.
8. Buslenko, N. P. Modelirovanie slozhnykh sistem [Tekst] / N. P. Buslenko. - M.: Nauka, 1978. - 339 s.
9. Orlov, L. L. Imitatsionnye i analiticheskie metody modelirovaniya transportnykh potokov. Dina-mich. nelineyn. diskret. elektrotekhnich. i elektron. sistem: DNDS'99 [Tekst] / L. L. Orlov // Materialy 3-ey Vseros. nauch.-tekhn. konf. Cheboksary, 1999-S. 189-191.
10. Osetrin, N. N. Issledovanie printsipov rascheta sistemy avtostoyanok dlya individual'nykh avtomobiley v krupnykh i krupneyshikh gorodakh (na primere g. Kiev) [Tekst]: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. Kiev, 1975.
11. Sil'yanov, V. V. Obespechenie bezopasnosti dvizheniya na avtomobil'nykh dorogakh Rossii [Tekst] / V. V. Sil'yanov, B. B. Anokhin, P. N. Vasil'ev // Mir bezopasnosti, 2001 g. - № 9. - S. 25-27.

12. Siŷyanov, V. V. Imitatsionnoe modelirovanie transportnykh potokov v proektirovanii dorog [Tekst] / V. V. Siŷyanov, V. M. Eremin, L. I. Murav`eva. - M.: MADI (TU), 1981. - 119 s.

Shutov Alexander Ivanovich

Belgorod State University. VG Shukhov
Address: 308012, Belgorod, ul. Kostyukova, Building 46
Dr. tech. Sciences, Department of "Organization and traffic safety"
Tel.: +7 (4722) 230533
E-mail: rector@intbel.ru

Gay Liliya Evgenievna

Belgorod State University. VG Shukhov
Address: 308012, Belgorod, ul. Kostyukova, Building 46
Graduate student of "Organization and traffic safety"
Tel.: +7 (908) 7821503
E-mail: lily-041288@mail.ru

Kushchenko Sergey Victorovich

Sergey KushchenkoBelgorod State University. VG Shukhov
Address: 308012, Belgorod, ul. Kostyukova, Building 46
Candidate tech. sciences, assistant professor of "Organization and traffic safety"
Tel.: +7 (910) 3203037

Volya Pavel Alexandrovich

Belgorod State University. VG Shukhov
Address: 308012, Belgorod, ul. Kostyukova, Building 46
Candidate tech. sciences, assistant professor of "Organization and traffic safety"
Tel.: +7 (950) 7131446

*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 629.113.012.3.001.24

В. Н. АБРАМОВ, А. А. ЧИБИСОВ, Г. П. НОВИКОВ, В. Б. КАСПАРОВ

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЙ ВНУТРЕННИХ ОПОР «ЛЕПЕСТКОВОГО» ТИПА АВТОМОБИЛЬНЫХ «БЕЗОПАСНЫХ» КОЛЕС

В статье приведены результаты моделирования напряженно-деформированного состояния внутренних опор «лепесткового» типа.

Разработана математическая модель, позволяющая определять максимальные значения напряжений и деформаций в «лепестковой» опоре в зависимости от степени ее нагружения.

Модель может быть использована при создании внутренних опор «безопасных» колес различной конструкции, а также для задания требований к ним. Принимая те или иные нагрузочные, размерные, массовые и другие параметры опор можно расчетным путем с использованием предложенной модели определять их напряженно-деформированное состояние с широкой вариацией параметров опор.

Ключевые слова: внутренняя опора «лепесткового» типа, «безопасное» колесо, напряженно-деформированное состояние, математическая модель.

Для снижения напряжений, возникающих в «сплошной» опоре «безопасного» колеса транспортного средства и вызывающих разрушения накатом выступов протектора опоры на боковину пневматической шины, ухудшающих в конечном счете эксплуатационные показатели автомобиля, особенно при движении на слабых несущих грунтах и без избыточного давления воздуха в шине, рекомендована внутренняя дополнительная опора «лепесткового» типа [1], рисунок 1.

Улучшение показателей и снижение нагруженности предлагаемой опоры «безопасного» колеса предполагается осуществить за счет применения такого профиля «лепесткового» колеса, упругость лепестков которого позволяет с учетом их изгиба при прохождении опоры через зону ее контакта с внутренней поверхностью шины компенсировать разность длин соответственно окружности внутренней поверхности полости пневматической шины и наружной окружности самой опоры (рис.1).

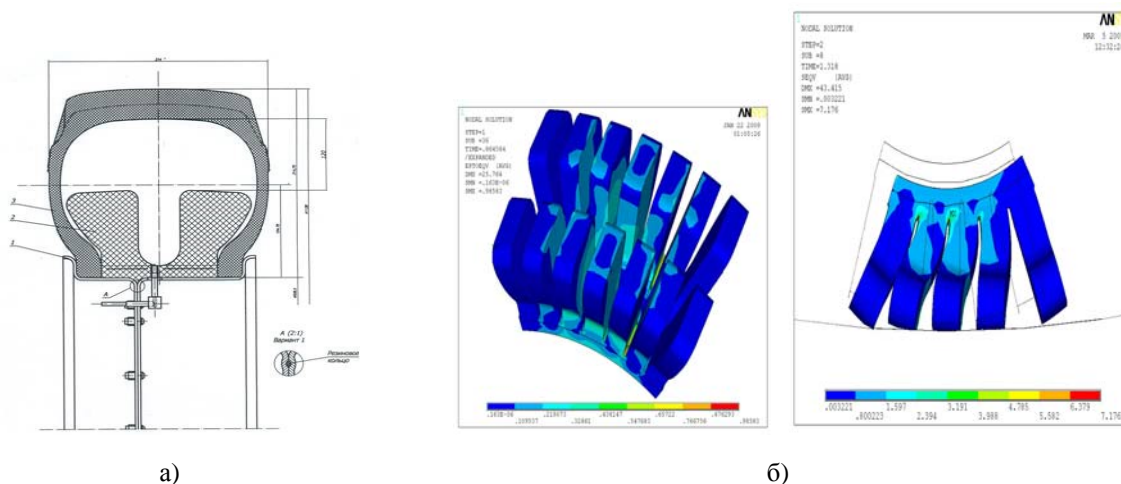


Рисунок 1 – «Безопасное» колесо с бескамерной шиной 12,00R20, разъемным ободом 9,00–20 и внутренней опорой «лепесткового» типа

(а) – общий вид «безопасного» колеса; б) – внутренняя опора «лепесткового» типа (сегмент); в) – характер изгиба лепестков при качении опоры по внутренней полости пневматической шины колеса)

Такая конструкция опоры позволяет увеличить боковую жесткость, исключить поперечный изгиб, проскальзывание в контакте опоры с внутренней полостью шины и накат опоры на боковину шины, способствующих ее разрушению. При этом обеспечивается требуемая управляемость, устойчивость и проходимость транспортного средства, а также меньшая теплонагруженность опоры и шины. Очевидно, что такая опора обладает также меньшей массой, что позволяет уменьшить гистерезисные потери в резиновом массиве опоры и снизить температуру саморазогрева резины.

Следует отметить, что определение напряженно-деформированного состояния (НДС) тела подразумевает определение совокупности напряжений и деформаций во всех элементарных объемах и во всех направлениях. Для решения поставленных задач, по всей видимости, достаточно определения НДС тех элементарных объемов dV , где напряжения и деформации принимают максимальные значения (рис.2).

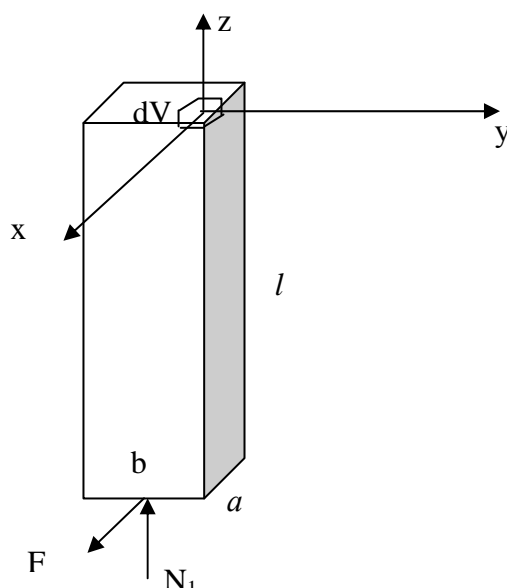
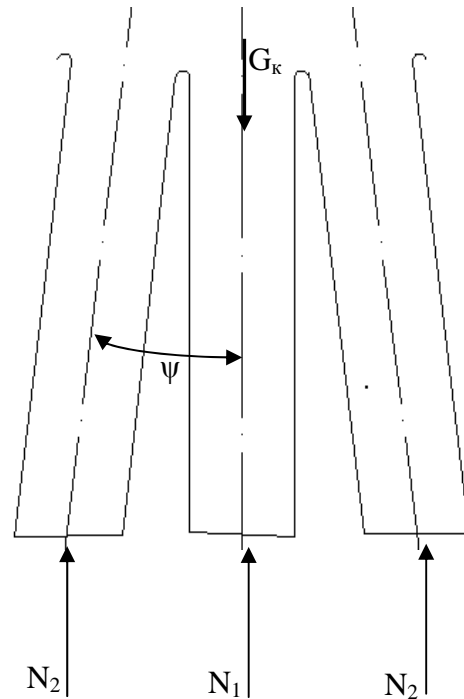
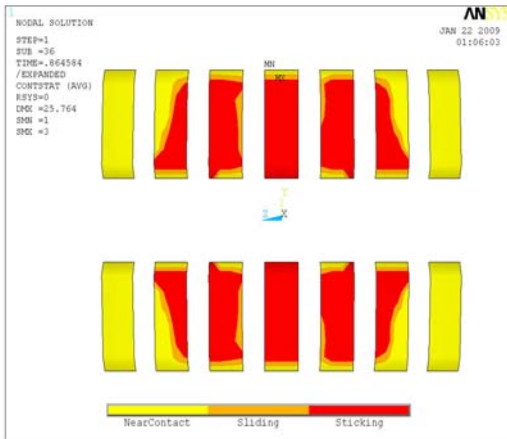


Рисунок 2 – Расчетная схема (центральный лепесток опоры)
(l, a, b – длина и размеры сечения лепестка; $G_k = N = N_1 + 2N_2$; F – продольная сила)

В таком случае НДС опоры будет определяться сжатием с силой G_k и изгибом с моментом $F \cdot l$, где. Очевидно, что наибольшие значения напряжений в такой опоре будут проявляться в местах схождения лепестков (рис. 3), поскольку здесь изгибающий момент будет максимальным. Вместе с тем нельзя не учитывать высокие концентрации напряжений в местах схождения лепестков, которые также будут оказывать влияние на НДС опоры.



а)

б)

Рисунок 3 – Схема распределения нагрузки (б) в контакте лепестков с опорной поверхностью (а)

При таком приложении радиальной нагрузки G_k силы N_1 и N_2 определяются (с учетом) следующим образом:

$$N_1 = \frac{N}{1 + 2 \cos^3 \psi}, \quad N_2 = \frac{N \cos^2 \psi}{1 + 2 \cos^3 \psi}. \quad (1)$$

Для определения напряжений и деформаций, возникающих во внутренней опоре «лепесткового» типа разработана математическая модель их расчета.

Особенностью расчета опоры «лепесткового» типа является то, что при ее качении вместо кручения (в случае со «сплошной» опорой) имеет место изгиб лепестков. То есть результирующее напряжение будет складываться из напряжения сжатия от радиальной силы и напряжения изгиба от продольной силы на колесе.

Выполненные ранее теоретические исследования [2] по разработке рациональной конструкции «лепестковых» опор показали, что наиболее эффективным является применение таких опор, у которых в контакте с опорной поверхностью находится одновременно три лепестка (рис. 4).

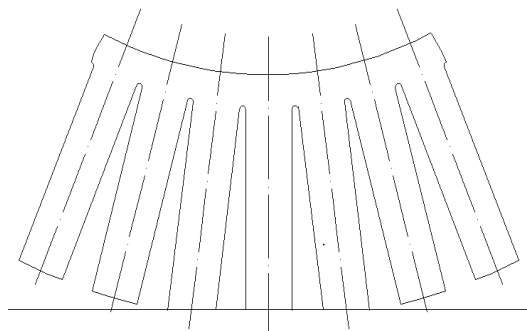


Рисунок 4 – Схема контакта «лепестковой» опоры

Для определения значения максимального напряжения достаточно рассмотреть только средний лепесток, на который действует сила N_1 ($N_1 > N_2$). Рассмотрим более подробно напряжения, возникающие в этом лепестке. Очевидно, что наибольшее значение напряжения от изгиба возникнет у основания лепестка. Выделим элементарный объем в виде прямоугольного параллелепипеда (рис. 2). В общем случае нагружения полное напряжение, возникающее на секущей площадке, может быть разложено на три составляющие: одну по нормали к площадке и две в плоскости сечения.

Напряжения, возникающие на гранях элементарного объема показаны на рисунке 5. На невидимых гранях возникают соответственно точно такие же напряжения, но противоположно направленные.

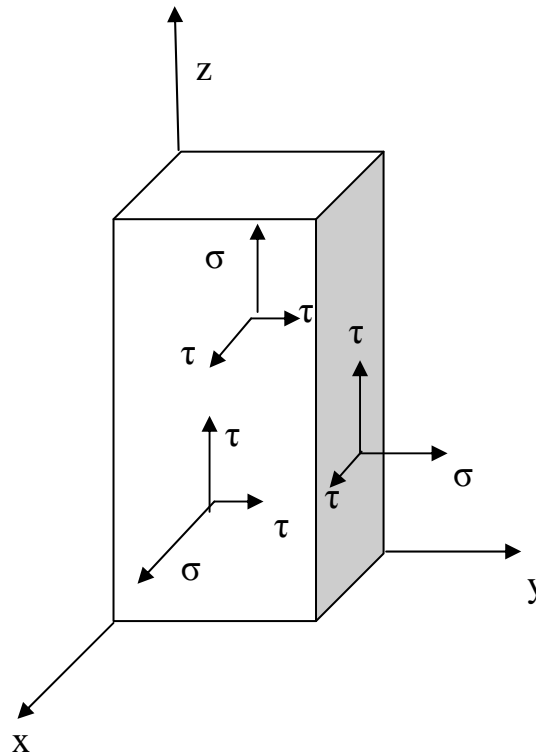


Рисунок 5 – Напряжения, возникающие на гранях элементарного объема

Из теории НДС известно, что на двух взаимно перпендикулярных площадках составляющие касательных напряжений, перпендикулярные к общему ребру, равны между собой:

$$\tau_{yz} = \tau_{zy}, \tau_{zx} = \tau_{xz}, \tau_{xy} = \tau_{yx} \quad (2)$$

Определим значения всех компонентов напряженного состояния элементарного объема:

$$\sigma_x = \frac{F \cdot l}{W_y}, \sigma_y = 0, \sigma_z = \frac{N_2}{ba}, \tau_{xz} = \tau_{zx} = \frac{3F}{2ba}, \tau_{xy} = \tau_{yx} = \tau_{zy} = \tau_{yz} = 0; \quad (3)$$

где: b и a – размеры сечения лепестка, м;

l – длина лепестка, м;

W_y – момент сопротивления сечения, м³.

Зная все компоненты напряженного состояния можно записать соответствующий тензор:

$$\begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{yx} & \tau_{zx} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{zy} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{F \cdot l}{W_y} & 0 & \frac{3F}{2ba} \\ 0 & 0 & 0 \\ \frac{3F}{2ba} & 0 & \frac{N_2}{ba} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Получив тензор напряжений можно найти инварианты напряженного состояния, которые определяют величины главных напряжений, возникающих в элементарном объеме dV . В соответствии с [3-5], инварианты определяются по формулам:

$$J_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = \frac{F \cdot l}{W_y} + \frac{N_2}{ba}, \quad (5)$$

$$J_2 = \sigma_y \sigma_z + \sigma_z \sigma_x + \sigma_x \sigma_y - \tau_{yz}^2 - \tau_{zx}^2 - \tau_{xy}^2 = \frac{F \cdot l}{W_y} \cdot \frac{N_2}{ba} - \frac{3F}{2ba}, \quad (6)$$

$$J_3 = \begin{vmatrix} \sigma_x & \tau_{yx} & \tau_{zx} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{zy} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{vmatrix} = 0. \quad (7)$$

Далее составим уравнение для нахождения главных напряжений:

$$\sigma^3 - \sigma^2 J_1 + \sigma J_2 - J_3 = 0 \quad (8)$$

С учетом найденных инвариантов уравнение (8) можно записать следующим образом:

$$\sigma^3 - \sigma^2 \left(\frac{F \cdot l}{W_y} + \frac{N_2}{ba} \right) + \sigma \left(\frac{F \cdot l}{W_y} \cdot \frac{N_2}{ba} - \frac{9F^2}{4b^2 a^2} \right) = 0 \quad (9)$$

Корнями этого уравнения являются главные напряжения:

$$\sigma_1 = 0 \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \frac{\frac{F \cdot l}{W_y} + \frac{N_2}{ba} - \sqrt{\left(\frac{F \cdot l}{W_y} + \frac{N_2}{ba} \right)^2 - 4 \left(\frac{F \cdot l}{W_y} \cdot \frac{N_2}{ba} - \frac{9F^2}{4b^2 a^2} \right)}}{2} = \\ &= \frac{1}{2ba} \left(\frac{6F \cdot l}{a} + \frac{N}{1 + 2\cos^3 \psi} - \sqrt{\left(\frac{6F \cdot l}{a} + \frac{N}{1 + 2\cos^3 \psi} \right)^2 - 4 \left(\frac{6F \cdot l}{a} \cdot \frac{N}{1 + 2\cos^3 \psi} - \frac{9F^2}{4ba} \right)} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \sigma_3 &= \frac{\frac{F \cdot l}{W_y} + \frac{N_1}{ba} + \sqrt{\left(\frac{F \cdot l}{W_y} + \frac{N_1}{ba}\right)^2 - 4\left(\frac{F \cdot l}{W_y} \cdot \frac{N_1}{ba} - \frac{9F^2}{4b^2a^2}\right)}}{2} = \\ &= \frac{1}{2ba} \left(\frac{6F \cdot l}{a} + \frac{N}{1+2\cos^3\psi} + \sqrt{\left(\frac{6F \cdot l}{a} + \frac{N}{1+2\cos^3\psi}\right)^2 - 4\left(\frac{6F \cdot l}{a} \cdot \frac{N}{1+2\cos^3\psi} - \frac{9F^2}{4ba}\right)} \right) = \\ &= \frac{1}{2ba} \left(6\frac{F \cdot l}{a} + N_1 + \sqrt{\left(6\frac{F \cdot l}{a} - N_1\right)^2 + 9\frac{F^2}{ba}} \right) \end{aligned} \quad (12)$$

Значения главных напряжений не изменяются при изменении системы координат и могут в полной мере характеризовать НДС лепестка. Очевидно, что максимальное значение принимает напряжение σ_3 , которое в соответствии с выражением (12) зависит от следующих параметров опоры внешних воздействующих факторов: геометрических параметров лепестка (b, a, l), угла между лепестками (ψ); вертикальной нагрузки на колесо (N); продольной силы (F), действующей со стороны опорной поверхности.

Используя закон Гука может быть найдено значение максимальной суммарной деформации лепестка (в относительном выражении):

$$\begin{aligned} \varepsilon^{\max} = \frac{\sigma_3}{E} &= \frac{1}{2Eba} \left(\frac{6F \cdot l}{a} + \frac{N}{1+2\cos^3\psi} + \sqrt{\left(\frac{6F \cdot l}{a} + \frac{N}{1+2\cos^3\psi}\right)^2 - 4\left(\frac{6F \cdot l}{a} \cdot \frac{N}{1+2\cos^3\psi} - \frac{9F^2}{4ba}\right)} \right) = \\ &= \frac{1}{2Eba} \left(\frac{6F \cdot l}{a} + \frac{N}{1+2\cos^3\psi} + \sqrt{\left(\frac{6F \cdot l}{a} - \frac{N}{1+2\cos^3\psi}\right)^2 + 2\left(\frac{9F^2}{2ba}\right)} \right) \quad \text{или} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\text{с учетом (1)} \quad \varepsilon^{\max} = \frac{1}{2Eba} \left(6\frac{F \cdot l}{a} + N_1 + \sqrt{\left(6\frac{F \cdot l}{a} - N_1\right)^2 + 9\frac{F^2}{ba}} \right) \quad (14)$$

Полученная математическая модель позволяет определять максимальные значения напряжений и деформаций в «лепестковой» опоре во всем диапазоне нагрузочных и размерных параметров опор.

Математическое описание процесса деформирования внутренней опоры при движении по твердой опорной поверхности при известных значениях конструктивных и эксплуатационных параметров позволяет расчетным путем определять максимальные напряжения и деформации в ней.

Модель может быть использована при создании внутренних опор «безопасных» колес различной конструкции, а также для задания требований к ним. Принимая те или иные нагрузочные, размерные, массовые и другие параметры опор можно расчетным путем с использованием предложенной модели определять их НДС с широкой вариацией параметров опор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Решение о выдаче патента от 26.01.2011г. на изобретение от 29.06.2009г. № 2009124863/11. Российская Федерация, МПК В 60 С 17/00-17/10. Внутренняя опора безопасной пневматической шины/ Абрамов В.Н., Чистов М.П., Веселов И.В. Стариков А.Ф., Усов А.Т., Сдобнов К.С.; заявитель и патентообладатель ФГУ 21 НИИИ Минобороны России.

2. Исследование проблем создания и конструктивных решений «безопасных» шин и шин повышенной ходимости для перспективных образцов военной автомобильной техники. Отчет о НИР «Пятихатец», ФГУ 21 НИИИ МО РФ, инв. 8035, 2008. -188 с.

3. Горелик, Б. М. Определение напряжений в резиновых технических изделиях методом фторупругости [Текст] / Б. М. Горелик, М. А. Майская // Материалы международной конференции, - Киев, 10-14.10. 1978.

4. Бидерман, В. Л. Числовой расчет нелинейных характеристик резинометаллических упругих элементов [Текст] / В. Л. Бидерман, А. Я. Жислин // Материалы международной конференции, - Киев, 10-14.10. 1978.

5. Абрамов, В. Н. Проблема обеспечения сохраняемости и долговечности шин и резинотехнических изделий автомобильного транспорта, эффективные пути ее решения [Текст] / В. Н. Абрамов, - М: ВИНТИ, 2005. – 660 с.

Абрамов Вячеслав Николаевич

Научно-исследовательский испытательный центр (исследований и перспектив развития автомобильной техники Вооруженных Сил Российской Федерации) «Федерального бюджетного учреждения 3 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации» - НИИЦ АТ ВС «ФБУ 3 ЦНИИ МО РФ»

Адрес: 140170, г. Бронницы, Московская область, ул. Советская, д. 106

Д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник

Тел.: +7 (915) 4277720, +7 (495) 9966802

E-mail: tabakar456@mail.ru

Чибисов Андрей Александрович

РФ
Главное автобронетанковое управление Министерства обороны Российской Федерации - ГАБТУ МО

Адрес: 111250, г. Москва, 1-ый Краснокурсантский проезд, 3/5 корпус 11

Помощник председателя Научно-технического комитета автомобильной техники - НТК АТ(аспирант кафедры «Автомобильный транспорт» ВГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина)

Новиков Георгий Павлович

НИИЦ АТ ВС «ФБУ 3 ЦНИИ МО РФ»

Адрес: 140170, г. Бронницы, Московская область, п. Горка, д. 7

Канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник

E-mail: georg-novik@mail.ru

Каспаров Владислав Борисович

НИИЦ АТ ВС «ФБУ 3 ЦНИИ МО РФ»

Адрес: 140170, г. Бронницы, Московская область, п. Горка, д. 15

Начальник научного управления

Тел.: +7 (267) 687687, +7 (495) 9969116

E-mail: vladislav_2802@mail.ru

V. N. ABRAMOV, A. A. CHIBISOV, G. P. NOVIKOV, V. B. KASPAROV

PARTICULARITIES OF THE CALCULATION OF THE VOLTAGES INTERNAL FULL TILT "PETAL" TYPE CAR "SAFE" TRAVELL ABOUT

Results of modeling tense-deformed conditions internal full tilt "petal" type are brought In article.

It Is Designed mathematical model, allowing define maximum importances of the voltages and deformation in "petal" full tilt depending on degree her load.

The Model can be used when making internal full tilt "safe" travell about different design, as well as for task of the requirements to him. Accepting that or other loads, dimensioned, mass and the other parameters full tilt by possible accounting way with use offered models to define their tense-deformed condition with broad change parameter full tilt.

Keywords: *internal handhold "petal" type , "safe" wheel, tense-deformed condition, mathematical model.*

BIBLIOGRAPHY

1. The decision to grant a patent on 26.01.2011g. for the invention of 29.06.2009g. № 2009124863/11. The Russian Federation, IPC 60 C 17/00-17/10. Internal support safe tire / VN Abramov, Chistov MP, Veselov IV Elderly AF Usov AT, KS Sdobnov applicant and patentee FSI 21 NIII Russian Defense Ministry.
2. Study of the problems of creation and design solutions "safe" tires and high standing of the advanced models of military vehicles. Research Report "Pyatihatets" FSI 21 NIII Defense Ministry, Inv. 8035, 2008. -188 p.
3. Gorelick, BM Determination of stress in rubber products by ftoruprugosti [Text] / BM Gorelik, MA May // International conference - Kiev, 10-14.10. 1978.
4. Biderman, VL numerical calculation of non-linear characteristics of rubber elastic elements [text] / VL Biderman, AY Zhislin // International conference - Kiev, 10-14.10. 1978.
5. Abramov, V. The problem of persistence and durability of tires and rubber products road transport, efficient ways to solve [Text] / V. Abramov - M: VINITI, 2005. - 660 p.

Abramov Vyacheslav Nikolaevich

Research test centre (studies and prospects of the development of the car technology of Armed Power to Russian Federation) "Federal budgetary institution 3 Central research institutes Ministry of defense to Russian Federation" - NIIC AT VS "FBU 3 CNII MO RF"

Address: 140170, Bronnitsy, Moscow area, str. Soviet, d. 106

Doctor of the technical sciences, professor, main scientific employee

Tel.: +7 (915) 4277720, +7 (495) 9966802

E-mail: tabakar456@mail.ru

Chibisov Andrey Aleksandrovich

The Main car armored management Ministry of defense to Russian Federation - GABTU MO RF

Address: 111250, Moscow, 1-yy Krasnokursantskiy journey, 3/5 bodies 11

Assistant of the chairman of the Research committee of the car technology - NTK AT (the graduate student of the pulpit "Car transport" VGOU VPO MGAU im. V.P. Goryachkina)

Novikov Georgiy Pavlovich

NIIC AT VS "FBU 3 CNII MO RF"

Address: 140170, Bronnitsy, Moscow area, p. Hutch, d. 7

Candidate tech. sciences, assistant professor, leading scientific employee

E-mail: georg-novik@mail.ru

Kasparov Vladislav Borisovich

NIIC AT VS "FBU 3 CNII MO RF"

Address: 140170, Bronnitsy, Moscow area, p. Hutch, d. 15

Chief of scientific management

Tel.: +7 (926) 7687687, +7 (495) 9969116

E-mail: vladislav_2802@mail.ru

**Вашему вниманию представляется учебное пособие
«ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА
СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ»
под редакцией канд. техн. наук, доц. Н. А. Давыдова**

В пособии приведены основные положения по формированию предприятий автомобильного транспорта как основы производственно-технической инфраструктуры сервисного обслуживания автомобилей. Рассмотрены методики технологического расчета станций технического обслуживания, автозаправочных станций и автостоянок. Отражены особенности формирования производственно-технической базы автотранспортных предприятий. Уделено внимание оснащению предприятий технологическим оборудованием, его конструкции, работе, размещению и обслуживанию.

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия»

www.academia-moscow.ru

А.Н. НОВИКОВ, А.Л. СЕВОСТЬЯНОВ, А.А. КАТУНИН, А.В. КУЛЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ (ИТС) ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Материал статьи посвящен применению интеллектуальных транспортных систем (ИТС) для повышения эффективности функционирования городского пассажирского транспорта. Рассмотрены перспективы применения систем автоматического определения положения транспортного средства, систем прогнозирования их прибытия на остановку и информационных табло на остановках, спутниковых навигационных систем.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, городской общественный транспорт, навигация, телематика.

Большое значение городского пассажирского общественного транспорта для поддержки мобильности населения в городах является очевидным. Однако в последние годы наметилась тенденция снижения популярности городского пассажирского транспорта общего пользования. Все большее предпочтение отдается индивидуальным транспортным средствам, что приводит к дополнительной нагрузке на дороги [4]. Так по результатам обследования пассажиропотоков в г. Орле было установлено, что степень загрузки транспортной сети города высокая и превышает расчетное на 66.6 %, что привело к высоким нагрузкам на улично-дорожную сеть города, выраженное в создании заторов на остановочных пунктах вследствие их невысокой пропускной способности [1].

Одной из основных задач транспортной политики администрации города является повышение привлекательности городского пассажирского транспорта общего пользования. Для достижения данной цели могут применяться системы управления, использующие телематические технологии, которые должны обеспечивать [2]:

- регулярность работы городского пассажирского общественного транспорта, т.е. минимизацию задержек и опозданий в работе общественного транспорта на каждом маршруте;
- приоритет развития городского общественного транспорта;
- высокий уровень информированности населения о расписании движения и о возможности пересадки на другой вид транспорта;
- обеспечение оперативной текущей информацией на остановках и в транспортных средствах городского общественного транспорта.

Предоставление пассажирам достаточного объема информации о маршрутах движения различного вида общественного транспорта, соблюдении водителями автобусов расписания движения, предоставление рекомендаций при выборе маршрута поездки возможно осуществить посредством использования систем автоматического определения положения транспортного средства, систем прогнозирования их прибытия на остановку и информационных табло на остановках. С точки зрения технологии речь идет о питаемых от электробатарей маяках, расположенных вдоль автобусных маршрутов и обеспечивающих связь с блоком в автобусе. Транспортные средства оснащены датчиками для измерения направления и положения при движении для того, чтобы можно было определять их положение и вне зоны действия маяка [2].



Рисунок 1 – Пример информационного табло, предоставляющего фактическую информацию о движении автобуса

Отдельное внимание следует уделить применению спутниковых навигационных систем для повышения эффективности функционирования пассажирского общественного транспорта. Данные системы являются основой для решения приоритетной задачи муниципалитета – своевременного и качественного транспортного обслуживания населения, обеспечивающего социальные, производственные и досуговые перемещения граждан и гостей. [3] В основе системы, предполагается функционирование единого диспетчерского центра управления пассажирскими перевозками региона (ЕДЦУ) (рис 2.).

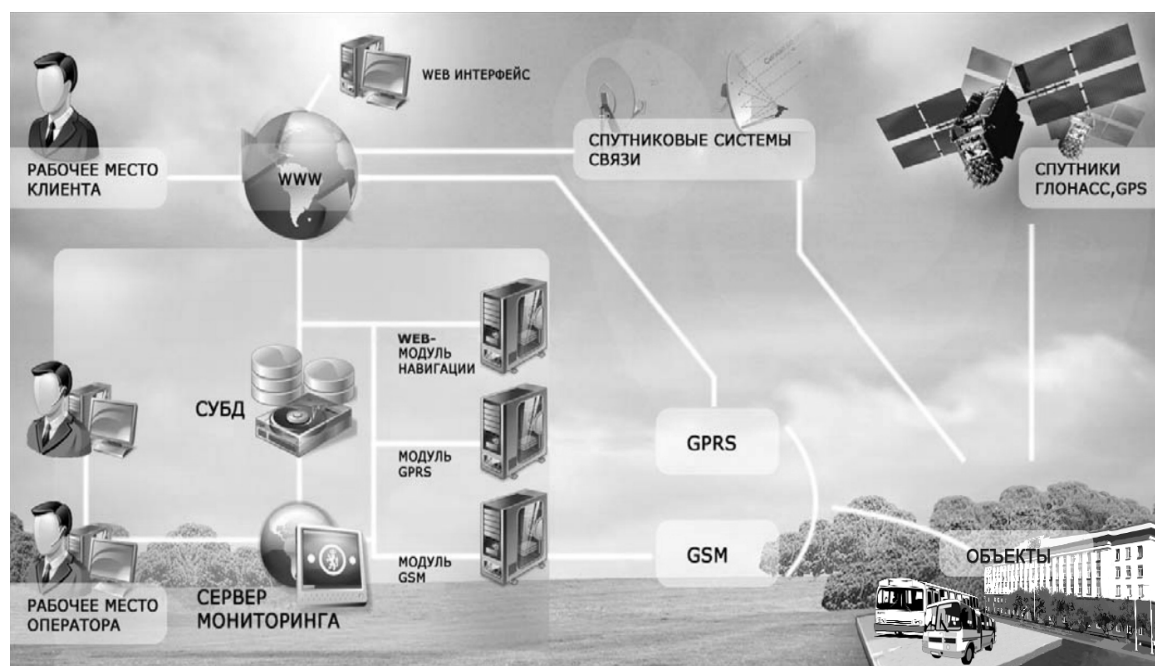


Рисунок 2 – Система контроля за движением пассажирского транспорта, посредством спутниковых навигационных систем

Система предназначена для комплексной оптимизации пассажирских перевозок в задачах среднесрочного и долгосрочного планирования и автоматизирует следующие процессы [3]:

1. Планирование работы предприятий наземного автомобильного и электрического транспорта;
2. Планирование расписания движения на основе данных автоматизированной системы изучения пассажиропотоков (рисунок 3);
3. Анализ выполнения плана перевозок;
4. Составление путевого листа.

Дополнительные возможности системы:

Для муниципалитета:

1. Мониторинг, контроль и анализ выполнения муниципальных контрактов в сфере пассажирских перевозок;
2. Учет транспортной работы;
3. Получение и формирование отчетов по работе предприятий транспортного комплекса;
4. Контроль и анализ пассажиропотоков.

Для дорожной полиции:

1. Контроль безопасности эксплуатации пассажирского транспорта;
2. Экстренное реагирование в случаях незаконного вмешательства на объекты транспортной инфраструктуры, согласно федеральному закону «О транспортной безопасности»;
3. Выявление на рейсах незаконных (нелегальных) маршрутов и транспортных средств, пресечение незаконной коммерческой деятельности на наземном автомобильном и электрическом транспорте.

Для предприятий наземного автомобильного и электрического транспорта:

1. Автоматизация составления расписания движения в соответствии и требованиями трудового законодательства в России;
2. Контроль и анализ оплаты проезда в транспорте;
3. Накопление, анализ и обобщение информации о движении и состоянии пассажирского транспорта в режиме реального времени;
4. Контроль технического состояния маршрутного транспортного средства и скорости движения на маршруте;
5. Контроль расхода топлива.

Структурная схема автоматизированной подсистемы изучения пассажиропотоков представлена на рисунке 3 [3].



Рисунок 3 – Автоматизированная подсистема изучения пассажиропотоков

В основе автоматизированной системы лежат технологии автоматического сбора информации о пассажиропотоках на маршрутной сети города/пригорода и оперативное получение характеристик пассажиропотока в формате данных табличного обследования.

Подсистема позволяет осуществлять [3]:

1. Контроль объемов перевозки для задания суточных план-нарядов по сбору выручки;
2. Оптимизацию маршрутной сети на уровне пассажирского предприятия и города на основании информации об остановочном пассажиропотоке каждого обследованного маршрута;
3. Расчет доходности маршрута с учетом зонности оплаты проезда (в том числе с использованием данных матрицы межостановочных корреспонденций);
4. Ведение актуальных паспортов маршрутов при помощи современных средств геоинформатики, адаптированных к задачам городского пассажирского транспорта;
5. Инструментальное определение норм на пробег по периодам суток на любом перегоне маршрута для составления актуального расписания движения;
6. Оперативное перераспределение подвижного состава в режиме реального времени исходя из динамики загрузки салона (коэффициента вместимости).

Внедрение автоматизированных подсистем изучения пассажиропотоков обеспечит своевременное и качественное транспортное обслуживание населения, социальные, производственные и досуговые перемещения граждан и гостей города, позволит отслеживать пассажиропотоки в «реальном времени».

Интеллектуальные транспортные системы создают интегральную среду, которая может несколькими разными способами повысить привлекательность транспортных средств городского общественного транспорта. Результаты международных проектов показывают, что комбинация хорошей информации пассажиров перед и в процессе поездки вместе с технологиями спутниковой навигации имеет перспективное значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обследование пассажиропотока на автотранспорте общего пользования в городе Орле, оценка перспектив развития маршрутной сети на 2011 г. и плановый до 2015 гг., анализ эффективности работы и взаимодействия различных видов транспорта общего пользования: Отчет о НИР (заключительный); «ФГБОУ ВПО Госуниверситет – УНПК»; Руководитель А.Н. Новиков; А.Л. Севостьянов, А.П. Трясцин, А.А. Катунин, А.С. Бодров и др. - ГР № 01201257245; Инв. № 7996.- Орел, 2011.- 62 с.
2. Пржибыл П., Свитек М. Телематика на транспорте: перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой. Под редакцией проф В. В. Сильянова – М.: МАДИ (ГТУ), 2003 – 540с.
3. Новиков А.Н. Анализ степени загрузки маршрутной транспортной сети города Орла / А.Н. Новиков, А.Л. Севостьянов, А.А. Катунин, А.В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин: Орел, Госуниверситет – УНПК, 2012. 35- 37 с.
4. Определение степени использования общественного транспорта различными категориями граждан в городе Орле (транспортной подвижности граждан) [Текст]: Статистический сборник. «Транспорт в Орловской области (2000, 2005 – 2010 гг.)» № 2104. 2011 г.; Т.П. А.Н. Новиков, А.Л.Севостьянов, А.А. Катунин, М.В. Кулев и др. – Орел, 2011. 92 с.

Новиков Александр Николаевич

Госуниверситет-УНПК

Д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой сервис и ремонт машин

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел. +7(8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Севостьянов Александр Леонидович

Государственный УНПК

Канд. техн. наук, доцент, директор института транспорта

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

Тел. +7(4862)734360

E-mail: srmostu@mail.ru

Катунин Андрей Александрович

Канд. техн. наук, доцент кафедры сервис и ремонт машин

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел. +7(8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Кулев Андрей Владимирович

Ассистент кафедры сервис и ремонт машин

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел. +7(8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

A.N.NOVIKOV, A.L. SEVOSTIANOV, A.A. KATUNIN, A.V. KULEV

APPLICATION OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS (ITS) TO ENHANCE THE OPERATION OF URBAN PUBLIC TRANSPORT

The material deals with the use of intelligent transport systems (ITS) to improve the efficiency of the urban passenger transport. The prospects for the application of automatic determination of the position of the vehicle, prediction of their arrival at the stop, and bulletin boards at bus stops, satellite navigation systems.

Keywords: intelligent transport systems, urban public transport, navigation, telematics.

BIBLIOGRAPHY

1. Obsledovanie passazhiropotoka na avtotransporte obshhego pol'zovanija v gorode Orle, ocenka perspektiv razvitiya marshrutnoj seti na 2011 g. i planovyj do 2015 gg., ana-liz jeffektivnosti raboty i vzaimodejstvija razlichnyh vidov transporta obshhego pol'zo-vanija: Otchet o NIR (zakljuchitel'nyj); «FGBOU VPO Gosuniversitet – UNPK»; Rukovodi-tel' A.N. Novikov; A.L. Sevost'janov, A.P. Trjascin, A.A. Katunin, A.S. Bodrov i dr. - GR № 01201257245; Inv. № 7996.-Orel, 2011.- 62 s.
2. Przhibyl P., Svitek M. Telematika na transporte: perevod s cheshskogo O. Buzeka i V. Buzkovej. Pod redakciej prof V. V. Sil'janova – M.: MADI (GTU), 2003 – 540s.
3. Novikov A.N. Analiz stepeni zagruzki marshrutnoj transportnoj seti goroda Orla / A.N. Novikov, A.L. Sevost'janov, A.A. Katunin, A.V. Kulev // Mir transporta i teh-nologicheskikh mashin: Orel, Gosuniversitet – UNPK, 2012. 35- 37 s.
4. Opredelenie stepeni ispol'zovanija obshhestvennogo transporta razlichnymi kategorijami grazhdan v gorode Orle (transportnoj podvizhnosti grazhdan) [Tekst]: Statisti-cheskij sbornik. «Transport v Orlovskoj oblasti (2000, 2005 – 2010 gg.)» № 2104. 2011 g.; T.P. A.N. Novikov, A.L.Sevost'janov, A.A. Katunin, M.V. Kulev i dr. – Orel, 2011. 92 s.

Novikov Alexander Nikolaevich

State University-UNPK

Dr. tech. , Professor, Head of the Department of service and repair of machinery

Address: g. Orel, Moscows Street., 77

Tel. +7 (8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Sevost'yanov Alexander Leonidovich

State University-UNPK

Cand. tech. sciences, associate professor, Director of the Institute of Transport

Address: 302030, g. Orel, ul. Moscow, 77

Tel.: +7(4862)734360

E-mail: srmostu@mail.ru

Katunin Andrei Alexandrovich

State University-UNPK

Cand. tech. sciences, associate professor of service and repair of machinery

Address: g. Orel, Moscows Street., 77

Tel. +7 (8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Kulev Andrei Vladimirovich

State University-UNPK

Assistant of service and repair of machinery

Address: g. Orel, Moscows Street., 77

Tel. +7 (8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Уважаемые коллеги!

Приглашаем вас принять участие в работе
III-ей международной научно-практической конференции
**«Актуальные вопросы инновационного
развития транспортного комплекса»**,

которая будет проводиться

20 - 23 мая 2013 года

<http://gu-unpk.ru/chair/sirm/science>

Е. В. ПУХОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАНЕСЕНИЯ КАРТЫ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ И АВТОДОРОГ ИССЛЕДУЕМОГО РЕГИОНА В ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ

Представлена технология получения карты населенных пунктов и автомобильных дорог конкретного региона. Реализация технологии направлена на получение цифровой карты исследуемой области и построения графа расстояний. При этом учитывается скоростной режим движения по выбранному типу дорог и населенных пунктов. Данная технология может быть использована как основа для решения широкого круга транспортных задач.

Ключевые слова: транспортировка грузов, автомобильный транспорт, транспортные задачи, ресурсосбережение.

При проведении научных исследований и решения прикладных задач по оптимальной организации и управления перевозками грузов и пассажиров используются различные математические методики и модели: методы линейного и динамического программирования; сетевого планирования и управления; корреляционные методы; методы теории массового обслуживания на основе теории вероятностей, теории графов и математической статистики. В зависимости от специфики поставленных задач, отдельные аспекты в области планирования работ и оптимизации перевозочных процессов грузов и пассажиров нашли решения в работах как отечественных ученых (Алдошина Н.В., Беляева В.М., Горева А.Э., Дидманидзе О.Н., Корчагина В.А., Кожина А.П., Комкова В.И., Ляпина С.А., Либермана А.А., Миротина Л.Б., Мелконяна Г.Э., Рассоха В.И., Северовой Е.А. Трофименко Ю.В., Шарова М. И. и многих др.), так и иностранных (М.Г. Белла, Кларка Р.М., Джиллиэна, и др.).

Для исследования и оптимизации технологий сбора и транспортировки грузов, а именно определения эксплуатационно-технологических показателей функционирования системы (количественных, качественных и финансовых критериев) необходимо одновременно учитывать большое число факторов, влияющих на точность результатов: параметры дорог и населенных пунктов; параметры и технические характеристики автотранспорта; формирование маршрутов перевозки.

Можно отметить, что одним из способов решения транспортных задач по перевозке грузов и пассажиров является учет топологических особенностей исследуемого региона (дорожная сеть, населенные пункты и др.). В связи с развитием информационных технологий данное направление видится приоритетным.

Для решения задачи по оптимизации движения автотранспорта в процессе сбора грузов, необходимо использовать реальную карту расположения населенных пунктов и автодорог в исследуемом регионе. Поэтому возникла задача о занесении и дальнейшем использовании реальной карты расположения населенных пунктов и автодорог, например Воронежской области. К настоящему времени в картографических службах есть подробные карты разных типов, состоящие из многих слоев, и некоторые слои, теоретически, могли бы быть использованы для целей данного исследования. Однако существуют серьезные сложности использования карт картографических служб:

- карты не находятся в открытом доступе (в исходном слоевом электронном варианте);
- некоторые населенные пункты на картах отмечены не точками, а протяженными областями на плоскости, что можно учесть только при ручном вводе карты (точка в геометрическом центре серой области и линии, представляющие основные улицы;

– при обращении в картографическую службу они выразили готовность адаптировать для целей данного исследования карту Воронежской области, однако при этом они планировали использовать дорогостоящие и узкоспециализированные технологии.

Таким образом, хотя в настоящее время доступны карты любого субъекта РФ в бумажном или электронном виде, они не могут быть напрямую использованы для целей данного исследования. Нами разработаны и представлены технологии устраняющие и реализующие поставленные задачи.

Для занесения и дальнейшего использования реальной карты расположения населенных пунктов и автодорог была разработана, а Федеральным органом исполнительной власти по интеллектуальной собственности выдано свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ «Программа для ввода карты населенных пунктов и автодорог для автоматизированной системы управления перевозкой отходов эксплуатации транспортных и технологических машин». Представленная технология реализована на конкретном примере при сборе и транспортировке отходов эксплуатации транспортных и технологических машин.

Программа работает в двух режимах. В первом позволяет вывести на экран компьютера отсканированную заранее или имеющуюся в электронном варианте карту определенного региона (в частности, Воронежской области). Затем, в ручном режиме в программу вводятся населенные пункты путем нажатия кнопки мыши над отмеченными на карте населенными пунктами. (рисунок 1).

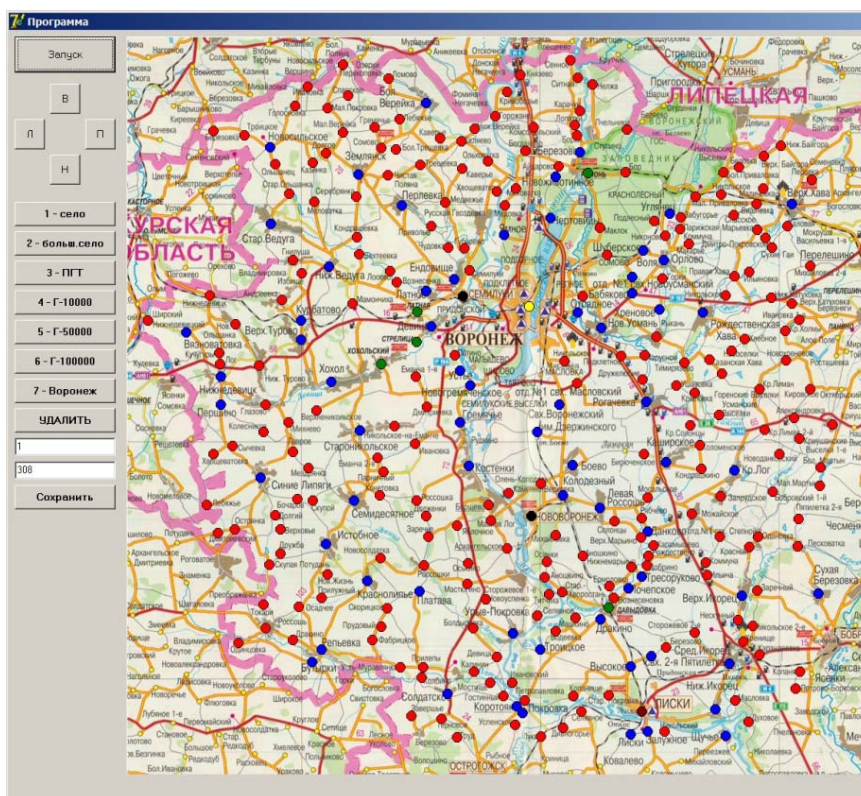


Рисунок 1 – Интерфейсная форма программы для ввода карты субъекта РФ: режим ввода населенных пунктов

При этом одновременно производится типизация населенных пунктов (НП): в программе предусмотрен выбор типа каждого НП путем нажатия соответствующей кнопки (село, крупное село, поселок городского типа, город с населением от 3000 до 10000 человек, город с населением от 10000 до 50000 человек, город с населением от 50000 до 100000 человек, областной центр Воронеж). В Воронежской области, исследуемой в дальнейшем, находится 1091 населенный пункт (рисунок 2).

На рисунке 2 самый маленький размер кружка соответствует селу, а самый большой

областному центру (г.Воронеж). Помимо этого для визуализации и принадлежности к типу НП введена и система заливки круга цветом.

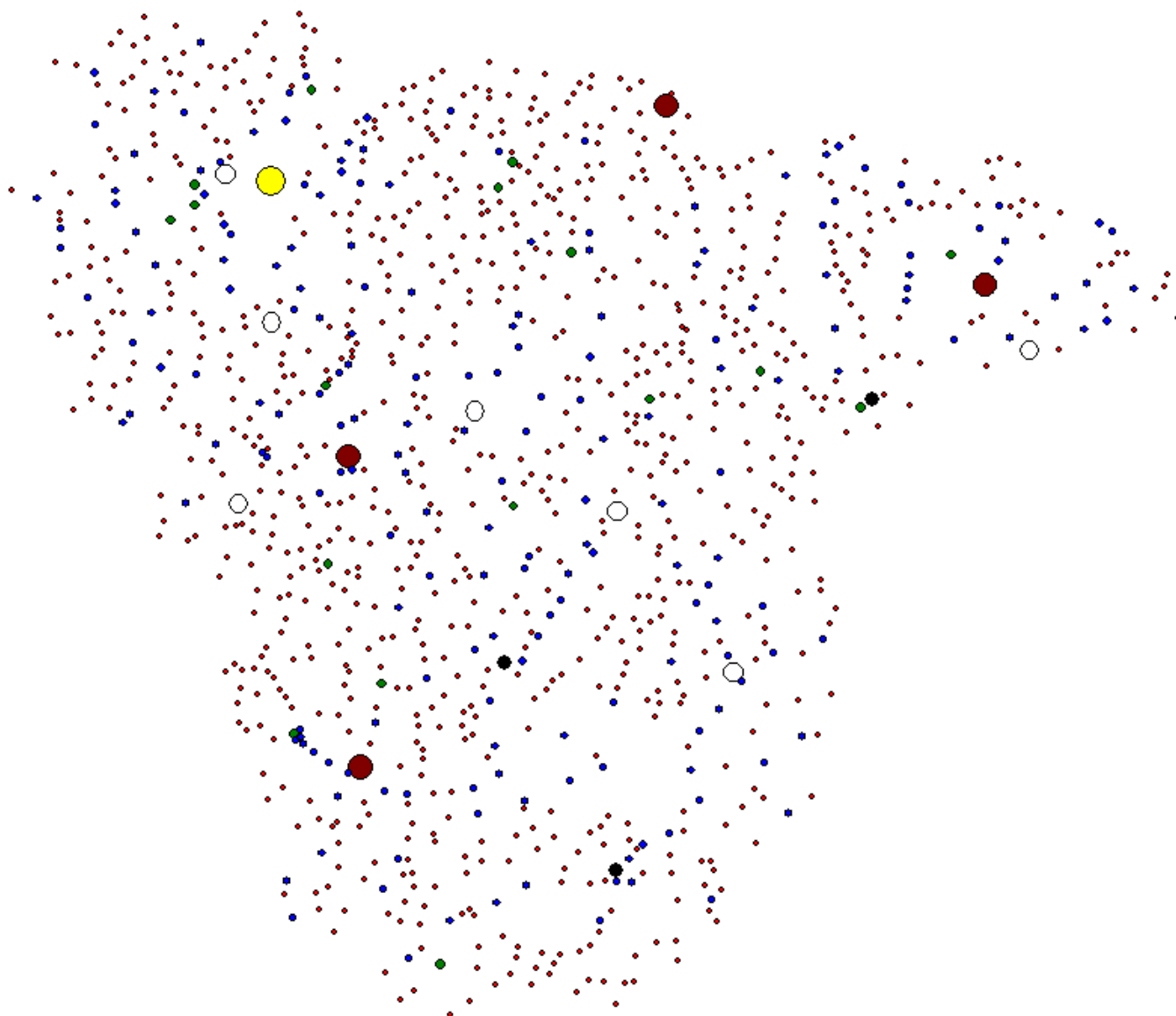


Рисунок 2 – Результат ввода карты населенных пунктов Воронежской области с использованием разработанной программы (размер круга, представляющего населенный пункт соответствует типу последнего)

В разрабатываемой модели принято допущение, что в населенном пункте определенного типа проживает одинаковое количество жителей по всей области. Так например в НП первого типа (в селе) проживает 500 человек, и т.д.(таблица 1). Такая унификация модели позволяет производить быструю оценку для любой исследуемой области, не вдаваясь в подробности расселения жителей.

При таком разделении населенных пунктов на типы и при таком выборе характерного количества жителей общее количество жителей Воронежской области составляет: $860 \cdot 500 + 199 \cdot 1500 + 17 \cdot 5000 + 3 \cdot 10000 + 7 \cdot 30000 + 4 \cdot 70000 + 1 \cdot 1000000 = 2333500$ (человек), что с высокой точностью совпадает с данными статистики о населении Воронежской области (2335380 человек).

Таблица 1 – Типы и характеристики населенных пунктов Воронежской области

Тип НП	Характеристика НП	Количество НП данного типа в Воронежской области	Принятое количество жителей НП данного типа
1	Село	860	500
2	Большое село	199	1500
3	Поселок городского типа	17	5000
4	Город от 5000 до 10000 жителей	3	10000
5	Город от 10000 до 50000 жителей	7	30000
6	Город от 50000 до 100000 жителей	4	70000
7	Областной центр (г. Воронеж)	1	100000

Во втором режиме разработанная программа позволяет вводить автодороги региона. Для этого в программе также считывается карта региона (в виде bmp-фала), затем автодороги представляются в виде ломаных линий. Курсор наводится мышью на начало отрезка, нажимается левая кнопка мыши, затем наводится на конец отрезка и снова нажимается кнопка мыши. При этом программа запоминает координаты начала и конца отрезка автодороги. В программе также предусмотрена типизация автодорог, для дальнейшего определения оптимальной стратегии движения транспортных средств (рисунок 3).

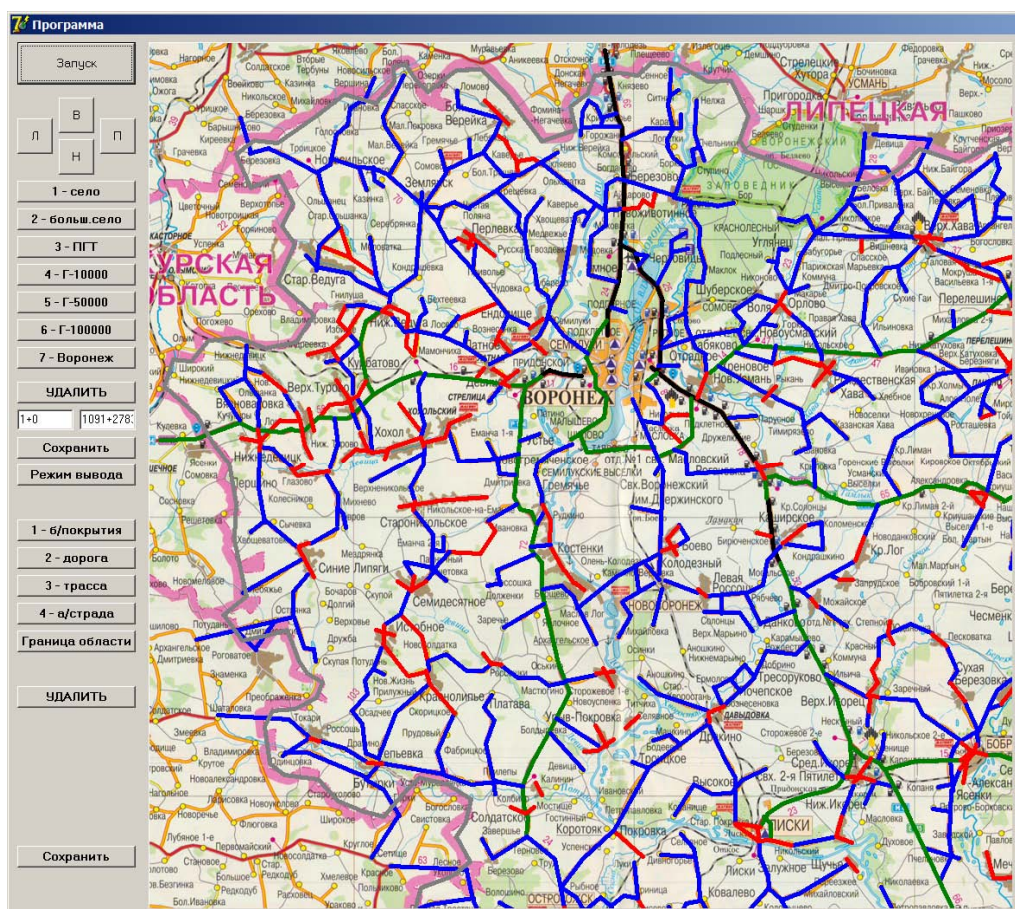


Рисунок 3 – Интерфейсная форма программы для ввода карты субъекта РФ: режим ввода автодорог

Автодороги могут быть в программе одного из четырех типов: дорога без покрытия (максимальная скорость движения $v_{\max} = 20$ км/ч); асфальтированная дорога ($v_{\max} = 60$ км/ч); загородная дорога ($v_{\max} = 90$ км/ч); автострада ($v_{\max} = 110$ км/ч).

Также в программе предусмотрен ввод границы субъекта РФ (для того чтобы строго учесть только НП, относящиеся к данному субъекту РФ). Результат ввода автодорог Воронежской области и ее границы показан на рисунке 4.

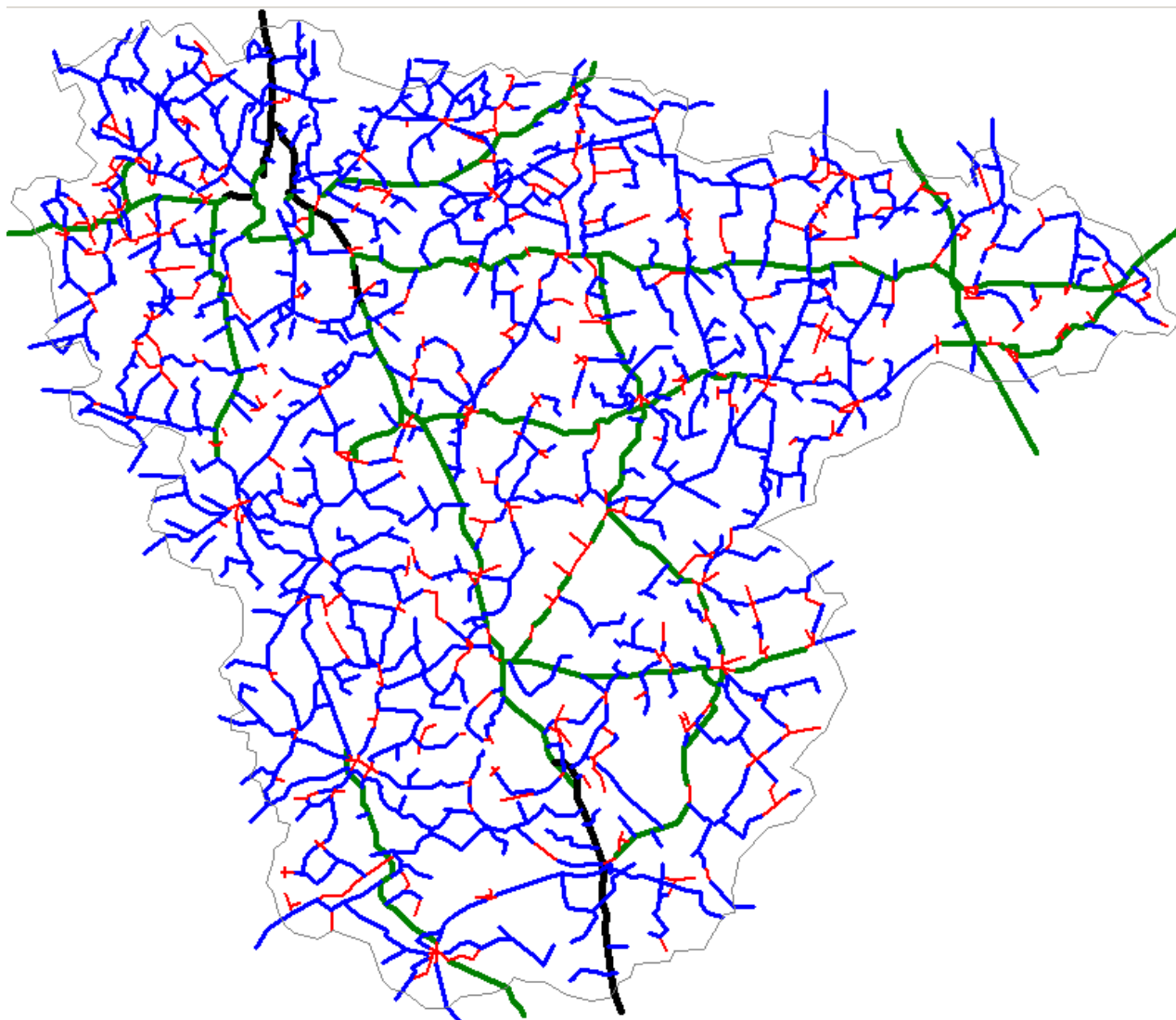


Рисунок 4 – Автодороги Воронежской области (линии, представляющие дороги, имеют тем большую ширину, чем выше класс имеет дорога) и границы области (серым цветом)

Аналогичным образом может быть введена карта НП и автодорог других субъектов РФ при решении транспортной задачи по перевозке грузов для конкретного субъекта РФ.

Таким образом, предложенные технологические решения являются основой формирования и получения цифровой карты исследуемой области и построения графа расстояний. При этом учитывается скоростной режим движения по выбранному типу дорог. Данная технология может быть использована как основа для решения широкого круга транспортных задач. Обладает гибкостью и возможностью адаптации и усовершенствования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миротин, Л. Б. Транспортная логистика [Текст] / Под общей редакцией Л.Б. Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2003.– 512 с
2. Кожин, А. П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками / А. П. Кожин, В. Н. Мезенцов. - М.: Транспорт, 1994. - 304 с.
3. Воркут, А. И. Грузовые автомобильные перевозки [Текст] / А. И. Воркут. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1986. - 447 с.

Пухов Евгений Васильевич

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

Адрес: 394087, г.Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8

Канд. техн. наук, доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин

Тел.: +7 (905) 65 56 671

E-mail: puma231@yandex.ru

E. V. PUHOV

THE TECHNOLOGY OF INCLUDING THE MAP OF SETTLEMENTS AND HIGHWAYS OF THE INVESTIGATED AREA IN THE SIMULATED MODELS IN SOLVING THE PROBLEMS OF COLLECTING AND TRANSPORT OF FREIGHT

Annotation. The technology of obtaining the map of settlements and highways for the particular region is presented. The realization of this technology is based on obtaining the digital map of the investigated area and scheduling of a column of distances. The speed rate of the traffic on the particular type of the roads is considered. This technology can be used as a basis for the solution of a wide range of transport problems.

Key words: *transport of freight, automobile transport, transport problems, efficient use of resources.*

BIBLIOGRAPHY

1. Mirotin, L.B. Transportnaja logistika [Tekst] / Pod obshhej redakciej L.B. Mirotina. – M.: Izdatel'stvo «Jekzamen», 2003.– 512 s
2. Kozhin, A. P. Matematicheskie metody v planirovanii i upravlenii gruzovymi avtomobil'nymi perevozkami / A. P. Kozhin, V. N. Mezencov. - M.: Transport, 1994. - 304 s.
3. Vorkut, A. I. Gruzovye avtomobil'nye perevozki [Tekst] / A. I. Vorkut. - 2-e izd., pererab. i dop. - M.: Transport, 1986. - 447 s.

Puhov Evgeniy Vasilevitch

FGBOU VPO "Voronezh State Academy of Forestry"

Address: 394087 Voronezh, st. Timiryazeva 8

Candidate tech., assistant professor of production, repair and maintenance of machinery

Tel.: +7 (905) 65 56 671

E-mail: puma231@yandex.ru

В. П. БЫЧКОВ, В. А. ВЕРЗИЛИН, В. М. ЗАЛОЖНЫХ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В системе профилактики дорожно-транспортных происшествий в современных условиях важнейшее место должны занимать экономические методы управления данной средой, создающие условия, при которых аварийная эксплуатация автомобильного транспорта невыгодна автовладельцу (предприятию или отдельному физическому лицу). В этой связи следует создать и в ближайшие годы полностью отработать экономический механизм, важнейшим элементом которого является страхование. Кроме того необходимо ввести полную компенсацию нанесенного ущерба, что позволит резко повысить ответственность в их участников движения, создать условия для правильного регулирования отношений в обществе в условиях рыночной экономики.

Необходимо разработать систему экономических рычагов, стимулирующих владельцев транспортных средств к списанию техники, вырабатывающих свой ресурс. Взамен изношенных и списанных автомобилей целесообразно приобретение новых по лизингу.

Важным элементом профилактических работ по повышению уровня технологической готовности подвижного состава предприятия – автовладельца является выполнение технического обслуживания и ремонта на специализированных ... предприятиях, которые выполняют самые разнообразные операции при более высоком качестве.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия (ДТП), безопасность дорожного движения, профилактические мероприятия, автострахование, лизинг.

До перехода на рыночные отношения в подходе к решению вопросов предупреждения ДТП в нашей стране предпочтение отдавалось административно-командным методам управления без учета экономических проблем. Следствием такого положения явилось то, что ответственность за совершение происшествий не затрагивала экономических интересов предприятий, организаций, учреждений. В итоге администрация подавляющего большинства предприятий, организаций фактически полностью самоустранилась от работы по профилактике аварийности или ведет ее формально.

Переход на рыночные отношения настоятельно требует пересмотра сложившейся практики решения экономических вопросов в сфере дорожного движения. Необходимо коренное изменение в подходах к планированию и проведению мероприятий по профилактике ДТП, внедрение новых форм работы всех звеньев системы обеспечения безопасности движения, концентрация ресурсов на наиболее значимых направлениях.

В системе профилактики дорожных происшествий важнейшее место должны занимать экономические рычаги управления данной сферой, создающие условия, при которых аварийная эксплуатация транспорта невыгодна предприятию, учреждению, отдельному лицу. В этой связи следует создать и в ближайшие несколько лет полностью отработать систему экономических санкций, включив в качестве регулирующего механизма страхование, базирующееся на деятельности страховых транспортных компаний и обществ. Кроме того, необходимо ввести полную компенсацию нанесенного ущерба, что резко повысит ответственность всех участников движения, создаст условия для правильного регулирования отношений в обществе в условиях действия рыночной экономики.

Масштабы деятельности по повышению уровня безопасности дорожного движения и соответственно ее результаты во многом определяются финансовыми средствами, которые могут быть выделены на ее осуществление.

Поскольку решение проблем обеспечения безопасности дорожного движения требует значительных капитальных вложений, то одним из источников финансирования данной деятельности может служить привлечение средств страховых компаний. Мы считаем, что в нашей стране необходимо установить налог на страховые взносы, а также кредиты, поощря-

ющие спонсорство частных фирм, в особенности страховых, в работе по обеспечению безопасности дорожного движения. Из практики большинства экономически развитых стран Европы и Северной Америки известно много примеров успешного и обоюдовыгодного сотрудничества государственных органов и страховых фирм в данной области. Так, специальным налогом на безопасность движения в размере одного процента от страховых взносов облагаются все страховые фирмы Финляндии на протяжении 40 лет. Собираемые таким образом средства направляются на пропагандистскую деятельность, воспитание участников дорожного движения, внедрения системы информационного обеспечения.

С проблемами финансирования тесно связаны вопросы формирования правильной амортизационной политики в данной сфере, обеспечивающей полное начисление амортизации до списания транспортных средств и гарантирующей целевое использование накопленных средств на обновление подвижного состава. Негативным фактором на сегодняшний день является наличие в составе автопарка большого количества транспортных средств со сроками эксплуатации, превышающими амортизационные нормативы. В целях решения данной проблемы предлагается разработать систему экономических рычагов, стимулирующих владельцев транспортных средств к списанию техники, вырабатывающих свой ресурс.

Взамен изношенных и списанных автотранспортных средств целесообразно приобретение новых по лизингу. Выбору вида лизинга (оперативного, финансового или возвратного) должны предшествовать тщательные экономические расчеты. При этом выбирается тот вид, который позволяет обеспечить минимальную сумму затрат, связанных с приобретением и эксплуатацией автомобиля.

Специализированные автотранспортные предприятия, а также предприятия промышленности, сельского хозяйства и других отраслей экономики, располагающие собственным автопарком, в подобной ситуации могут также использовать лизинг или пользоваться услугами привлеченного автотранспорта. Выбор оптимального варианта также должен осуществляться по критерию минимума затрат на транспортное обслуживание. Важным элементом профилактических работ по повышению уровня технической готовности подвижного состава предприятия, имеющих свой автопарк, в современных условиях является выполнение технического обслуживания и ремонта на специализированных автосервисных предприятиях. Сеть таких предприятий на территории городов достаточно широкая. Они выполняют самые разнообразные операции при более высоком качестве, поскольку располагают современным оборудованием, квалифицированными рабочими, особенно фирменные станции технического обслуживания.

Значительный моральный и материальный ущерб участников дорожного движения (водителей, пешеходов, пассажиров) и перевозочного процесса (грузоотправителей, грузополучателей, автотранспортных предприятий), возникающий вследствие ДТП, объективно предполагает необходимость страховой защиты как физических и юридических лиц, являющихся непосредственными участниками конфликта, так и третьих лиц, случайно пострадавших в ДТП.

В обязанности автовладельцев в настоящее время входит страхование транспортных средств, как одно из важнейших рычагов снижения социально-экономических последствий от ДТП.

Страхование на автомобильном транспорте состоит из комплекса страховых услуг, включающих несколько видов страхования, объединенных одним классом страховых рисков, связанных с эксплуатацией автотранспортных средств.

Основными видами страхования на автомобильном транспорте являются: обязательное страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств, добровольное страхование пассажиров автомобильного транспорта от несчастных случаев, страхование средств транспорта организаций и граждан, страхование грузоперевозок, добровольное страхование автогражданской ответственности и др.

В соответствии с Законом Российской Федерации «Об организации страхового дела в

Российской Федерации» страхование представляет собой отношения по защите имущественных интересов физических и юридических лиц при наступлении определенных событий за счет денежных фондов, формируемых из уплачиваемых ими страховых взносов.

Законодательство Российской Федерации об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств состоит из Гражданского кодекса Российской Федерации, Федерального Закона от 25.04.2002 г. №40-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств», введенного в действие с 1 июня 2003 года, других федеральных законов и издаваемых в соответствии с ними иных нормативных актов Российской Федерации [2].

Согласно статье 3 вышеуказанного закона «основными принципами обязательного страхования являются: гарантия возмещения вреда, причиненного жизни, здоровью или имуществу потерпевших, в пределах установленных Федеративным законом; всеобщность и обязательность страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств, недопустимость использования на территории Российской Федерации транспортных средств, владельцы которых не исполнил установленную настоящим законом обязанность по страхованию своей гражданской ответственности; экономическая заинтересованность владельцев транспортных средств в повышении безопасности дорожного движения».

В соответствии с Законом страхование ответственности автовладельцев может осуществлять любая страховая компания, имеющая лицензию и являющаяся членом профессионального объединения страховщиков, каковым является Российский союз автостраховщиков.

В настоящее время мировой рынок автострахования является лидирующим после страхования жизни и медицинского страхования.

В соответствии с действующим законодательством (см. ст. 1079 ГК РФ), возмещение вреда владельцу источника повышенной опасности производится в полном объеме и вне зависимости от его вины.

Однако на автомобильном транспорте, несмотря на то, что наибольший объем перевозок пассажиров и грузов на территории Российской Федерации приходится именно на этот вид транспорта, отсутствуют какие-либо регламентированные механизмы финансовых гарантий возмещения вреда потребителям автотранспортных услуг (пассажирам, грузовладельцам), не говоря уже о третьих лицах.

Анализируя состояние страховой защиты участников дорожного движения от ДТП, можно сделать вывод, что в стране сформирован цивилизованный рынок страхования в автомобильном комплексе на основе взаимного интереса участников дорожного движения, других субъектов автотранспортной деятельности, страховщиков и государства.

РАЗВИТИЕ РЫНКА ОБЯЗАТЕЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ

Главным событием для российского страхового рынка стало введение в 2003 году обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств (далее – ОСАГО). Однако введение новых видов страхования, в том числе обязательного, всегда связано с преодолением страховщиками так называемого административного барьера, связанного с необходимостью получения соответствующей лицензии. Федеральным законом от 25.04.2002 № 40-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств» (далее Закон ОСАГО) установлены обязательные требования к страховщикам, обратившимся за получением лицензии на осуществление ОСАГО.

К таким требованиям относится обязанность страховщика иметь в каждом субъекте Российской Федерации уполномоченного на рассмотрение требований потерпевших о страховых выплатах и на осуществление страховых выплат, двухлетний опыт осуществления страхования транспортных средств или гражданской ответственности их владельцев. Кроме того, страховщик должен быть членом профессионального объединения страховщиков, действующего в соответствии с требованиями Закона ОСАГО [2].

Согласно данным Федеральной службы страхового надзора в 2004 году действовало 166 страховых организаций, а в 2012 – уже 549.

Лидерами на федеральном рынке ОСАГО являются: группа компаний Согаз, Росгосстрах, «Ингосстрах», «РЕСО-Гарантия», доля которых в совокупном объеме страховой премии составляет соответственно 15,26%, 10,34%, 7,18% и 5,68%.

Согласно проведенному анализу, на рынке продолжается сокращение числа действующих страховых компаний. В едином госреестре субъектов страхового дела в 2012 году было зарегистрировано 549 страховых организаций, в прошлом году на рынке действовало 607 компаний, т.е. общее количество страховщиков сократилось на 9,6%, или 58 компаний.

Количество компаний, которые находятся на страховом рынке, но не собирают страховые премии сократилось со 106 в 1-м квартале 2011 г. до 92 в 1-м квартале 2012 г. Концентрация страхового бизнеса растет.

ТОП-10 компаний в 1-м квартале 2012 года собрали 62,4% премий на рынке всего, 72,3% – на рынке КАСКО, 74,2% – на рынке имущественного огневого страхования, 78,5% – на рынке ОСАГО.

Количество крупных страховщиков, собирающих более 1% от общего числа премий, выросло до 18 компаний, а количество крупных страховщиков, выплачивающих более 1%, на рынке сократилось до 17 компаний. Число страховых компаний, имеющих долю рынка более 1% от общего числа заключенных договоров, выросло до 24. Общий объем собранной премии в 1-м квартале 2012 года составил 213,6 млрд. руб. (рост на 25,7% по сравнению с аналогичным периодом 2011 г.), объем выплат – 79,1 млрд. руб. (рост на 15,5%). Наблюдается увеличение премий и выплат по всем видам по сравнению с 1-м кварталом 2011 г., за исключением ОСАГО, где произошло сокращение выплат на 9%.

Отношение премии к ВВП выросло с 1,5% в 1-м квартале 2011 г. до 1,7% в 1-м квартале 2012 г. Доля премии в расходах граждан выросла до 1,1%.

Страховые премии за счет юридических лиц выросли на 25,9% по сравнению с 1-м кварталом 2011 г. и составили 137,3 млрд. руб. Выплаты увеличились на 33,1%, и составили 41,1 млрд. руб.

Принятие Федерального закона от 25 апреля 2002 г. № 40-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств» было обусловлено тем, что в Российской Федерации постоянно растет число автотранспортных средств, а, следовательно, растет число и дорожно-транспортных происшествий.

В Воронежской области за период 2004-2011 гг. численность транспортных средств увеличилась на 25%, а количество ДТП за этот же период увеличилось на 7%.

Действующий в настоящее время размер тарифов был утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 7 мая 2003 года № 263 «Об утверждении страховых тарифов по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств, их структуры и порядка применения страховщиками при определении страховой премии». Базовая ставка тарифов для легковых автомобилей согласно указанному постановлению составляет для физических лиц 1980 рублей, для юридических лиц – 2375 рублей.

В соответствии с Законом, страхование ответственности автовладельцев может осуществлять любая страховая компания, имеющая лицензию и являющаяся членом профессионального объединения страховщиков. Таким профессиональным объединением страховщиков является Российский союз автостраховщиков (РСА) [2].

Обязательное страхование ответственности автовладельцев – неременный атрибут цивилизованной страны – стал нормой и для нашего общества. В ходе его реализации выявлен целый ряд проблем государственного регулирования страхования гражданской ответственности.

Есть проблемы, связанные с организацией информационного взаимодействия между РСА и ГИБДД. В соответствии с положениями Федерального закона «Об информации, информатизации и защите информации» сведения о владельцах транспортных средств, выданных водительских удостоверениях относятся к категории ограниченного доступа.

Действие закона невозможно без создания новой автоматизированной информационно-справочной системы: о заключенных, измененных и прекративших действие договорах обязательного страхования, обобщенных данных отчетности по обязательному страхованию – в федеральном органе исполнительной власти по надзору за страховой деятельностью; о владельцах транспортных средств, нарушителях правил дорожного движения, дорожно-транспортных происшествиях, размерах причиненного в результате конкретных ДТП ущерба, соответствующих статистических данных по названным объектам учета – в подразделениях Госавтоинспекции.

Назрела необходимость создать и утвердить «Алгоритм взаимодействия с ГИБДД», позволяющий сократить время оформления ДТП. Сегодня ДТП без пострадавших с незначительным ущербом можно оформлять без участия сотрудников ГИБДД, что позволяет значительно сократить время оформления происшествия. Однако, эта услуга из-за отсутствия доверия к страховым компаниям практически не применяется.

В настоящее время Закон и правила страхования нуждаются в многочисленных корректировках (по оценкам экспертов РСА до 30% статей закона и пунктов правил требуют улучшения). Эти корректировки должны быть направлены на устранение правовых коллизий и пробелов, а также на улучшение условий страхования для страхователей и упрощение процедуры урегулирования на всех ее этапах для потерпевших.

Основная функция страховщиков – участников ОСАГО – это вовремя и в полном объеме выплатить возмещение потерпевшим ущерба. Главным индикатором качества работы ОСАГО должны стать, в конечном счете, не финансовые показатели деятельности страховщиков и не высказывания автовладельцев или политиков, а мнение подавляющей массы пострадавших, получивших компенсации по ОСАГО.

Закон об ОСАГО, как это наблюдается повсюду в мире, должен стать экономическим стимулятором аккуратного, неагрессивного, безаварийного вождения. Однако его влияние на аварийность носит характер долговременной, многолетней тенденции. Должно пройти несколько лет для того, чтобы «лихачи» на себе почувствовали пресс штрафов, а осмотрительные водители – преимущества поощрений за безаварийность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верзилин, В. А. Безопасность дорожного движения: организация, эффективность, перспективы развития [Текст]: монография / В. А. Верзилин. Воронеж, «Научная книга», 2005. – С. 328
2. Бычков, В. П. Предпринимательская деятельность на автомобильном транспорте: перевозки и авто-сервис [Текст] : учеб. пособие / В. П. Бычков. М.: Академический проект, 2009. – 570 с.
3. Верзилин, В. А. Социально-экономические последствия от ДТП [Текст] / В. А. Верзилин. // Обеспечение общественной безопасности в Центральном Федеральном округе Российской Федерации: Междунар. научн.-практ. конф. «Обеспечение общественной безопасности в Центральном Федеральном округе РФ»: Сборник материалов. – Ч.1. – Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2007. – С. 78-86.
4. Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств: Федеральный закон от 25 апреля 2002 г. № 40-ФЗ // собрание законодательства РФ. – 2002. – № 18. – Ст. 1720.

Бычков Владимир Петрович

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

Адрес: 394087 г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8

Заслуженный работник высшей школы РФ, д-р экон. наук, профессор, зав.кафедрой управления производством

Тел.: +7 (903) 8516469

Верзилин Владимир Александрович

Воронежский филиал РАНХиГС - структурное подразделение ФГБОУ ВПО " Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации "

Адрес: 394087, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д.98-а

Д-р экономических наук, профессор, начальник управления ГИБДД ГУ ВД Воронежской области

Тел.:+7 (473) 2477405

E-mail: kafec@bk.ru

Заложных Виктор Михайлович

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»

Адрес: 394087 г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8

Канд. техн. наук, доцент кафедры управления производством

Тел.: +7 (910) 2821049

V. P. BYCHKOV, V. A. VERZILIN, V. M. ZALOGNIH

ECONOMIC PROBLEMS OF ROAD SAFETY

In the system of prevention of road accidents in the modern The conditions should be at the forefront of economic methods of management of the environment, creating the conditions under which emergency operation of road transport of non-profitable car owner (company or individual natural person). In this regard follows create in the years to fully work out the economic mechanism, the crucial element is the insurance. Additionally, you must enter the full compensation of the damage, which will dramatically increase the responsibility of the participants in the movement, to create conditions for the proper regulation of relations in society in a market economy. Need to develop a system of economic incentives to encourage of holders of vehicles to be written off vehicles that produce the resource. Instead of the ratio of the retired and the purchase of new vehicles appropriate for leasing. An important element of preventive maintenance to increase the level of technological readiness of the rolling stock companies - car owner is the fulfillment of technical maintenance and repairs on ... specialized enterprises which, PE performed a variety of operations with better quality.

Keywords: traffic accidents (RTP), safety of road to traffic, prevention, car insurance, leasing.

BIBLIOGRAPHY

1. Verzilin, V. A. Bezopasnost` dorzhnogo dvizheniya: organizatsiya, effektivnost`, perspektivy raz-vitiya [Tekst]: monografiya / V. A. Verzilin. Voronezh, "Nauchnaya kniga", 2005. - S. 328
2. Bychkov, V. P. Predprinimatel'skaya deyatel'nost' na avtomobil'nom transporte: perevozki i avto-servis [Tekst] : ucheb. posobie / V. P. Bychkov. M.: Akademicheskii proekt, 2009. - 570 s.
3. Verzilin, V. A. Sotsial'no-ekonomicheskie posledstviya ot DTP [Tekst] / V. A. Verzilin. // Obespechenie obshchestvennoy bezopasnosti v Tsentral'nom Federal'nom okruge Rossiyskoy Federatsii: Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. "Obespechenie obshchestvennoy bezopasnosti v Tsentral'nom Federal'nom okruge RF": Sbor-nik materialov. - CH.1. - Voronezh: Vornezhskiy institut MVD Rossii, 2007. - S. 78-86.
4. Ob obyazatel'nom strakhovanii grazhdanskoj otvetstvennosti vladel'tsev transportnykh sredstv: Feder-al'nyy zakon ot 25 aprelya 2002 g. № 40-FZ // sobranie zakonodatel'stva RF. - 2002. - № 18. - St. 1720

Bychkov Vladimir Petrovich

ФГБОУ ВПО "Voronezh State Academy of Forestry"

Address: 394087, Voronezh, street. Timiryazeva 8

Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Dr. Econ. , Professor, Head of Department of Management of production

Tel.: +7 (903) 8516469

Verzilin Vladimir Alexandrovich

Voronezh branch RANHiGS - structural unit FGBOU VPO "Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation"

Address: 394087, Voronezh, st. University, d.98-a

Dr. of Economics, Professor, Head of the State Traffic Police VD Voronezh region

Tel.: + 7 (473) 2477405

E-mail: kafec@bk.ru

Zalognih Victor Mihaylovich

ФГБОУ ВПО "Voronezh State Academy of Forestry"

Address: 394087, Voronezh, street. Timiryazeva 8

Candidate tech. sciences, assistant professor of production management

Tel.: + 7 (910) 2821049

ОБРАЗОВАНИЕ И КАДРЫ

УДК 629.113.004.67

И. Е. ИЛЬИНА, В. В. ЛЯНДЕНБУРСКИЙ, А. И. ЗВИЖИНСКИЙ, С. А. ЕВСТРАТОВА

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОТРЕНАЖЕРОВ В ОБУЧЕНИИ
ВОДИТЕЛЕЙ КАТЕГОРИИ «В»**

Обучение вождению с использованием автотренажеров позволит выработать у учащегося в безопасных условиях элементарные начальные зрительно-двигательные навыки управления автомобилем и восприятия среды движения.

Ключевые слова: Обучение, вождение, автотренажер, водитель, автомобиль, дорога, среда.

Одним из главных вопросов обеспечения высокого уровня безопасности дорожного движения является создание и эксплуатация эргономических систем "водитель – автомобиль – дорога– среда" (ВАДС), функционирующих в оптимальных режимах. Организация этих систем осуществляется путем подбора, подготовки и обучения водителей; выбора и реализации определенных характеристик автотранспортных средств (АТС), эксплуатируемых и обслуживаемых водителем; формирования окружающей водителя и АТС среды с необходимыми ее параметрами. В таких ВАДС обеспечивается совместимость водителя, АТС и среды, что способствует приведению системы в режим оптимальной работы. Совместимость характеризует способность каждой отдельной ее части функционировать в составе единого целого для достижения главной цели. Неоптимальный и аварийный режим работы ВАДС определяется частичной или полной потерей совместимости частей ВАДС.

Если рассматривать проблему процесса подготовки и обучения водителей АТС, то следует отметить, что в рамках автотранспортной эргономики речь идет о подготовке и обучении не просто человека-оператора, а активного оператора. Уровнем активности водителя ВАДС можно управлять с помощью различных способов разделения функций в системе:

- оптимальной загрузкой водителя;
- уровнем автоматизации;
- организацией системы отображения информации;
- конструированием органов управления и рабочего места водителя;
- отбором, подготовкой, обучением, тренировкой водителей.

Принцип активности заключается в постоянной готовности водителя к действию, чтобы случайность не застала его врасплох, чтобы его работоспособность была на высоком уровне. На работоспособность ВАДС оказывает вредное воздействие, как перегрузка, так и недогрузка. Нужен сбалансированный научно обоснованный уровень автоматизации ВАДС. Для оценки работы ВАДС не применим в полной мере ни критерий максимальной эффективности технической части, ни критерий максимального комфорта для водителя. Оценивать работу ВАДС нужно по комплексному критерию эргатической эффективности, который учитывает как результаты, полученные на выходе ВАДС, так и напряженность водителя. Под напряженностью водителя надо понимать его состояние, вызываемое мобилизацией внутренних сил организма в ответ на условия его деятельности.

Частично вопрос активного водителя и оптимальной ВАДС решается на этапе проектирования АТС, но остается ряд эргономических проблем и в процессе их эксплуатации, одной из основных является отбор, подготовка и обучение водителей, как в обычных, так и в особых экстремальных ситуациях. Решить эту проблему на практике АТС не удастся, так как это экономически не выгодно и технически небезопасно. Выход только один – создание и

внедрение современных технических средств обучения (ТСО) – автомобильных тренажеров, разработанных на базе эргономических требований.

С этой целью в состав ТСО должны входить средства объективного контроля качества функционирования и определения параметров напряженности водителя при выполнении задач обучения, а так же средства для определения качества работы ВАДС с учетом напряженности водителя. Кроме того, на ТСО необходимо обеспечить обучение правильному и своевременному принятию нужного решения в особых ситуациях при дефиците времени и быстроразвивающейся аварийной ситуации.

Проблемы подготовки и обучения водителей непосредственно связана с качеством их профессионального отбора. Сложившаяся система профотбора водителей, основанная на образовательном, социальном, медицинском и психологическом показателях, недостаточна и требует совершенствования.

Существующие психологические методики отбора основаны на применении специальных тестов, таблиц, приборов и обладают существенными недостатками – они являются «технологически абстрактными», не связанными с конкретными ВАДС, не учитывают информационные особенности построения кабин АТС, пультов и органов управления, обходят особенности работы управляемых человеком АТС, процессов функционирования ВАДС в целом.

Эргономическая часть профотбора – это статистический метод, основанный на сборе и обработке массивов реальных ошибок, эксплуатационных замечаний, отказов, на создание специальных эргономических ТСО и их применение при отборе.

На рисунке 1 приведена схема основных компонентов (этапов) процесса обучения водителя в современных условиях.

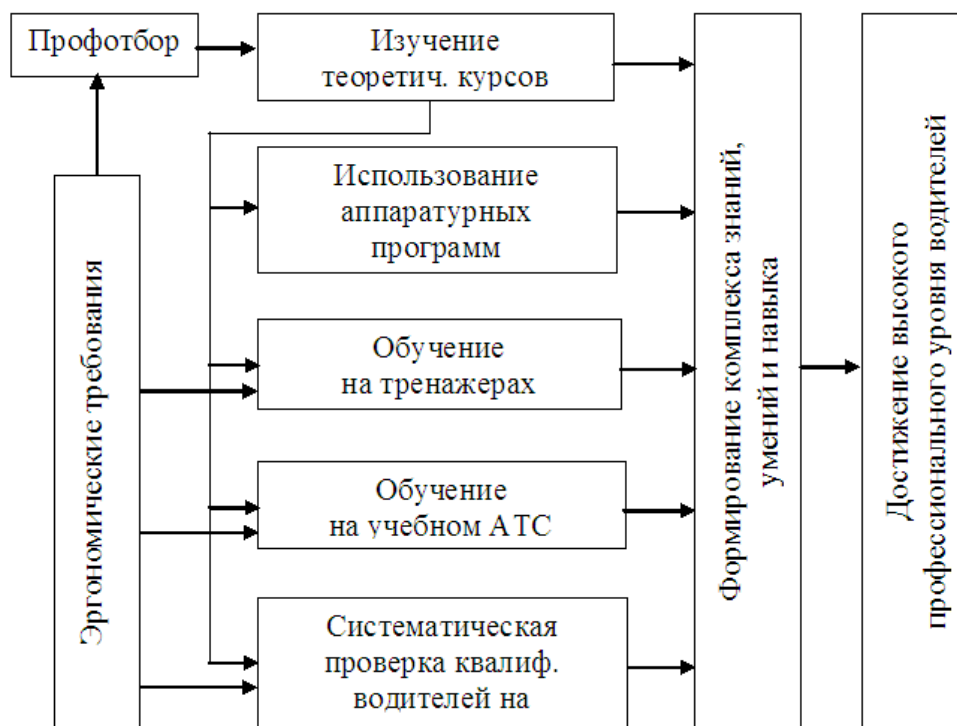


Рисунок 1 - Схема основных компонентов (этапов) процесса обучения водителей в современных условиях

Основной отличительной особенностью схемы являются:

1. Обязательное обучение на тренажерах, как в обычных, так и в экстремальных ситуациях;
2. Систематическая проверка квалификации водителей на тренажерах в экстремальных ситуациях.

Автотренажеры позволяют приблизить условия обучения к реальным, не создавая при этом сопутствующую реальным условиям опасность. Для формирования первоначальных навыков вождения тренажеры предпочтительны, так как они хорошо к этому приспособлены в методическом плане. Тренажеры позволяют детализировать ситуацию, расчленить операцию на отдельные элементы, растянуть каждый процесс во времени, повторить действие, индивидуализировать подход к обучающемуся, воспроизвести аварийные ситуации, отработка которых на дороге или автодроме не возможна из-за опасности. С их помощью значительно ускоряется педагогический процесс обучения вождению автомобилем и позволяет устранить ошибочные действия водителя при управлении автомобилем.

Однако внедрение автотренажеров в педагогический процесс получило широкое распространение лишь в последнее время и пока применяется не во всех автошколах, так как требует дополнительного привлечения материальных средств.

В автошколах Европы и Америки автотренажеры получили широкое распространение. Курсантам, прошедшим подготовку на них, гораздо легче дается практическое вождение, а автошколе реже приходится ремонтировать учебные автомобили. В России внедрение автотренажеров в педагогический процесс произошло недавно и пока применяется не во всех автошколах.

Автотренажер – комплекс устройств, предназначенных для подготовки водителей автомобилей и состоящих из элементов, моделирующих рабочее место водителя и дорожную обстановку.

По назначению автотренажеры подразделяются на функциональные и комплексные. Функциональные тренажеры предназначены для обучения и тренировки отдельных элементов вождения, отработки поведения водителей в определенных условиях. Комплексные тренажеры – для формирования комплекса навыков будущих водителей.

Кроме того, они позволяют использовать индивидуальный подход к каждому из обучаемых и допускают многократное повторение отдельных операций по управлению автомобилем, добиваясь четкого их выполнения. Используя автотренажеры, можно разбить сложный процесс вождения на отдельные элементы и воспроизвести аварийные ситуации, отработка которых на автодроме и на дороге сопряжена с опасностью, а также уменьшить расходы на обучение водителя.

Основная задача тренажерного этапа подготовки – выработать у учащегося в безопасных условиях элементарные начальные зрительно-двигательные навыки управления автомобилем и восприятия среды движения. Поэтому при обучении на автотренажерах изучаются основные, базовые навыки управления автомобилем.

Объем и разнообразие учебного материала, изучаемого на автотренажере, весьма велик, поэтому овладение им происходит поэтапно (рис. 2).

С этой целью тренажеры должны отвечать следующим техническим требованиям:

- информационной адекватностью, определяемой адекватностью основных видов информации, имеющих место при эксплуатации ВАДС;
- динамической адекватностью, определяемой адекватностью выходных характеристик АТС (разгонное, скоростное, тяговое, тормозное).

В настоящее время уровень развития компьютерных технологий, результаты исследовательских работ в области моделирования, в том числе и автотранспортной эргономики, позволяют создать автомобильные тренажеры, отвечающие практически всем предъявленным требованиям и позволяющим проводить обучение и тренировку по всем трем вышеназванным этапам, внедрение таких тренажеров позволит коэффициент надежности водителя K_n (рис. 3) независимо от его стажа получить высоким (в пределах 0,9 – 0,95), а величину постоянной времени T_b – (в пределах 0,5 – 0,6 с.) – за очень короткий срок обучения и тренировки на них. Точки A_1, A_2 на обеих кривых обозначают время и количество повторной переподготовки (подкрепление навыков).

Первый этап

Цель занятий: Познакомить кандидата в водители с рабочим местом водителя, его устройством; приемами регулирования сиденья и зеркал заднего вида.

Сформировать представление о правильности посадки водителя, влиянии ее на качественные показатели управления автомобилем.

Второй этап

Цель занятий: Познакомить кандидата в водители с органами управления и контрольными приборами, их назначением. Выработать у курсантов автошкол правильность в пользовании органами управления и осуществлении контроля технических параметров автомобиля.

Третий этап

Цель занятий: Выработать у кандидатов в водители умения трогаться с места, осуществлять переключение передач, останавливаться. Сформировать у будущих водителей приемы управления рулевым колесом автомобиля, адекватные конкретным условиям движения. Привить необходимость правильного использования стояночной тормозной системой.

Рисунок 2 - Этапы овладения учебным материалом, изучаемым на автотренажере

В опасных дорожных ситуациях растерянность, замедление мышления и сенсомоторных реакций возникают не столько из-за чувства личной опасности или объективной трудности положения, сколько вследствие неожиданности развития событий. Способность к быстрой оценке опасной ситуации определяется качествами оперативного мышления. Навыки такого мышления, умение правильно и быстро реагировать на непредвиденную обстановку являются важными факторами надежности водителя.

Подготовка водителя к действиям в таких ситуациях с использованием автотренажёра будет способствовать тому, что внезапность, неожиданность станут привычными и любая опасная ситуация будет восприниматься водителем почти обычной, лишь с некоторым отрицательным моментом, хотя и вызывающим повышенное нервное напряжение, но не нарушающим его способность логически мыслить и действовать.

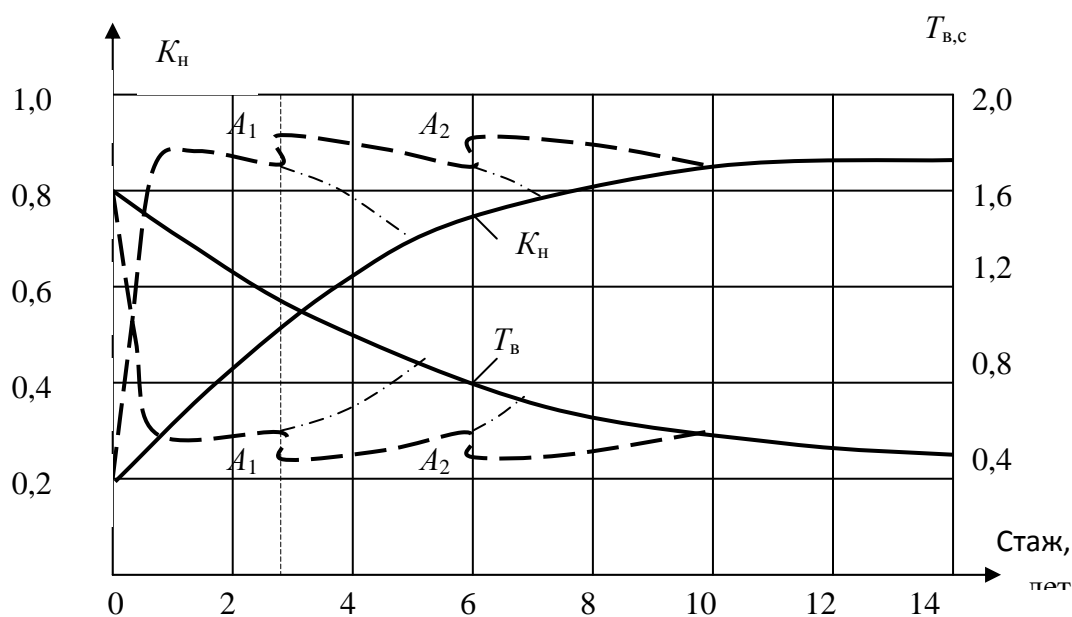


Рисунок 3 - Кривые изменения K_n и T_v при: обучении и тренировке на тренажере (---), в естественных условиях (—)

В отличие от принципа обучения водителей методом проб и ошибок в процессе эксплуатации АТС, применения автодромов обучение на современном автотренажере позволяет за короткое время (40-60 часов) достигнуть максимального значения надежности и экономичности независимо от стажа в процессе получения базового образования водителя. Однако и в этом случае в процессе эксплуатации АТС полученные навыки на автотренажере водитель должен подкреплять тем же, как и в случае применения автодромов, чтобы поддерживать квалификацию на высоком уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветохин, А. С. Автотранспортная эргономика [Текст]: учеб. Пособие / А. С. Ветохин, В. В. Лянденбургский, А. И. Звижинский. – Пенза: ПГУАС, 2007. – 250 с.
2. Ветохин, А. С. Проблемы подготовки водителей на автомобильном транспорте и пути их решения [Текст] / А. С. Ветохин, В. В. Лянденбургский, Ю. А. Антонов, А. М. Бутузов // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Материалы I международной научно-технической конференции. – Пенза, 2000. Часть I.
3. Лянденбургский, В. В. Совершенствование процесса диагностирования топливной системы дизельного двигателя [Текст] / В. В. Лянденбургский, А. С. Иванов, Е. В. Кравченко // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. - № 3. – С. 57-62.

Ильина Ирина Евгеньевна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
 Адрес: 440028, Пенза, ул. Титова, 28
 Канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»
 Тел.: +7 (8412) 498330
 E-mail: dekauto@pguas.ru

Лянденбургский Владимир Владимирович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
 Адрес: 440028, Пенза, ул. Титова, 28
 Канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»
 Тел.: +7 (8412) 498330
 E-mail: dekauto@pguas.ru

Звижинский Александр Игоревич

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Адрес: 440028, Пенза, ул. Титова, 28

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»

Тел.: +7 (8412) 498330

E-mail: dekauto@pguas.ru

Евстратова Светлана Александровна

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Адрес: 440028, Пенза, ул. Титова, 28

Студент

Тел.: +7 (8412) 498330

Email: dekauto@pguas.ru

I.E. ILYINA, V. V. LYANDENBURSKY, A. I. ZVIZHINSKY

**USED AUTOEXERCISE MACHINES IN TRAINING
OF DRIVERS OF THE CATEGORY "B"**

Training to driving with use of autoexercise machines will allow to develop at the pupil in safe conditions elementary initial visual and impellent skills of driving and perception of the environment of movement.

Keywords: training, driving, autoexercise machine, driver, car, road, Wednesday.

BIBLIOGRAPHY

1. Vetokhin, A. S. Avtotransportnaya ergonomika [Tekst]: ucheb. Posobie / A. S. Vetokhin, V. V. Lyandenburskiy, A I. Zvizhinskiy. - Penza: PGUAS, 2007. - 250 s.
2. Vetokhin, A. S. Problemy podgotovki voditeley na avtomobil`nom transporte i puti ikh resheniya [Tekst] / A. S. Vetokhin, V. V. Lyandenburskiy, YU. A. Antonov, A. M. Butuzov // Problemy kachestva i ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv. Materialy I mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. - Penza, 2000. Chast` I.
3. Lyandenburskiy, V. V. Sovershenstvovanie protsessa diagnostirovaniya toplivnoy sistemy dizel`nogo dvigatelya [Tekst] / V. V. Lyandenburskiy, A. S. Ivanov, E. V. Kravchenko // Mir transporta i tekhnologicheskih mashin . - 2012. - № 3. - S. 57-62.

Илина Ирина Евгеньевна

ФГБОУ ВПО «Пенза state university of architecture and building»

Адрес: 440028, Пенза, Титов's street, 28

Candidate tech. sciences, the senior lecturer

Тел.: +7 (8412) 498330

E-mail: dekauto@pguas.ru

Lyandenbursky Vladimir Vladimirovich,

ФГБОУ ВПО «Пенза state university of architecture and building»

Адрес: 440028, Пенза, Титов's street, 28

Candidate tech. sciences, the senior lecturer

Тел.: +7 (8412) 498330

E-mail: dekauto@pguas.ru

Zvizhinsky Alexander Igorevich

ФГБОУ ВПО «Пенза state university of architecture and construction»

Адрес: 440028, Пенза, Титов's street, 28

Candidate tech. sciences, associate professor

Тел.: +7 (8412) 498330

Email: dekauto@pguas.ru

Evstratova Svetlana Aleksandrovna

ФГБОУ ВПО «Пенза state university of architecture and construction»

Адрес: 440028, Пенза, Титов's street, 28

Student

Тел.: +7 (8412) 498330

E-mail: dekauto@pguas.ru

Г. В. БУКАЛОВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ НОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Автор обращается к проблеме научно-педагогической обоснованности принципов практической реализации норм результата профессионального образования. Представлены модулей деятельности, отражающие взаимодействие субъектов образовательного процесса, целенаправленно ориентированного на формирование нормативно установленной профессиональной компетентности выпускника вуза технического профиля.

Ключевые слова: норма результата образования, методические компоненты образовательного нормирования, инженерное образование.

Включение России в Болонский процесс послужило основой для законодательного введения в системе высшего профессионального образования компетентностного подхода. Это мощное воздействие административного ресурса предполагает обеспечение эволюционного развития сложившейся системы профессионального образования, переход ее в новое состояние, соответствующее новому типу обучения. При этом административно внесенные изменения во «внешний контур» системы инженерного образования с необходимостью требуют адекватных изменений и в его «внутреннем контуре» - конкретной образовательной среде вуза: в содержании процесса подготовки по данному направлению (специальности). Внедрение образовательного нормирования связано с изменением концептуальной основы педагогики профессиональной подготовки технического профиля и обновлением модели организации соответствующей ей образовательной практики. В своей совокупности указанные факторы обуславливают определенные принципы, цели, педагогические технологии обучения, методы воспитания, изменение позиций педагога и обучающегося и, как результат, - изменение педагогического мышления. Причем модель профессиональной подготовки, содержащая в своей структуре образовательные нормативы, с необходимостью должна преемственно сочетаться с лучшими традиционными образцами русской инженерной школы. Эффективность внедрения образовательного нормирования также связана с убежденностью преподавателей-практиков в целесообразности изменений образовательной среды в связи с внедрением данного педагогического новшества, с признанием его нужности для развития образовательной системы вуза. В виду этого важна методическая готовность преподавателей к участию в разработке содержания образовательных норм и их ответственной реализации в образовательном процессе. Следовательно, условием успешности внедрения образовательного нормирования является доступность для освоения педагогами-практиками соответствующей методики и научно-методических основ с тем, чтобы достичь понимания ими необходимости и возможности реализации данной педагогической новации. В противном случае традиционно проявляемый консерватизм педагогического сознания может стать непреодолимым препятствием для действительной реализации образовательных норм. Однако наряду с этим необходимо учитывать объективную закономерность существования такого консерватизма и, более того - его оправданность. В силу того, что именно рациональная степень консерватизма способствует сохранению стабильности образовательной системы в целом [1].

Внедрение образовательной нормы понимается как реализованный на практике в ходе взаимодействия субъектов образовательного процесса нормативно утвержденный в качестве ориентировочной основы будущей профессиональной деятельности проект результата образования по данному направлению (специальности). В соответствии с этим можно отметить, что логика реализации образовательного нормирования в качестве составляющих объединяет следующие структурные элементы:

-логику познавательной деятельности студентов, основывающуюся на создании условий образовательной среды, обеспечивающих формирование мотивации достижения результатов профессионального образования, описываемых содержанием образовательных нормативов;

- логику педагогической деятельности, связанную с развертыванием содержания образования, ориентированного на формирование нормативно установленной профессиональной компетентности выпускника вуза, с учетом уникальности индивидуальной деятельности преподавателя.

В виду сложного деятельностного характера нормы результата профессионального образования технического профиля необходимым представляется выделение методических компонентов ее реализации. Методические компоненты образовательного нормирования могут быть представлены как совокупность деятельностных модулей, отражающих взаимодействие субъектов образовательного процесса, целенаправленно ориентированного на формирование профессиональной компетентности выпускника вуза. Основная характеристика рассматриваемых методических компонентов обуславливается результативно-целевой основой образовательных нормативов, задаваемых ведущим контекстом производственной предметной и социальной деятельности соответствующего профиля. Результативно-целевое назначение образовательного нормирования дает возможность для выделения основных положений, определяющих совокупность методических компонентов реализации образовательного нормирования. В виду этого к положениям, определяющим состав указанных методических компонентов, можно отнести следующие:

-принятие в качестве основной цели образовательного процесса создание условий для целенаправленного формирования выпускником вуза нормативно установленного содержания профессиональной компетентности;

- представление обобщенного результата профессионального образование в виде нормативно утвержденной компетентностной модели выпускника вуза по данному направлению (специальности);

-обеспечение продуктивного взаимодействия субъектов образовательного процесса, ориентированного на достижение общей цели образовательной деятельности;

-применение разнообразных видов учебной деятельности студентов в соответствии с разнообразием формируемых в ходе образовательного процесса компетенций;

- использование сочетания традиционных и инновационных методов и средств обучения, обоснованного в отношении эффективности достижения установленных образовательных нормативов, отражающих компетенции выпускника вуза. В свою очередь, указанные выше положения составляют основание для формулирования следующих целевых характеристик методических компонентов процесса реализации образовательных норм:

- контекстная ориентация всех элементов образовательного процесса на достижение реализации образовательных норм;

- преэминентность процессов формирования компетенций обучающегося (реализации образовательных нормативов) на протяжении всего срока обучения;

-акцентирование деятельностной составляющей профессиональной подготовки, направленной на готовность обучающихся к эффективной самостоятельной профессиональной деятельности.

Образовательное нормирование имеет целью представление обобщенного результата профессиональной подготовки, отражающего готовность выпускника вуза к профессиональной и социальной деятельности. В соответствии с этим образовательное нормирование также призвано обеспечить ориентацию образовательной среды вуза на создание новых педагогических условий и преобразование имеющихся. Образовательная норма отражается компетентностной моделью результата профессиональной подготовки выпускника вуза по данному направлению (специальности). В данном случае модель представляет собой описание функционально различных, но взаимосвязанных элементов (компетенций выпускника вуза).

Основанием для объединения элементов модели в указанную совокупность является педагогическая концепция нормирования результата профессионального образования в его необходимом содержании. В виду этого и в соответствии с положениями теории моделирования данное представление образовательной нормы можно отнести к описательным моделям структурно-функционального типа [2].

В соответствии с указанным типом модели, представляющей образовательную норму, целесообразен процесс ее разработки, состоящий из двух основных и одного предварительного этапа. В ходе предварительного этапа разработки образовательной нормы формируется понятийный аппарат образовательного нормирования (составляется глоссарий используемых терминов); выявляются правовые ограничения (в соответствии с требованиями государственного стандарта, определяющими объем компетенций, возможных для внутривузовского нормирования); анализируются ресурсные ограничения, соответствующие образовательной среде данного вуза. В случае совершенствования ранее разработанной образовательной нормы выполняется анализ ее содержания на основании результатов предшествующего применения. На следующем этапе разработки образовательной нормы разрабатывается стратегия и устанавливаются принципы нормирования; выполняется структуризация объекта нормирования (профессиональной компетентности выпускника вуза по данному направлению (специальности)) на соответствующие группы компетенций. С учетом применения процедуры нормирования именно в сфере профессионального образования технического профиля, целесообразно в качестве принципов образовательного нормирования использовать принципы системности и самоорганизации. Принцип системности по отношению к образовательному нормированию представляется состоящим в том, что указанный выше объект нормирования рассматривается как структура, обладающая достаточной цельностью. В виду этого следует учитывать, что структурные элементы объекта нормирования (компетенции выпускника вуза) в значительной степени взаимообусловлены и взаимосвязаны. Обоснование применения принципа системности также состоит в том, что объект нормирования с течением времени становится элементом системы более высокого уровня – производственной системы соответствующего профиля.

Принцип самоорганизации объективно присущ образовательному нормированию в силу социального характера образовательной системы. Именно такое свойство образовательного нормирования как самоорганизация обеспечивает проявление потенциала основного положительного воздействия совокупной образовательной нормы на субъекты образовательного процесса [3]. В силу того, что состав образовательной нормы периодически корректируется, обновляется, поддерживая интересы участников образовательного процесса. Инициаторами указанных изменений в содержании образовательной нормы выступают прежде всего субъекты профессиональной подготовки – студенты и профессорско-преподавательский состав выпускающей кафедры по данному направлению (специальности). Участие в формировании и корректировании содержания образовательных норм – один из способов реализации права на осуществление академических свобод: свободу обучения, преподавания и исследований [4]. Следовательно, основой для действительной реализации принципа самоорганизации образовательного нормирования должно стать отражение административно утвержденными предписаниями вуза права субъектов образовательного процесса на мотивированную и гарантированную возможность принимать участие в формировании и корректировании содержания образовательных нормативов (компетенций выпускника вуза по данному направлению (специальности)).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вербицкий, А. А. Новая образовательная парадигма и контекстное обучение [Текст] / А. А. Вербицкий. – М.: Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов, 1999.
2. Трусов, В. П. Введение в математическое моделирование [Текст]: учеб. пособие / под ред. В. П. Трусова. - М.: Логос, 2005.

3. Букалова, Г. В. Общенаучный аспект категории «норма результата профессионального образования» [Текст] / Г. В. Букалова // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П.Горячкина». Серия: Теория и методика профессионального образования. – 2012. - № 4(55). - Москва: Издательский центр ФГОУ ВПО МГАУ. – С. 16-22.

4. Мелецинек, А. Инженерная педагогика [Текст] / А. Мелецинек. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998.

5. Новиков, А. Н. Профессиональное мышление технического профиля как элемент образовательного нормирования [Текст] / А. Н. Новиков, Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин . – 2012. - № 3. – С. 100-103.

Букалова Галина Васильевна

ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Канд. пед. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел.: +7 (486) 734350

E-mail: srmostu@mail.ru

G. V. BUKALOVA

METHODICAL COMPONENTS NORMALIZATION RESULT OF ENGINEERING EDUCATION

The author addresses the issue of the validity of scientific and pedagogical principles of the practical implementation of the rules result vocational education. The modules of activity, reflecting the interaction of educational process, specifically focused on the formation of the regulatory set of professional competence the graduates of technical profile.

Keywords: *standard of education result, methodological components of the educational valuation engineer.*

BIBLIOGRAPHY

1. Verbitskiy, A. A. Novaya obrazovatel'naya paradigma i kontekstnoe obuchenie [Tekst] / A. A. Verbitskiy. - М.: Issled. tsentr problem kachestva podgot. spetsialistov, 1999.

2. Trusov, V. P. Vvedenie v matematicheskoe modelirovanie [Tekst]: ucheb. posobie / pod red. V. P. Tru-sova. - М.: Logos, 2005.

3. Bukalova, G. V. Obshchenauchnyy aspekt kategorii "norma rezul'tata professional'nogo obrazovaniya" [Tekst] / G. V. Bukalova // Vestnik FGOU VPO "Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V.P.Goryachkina". Seriya: Teoriya i metodika professional'nogo obrazovaniya. - 2012. - № 4(55). - Moskva: Izdatel'skiy tsentr FGOU VPO MGAU. - S. 16-22.

4. Meletsinek, A. Inzhenernaya pedagogika [Tekst] / A. Meletsinek. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998.

5. Novikov, A. N. Professional'noe myshlenie tekhnicheskogo profilya kak element obrazovatel'no-go normirovaniya [Tekst] / A. N. Novikov, G. V. Bukalova // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin . - 2012. - № 3. - S. 100-103.

Bukalova Galina Vasil'evna

FGBOU VPO "State University-UNPK"

Address: g. Orel, Street of Moscow, 77

Candidate ped. sciences, Assistant professor of "Service and repair of machinery"

Tel.: +7 (486) 734350

E-mail: srmostu@mail.ru

УДК 656:51-7

И. А. ГАРЬКИНА, А. М. ДАНИЛОВ, С. А. ПЫЛАЙКИН

ТРАНСПОРТНЫЕ ЭРГАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ И УПРАВЛЕНИЕ

Определяется информационная важность входных воздействий в динамической системе (по частным функциям когерентности). Производится формализованная оценка управляющих воздействий оператора (импульсы, узкополосный и непрерывный случайный процесс; поток событий, выбросы, временной ряд). Предлагается методика объективизации оценки имитационного моделирования на основе сравнения управляющих воздействий оператора в реальных условиях и на модели.

Ключевые слова: эргатическая система, моделирование, управляющие воздействия, функции когерентности, качество управления, оценка имитационных характеристик модели.

Деятельность оператора в эргатической системе есть поведенческий акт, включающий процессы восприятия и переработки информации, формирование и выполнение на этой основе двигательных действий. Очевидна *актуальность* разработки простых информационных моделей для проектирования имитаторов человеко-машинных систем. Важно определить, как выделить наиболее существенные параметры, характеризующие состояние системы (без потери их изоморфности). Решение этой задачи, безусловно, требует системного подхода к оценке формирования управляющих воздействий для повышения качества управления (селекция, ранжировка; определение иерархической структуры). Информация о состоянии объекта и его систем поступает к оператору через систему отображения информации или воспринимается им непосредственно через зрительные, слуховые и т.д. рецепторы. В результате полученной информации в центральной нервной системе формируется *текущая информационная модель* движения объекта. На основе ее сравнения с *концептуальной моделью* (формируется в сознании оператора на основе обученности, тренировки, опыта) определяются управляющие сигналы, передаваемые на органы управления (*информационно-исполнительная модель*). Для сокращения аналитической деятельности при формировании управляющих воздействий в информационную модель должны включаться лишь наиболее существенные параметры, определяющие состояние системы.

Если исследуемые источники информации формализуемы (неформализованные источники предполагаются *априори существенными*), то для селекции информативных сигналов можно использовать выборочные функции когерентности

$$\gamma_{xy}^2(f) = \frac{|S_{xy}(f)|^2}{S_{xx}(f) \cdot S_{yy}(f)}$$

По ним можно установить, какая часть энергии отклика коррелирована с энергией входного сигнала $x(t)$, идентифицировать шум и другие источники сигнала, влияющие на выходной сигнал $y(t)$. При использовании одного измерения функция когерентности регистрирует лишь единичное значение на всех частотах, поэтому целесообразно определение среднего значения для двух или более измерений входного и выходного сигналов. Функция когерентности является аналогом коэффициента корреляции в частотной области и отражает степень линейной взаимосвязи гармонических компонент рассматриваемых процессов.

Режим движения объекта оператором оценивается обобщенным вектором состояния, компоненты которого могут быть как отдельными величинами (скорость, ускорение, угловые координаты и т.д.), легко формализуемыми, так и целыми образами (звуковые, световые и

др.); некоторые из них могут оказаться трудно формализуемыми. Знание оператором в каждый момент времени состояния объекта позволяет ему *приблизженно* осуществить заданное движение на основе формирования управляющих воздействий. Если ограничиться формализуемыми входными сигналами $x_i(t), i = \overline{1, n}$, то рассматриваемая задача сводится к установлению их связи с каждым из управляющих воздействий $y_k(t), k = \overline{1, m}$.

Известно [1], при $|\sum(f)| > 0$,

$$\sum(f) = \begin{bmatrix} S_{11}(f) \dots S_{1n}(f) & S_{1y}(f) \\ \dots & \dots \\ S_{n1}(f) \dots S_{nm}(f) & S_{ny}(f) \\ S_{y1}(f) \dots S_{yn}(f) & S_{yy}(f) \end{bmatrix}$$

функция множественной когерентности на частоте f :

$$\gamma_{y.1,2,\dots,n}^2(f) = 1 - \frac{1}{S_{yy}(f) \cdot S^{yy}(f)}, \quad 0 \leq \gamma_{y.1,2,\dots,n}^2(f) \leq 1.$$

Здесь $S_{\alpha\beta}(f), S_{\alpha y}(f)$ - соответственно взаимные спектральные плотности $x_\alpha(t)$ и $x_\beta(t)$, а также $x_\alpha(t)$ и $y_k(t)$; $S_{yy}(f)$ - спектральная плотность $y_k(t)$; $S^{yy}(f)$ - последний элемент главной диагонали матрицы $\sum^{-1}(f)$, обратной к $\sum(f)$; $S_{y\alpha}(f) = S_{\alpha y}^*(f)$, $S_{\alpha y}^*(f)$ комплексно сопряжена с $S_{y\alpha}(f)$. Чем ближе значение функции множественной когерентности к 1, тем ближе связь между $y_k(t)$ и *всеми* $x_\alpha(t)$ к линейной; если $\gamma_{y.1,2,\dots,n}^2(f) = 0$, то связь отсутствует. При $\gamma_{y.1,2,\dots,n}^2(f) = 1$ эти связи являются линейными:

$$y_k(t) = L_{y1}[x_1(t)] + L_{y2}[x_2(t)] + \dots + L_{yn}[x_n(t)] + \omega(t),$$

где: $L_{y\alpha}$ - линейные стационарные операторы;

$\omega(t)$ - стационарный процесс, не связанный на всех частотах с процессами $x_\alpha(t)$ (функция множественной когерентности для сигналов $\omega(t)$ и $x_\alpha(t)$ равна нулю). Процесс $\omega(t)$ можно рассматривать как процесс, полученный исключением из $y_k(t)$ линейного эффекта $v(t)$ компонент $x_\alpha(t)$:

$$\omega(t) = y_k(t) - v(t).$$

Процесс $v(t)$ полностью когерентен компонентам $x_\alpha(t)$, а $\omega(t)$ полностью не когерентен $x_1(t), \dots, x_n(t)$.

Справедливости ради отметим, теоретически величина функции множественной когерентности не всегда служит хорошей характеристикой связи между функциями $y_k(t)$ и $x_\alpha(t)$. Казалось бы, при значении функции когерентности между $x_1(t)$ и $y(t)$, близкой к единице, есть основание считать, что их можно рассматривать как вход и выход некоторой ли-

нейной системы. Однако, если существует процесс $x_2(t)$, когерентный с $x_1(t)$ и дающий вклад в $y(t)$ после прохождения через линейную систему, то высокая когерентность между $x_1(t)$ и $y(t)$ может отражать лишь тот факт, что когерентность между $x_1(t)$ и $x_2(t)$ также высока; а процесс $x_2(t)$ связан с $y(t)$ через некоторую линейную систему. В действительности $x_1(t)$ и $y(t)$ могут быть не связаны никакой физической системой. Поэтому для получения надежных результатов о связи между $y_k(t)$ и $x_\alpha(t)$ лучше использовать функцию *условной (частной) множественной* когерентности. Она позволяет установить, в какой степени $y_k(t)$ на частоте f связана линейным стационарным оператором $x_i(t)$ после того, как из $y_k(t)$ исключено влияние линейных, не зависящих от времени связей с другими составляющими $x_1(t), \dots, x_{i-1}(t), x_{i+1}(t), \dots, x_n(t)$. Для предыдущего случая функция частной когерентности между $x_1(t)$ и $y(t)$ будет близка к нулю, а функция частной когерентности между $x_2(t)$ и $y(t)$ - близка к единице.

Функция частной множественной когерентности определяется в виде:

$$\sum_{i|1,2,\dots,i-1,i+1,\dots,n}(f) = A - BD^{-1}C = \begin{bmatrix} a_{11}(f) & a_{12}(f) \\ a_{21}(f) & a_{22}(f) \end{bmatrix}, a_{21}(f) = a_{12}^*(f),$$

$$A = \begin{bmatrix} S_{yy} & S_{yi} \\ S_{iy} & S_{ii} \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} S_{y1} & S_{y2} & \dots & S_{y(i-1)} & S_{y(i+1)} & \dots & S_{yn} \\ S_{i1} & S_{i2} & \dots & S_{i(i-1)} & S_{i(i+1)} & \dots & S_{in} \end{bmatrix},$$

$$C = \begin{bmatrix} S_{1y} & S_{1i} \\ S_{2y} & S_{2i} \\ \vdots & \vdots \\ S_{(i-1)y} & S_{(i-1)i} \\ S_{(i+1)y} & S_{(i+1)i} \\ \vdots & \vdots \\ S_{ny} & S_{ni} \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1(i-1)} & S_{1(i+1)} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2(i-1)} & S_{2(i+1)} & \dots & S_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{(i-1)1} & S_{(i-1)2} & \dots & S_{(i-1)(i-1)} & S_{(i-1)(i+1)} & \dots & S_{(i-1)n} \\ S_{(i+1)1} & S_{(i+1)2} & \dots & S_{(i+1)(i-1)} & S_{(i+1)(i+1)} & \dots & S_{(i+1)n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{n1} & S_{n2} & \dots & S_{n(i-1)} & S_{n(i+1)} & \dots & S_{nn} \end{bmatrix}.$$

Из предыдущего непосредственно следует:

$$\gamma_{iy|1,2,\dots,i-1,i+1,\dots,n}^2(f) = \frac{|a_{21}(f)|^2}{a_{22}(f) \cdot a_{11}(f)}$$

(для определения передаточных функций человека-оператора целесообразно использовать соотношение $W_i(jf) = \frac{a_{21}(f)}{a_{22}(f)}$).

Таким образом, для *селекции информативных сигналов и их ранжировки необходимо:*

- произвести синхронные измерения сигналов $x_i(t)$ и $y_k(t)$ в процессе нормальной эксплуатации;
- определить элементы матриц A, B, C, D ;

- вычислить элементы матрицы $\sum_{i|1,2,\dots,i-1,i+1,\dots,n}(f)$ и для каждого значения i определить функции частной когерентности

$$\gamma_{i|1,2,\dots,i-1,i+1,\dots,n}^2(f) = \frac{|a_{21}(f)|^2}{a_{22}(f) \cdot a_{11}(f)};$$

- расположить $x_i(t)$ в порядке убывания значений функций частной когерентности; чем больше информационная значимость сигнала, тем выше его ранг.

Приведенная методика эффективно использовалась при разработке уникальных систем для подготовки операторов эргатических систем [2]. Возможности адаптации приведенной методики ранжировки входных сигналов для формирования управляющих воздействий очевидны и не требуют дополнительных пояснений.

Отметим, линейные зависимости, устанавливаемые по функциям частной когерентности, не обязательно единственны.

По данным нормальной эксплуатации не всегда можно установить, какие из процессов являются входными, какие - выходными (часто следствие принимается за причину); требуется когнитивное моделирование с построением орграфа (относится не только к замкнутым системам). В некоторых случаях направление «вход-выход» можно определить по расположению максимумов взаимных корреляционных функций; если взаимная корреляционная функция достигает максимума $R_{x_i x_j}(\tau_0) = R_{\max}$ при $\tau_0 < 0$, то входом следует считать $x_j(t)$; при $\tau_0 > 0$ - $x_i(t)$.

Далее. При оптимизации математических моделей транспортных средств, оценке имитационных характеристик целесообразно исходить из характеристик разности $u_c(t) - u_r(t)$ управлений, формируемых оператором на реальном объекте и модели. При таком подходе оптимизация математических моделей и их корректировка должны производиться в два этапа: на первом достигается соответствие технических характеристик модели характеристикам реального объекта, а на втором - обеспечивается сближение структуры управляющих движений оператора.

Ограничимся рассмотрением эргатических систем, описываемых уравнениями вида

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{Ax} + \mathbf{Bu} + \mathbf{f}, \\ \mathbf{T}\dot{\mathbf{u}} + \mathbf{u} &= \mathbf{Px} + \mathbf{Q}\dot{\mathbf{x}}, \end{aligned}$$

где: $\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{f}$ - векторы фазовых координат, управляющих и возмущающих воздействий;

$\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{P}, \mathbf{Q}$ - матрицы соответствующих размерностей,

\mathbf{T} - вектор-столбец постоянных времени. В этом случае оценка структуры управляющих воздействий может производиться исходя из различных их представлений, приводимых ниже.

При управлении объектом во многих эргатических системах, в том числе транспортных, оператор в процессе ее функционирования опрашивает объект, определяет его реакцию и работает в импульсном режиме. Здесь управление $u(t)$ рассматривается как последовательность импульсов разной формы, следующих друг за другом через некоторые промежутки времени. При заданной форме импульсов в числе случайных параметров импульсов будут высота (или амплитуда) A_v , длительность τ_v , время появления t_v . При $t_v + \tau_{v+1} \leq t_{v+1}$, $v = 0, 1, 2, \dots$ импульсы не будут перекрываться. Для взаимно независимых неперекрывающихся импульсов спектральная плотность определится в виде

$$S(\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} M \left[|F_T(j\omega)|^2 \right]; F_T(j\omega) = \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} u(t) e^{-j\omega t} dt.$$

При таком подходе основными характеристиками управляющих воздействий являются амплитуды, длительности и вероятности их распределения (часто распределение случайных амплитуд A_j импульсов не является нормальным, хотя дискретные значения $u_j(t_s)$ распределены нормально).

Если управляющие воздействия рассматриваются как узкополосный случайный процесс, то для оценки стиля управления по каждому из каналов рекомендуется использовать параметры внутренней структуры случайных функций

$$u_j(t) = u_j(t) - M[u_j(t)].$$

Здесь

$$M[u_j(t)] = \frac{1}{2T_0} \int_{-T_0}^{T_0} u_j(t) dt$$

зависит от выбора интервала усреднения $2T_0$ (по доминирующей в $u_j(t)$ частоте $\omega_c = 2\pi f_c$, $f_c = T_c^{-1}$; часто принимается $T_0 = 0,5T_c$).

Оценка оператором характеристик объекта управления, вид и структура управляющих воздействий существенно зависят от собственных частот колебаний ω_k и безразмерных коэффициентов демпфирования $\xi_k, k \leq \frac{n}{2}$ (собственных чисел $\lambda_s = \alpha_s + i\beta_s$ матрицы \mathbf{A}).

Предпочтительными с инженерно-психологической точки зрения считаются значения $\omega_k \in (3 \dots 4,5), c^{-1}$; $\xi_k \approx 0,5$.

Как оказалось, что в качестве объективных характеристик структуры управляющих воздействий можно использовать оценки ω_k локальных максимумов спектральной плотности $S_{u_k}(\omega)$ (чем меньше ξ_k и чем лучше оператор приспособился к значению ω_k , тем больше значение $S_{u_k}(\omega_k)$). Адаптацию оператора к значениям параметров ω_k и ξ_k можно оценить величинами

$$D_k = \int_{\omega_k - \Delta\omega'_k}^{\omega_k + \Delta\omega''_k} S_{u_k}(\omega) d\omega, P_k = P(\omega_k - \Delta\omega'_k < \omega < \omega_k + \Delta\omega''_k),$$

где: D_k и P_k - соответственно дисперсия, приходящаяся на участок $\omega_k - \Delta\omega'_k < \omega < \omega_k + \Delta\omega''_k$, и вероятность попадания частоты ω в управляющих воздействиях оператора на этот участок; значения $\Delta\omega'_k, \Delta\omega''_k$ определяются по виду $S_{u_k}(\omega)$.

Иногда $u(t)$ рассматривается как *стационарный случайный процесс* длительности T , $a(t) = M[u(t)]$. В качестве параметров управления (характеристики выбросов) принимаются:

- координаты точек пересечения $u(t)$ непрерывной кривой $a(t)$ снизу вверх на интервале $[0, T]$ (определяют точки положительных выбросов);
- длительности положительного τ и отрицательного (длительность интервала между положительными выбросами) θ выбросов;
- H_k - максимум $u(t)$;
- H_m - абсолютный максимум на интервале $[0, T]$;
- n - число положительных выбросов на интервале $[0, T]$;
- среднее число пересечений дифференцируемым случайным процессом $u(t)$ непрерывной кривой $a(t)$ снизу вверх на интервале $[0, T]$.

Такой подход целесообразно использовать при анализе формирования управляющих воздействий на основе полезного сигнала ошибки (совместно с помехами) с учетом порогов рецепторов. Известно, детерминированный полезный сигнал ошибки стабилизации программного движения складывается с гладкими помехами малой интенсивности (флуктуации оператора и измерительных устройств для измерения ошибки) и вызывает случайные отклонения моментов начала и окончания управляющих импульсов.

При представлении управляющих воздействий *в виде временных рядов* (целесообразно для оценки *влияния предыстории* при формировании управляющих воздействий) их основными характеристиками будут *коэффициенты регрессионных моделей*.

Параметры *авторегрессионной модели со скользящим средним*

$$x_t = a_1 x_{t-1} + \dots + \hat{a}_p x_{t-p} + e_t + b_1 e_{t-1} + \dots + b_q e_{t-q}$$

можно определить с использованием *модифицированного уравнения Юла-Уолкера*.

Возможно представление управляющих воздействий *в виде потока событий* (в частности, *потока импульсов*); в качестве параметров управляющих воздействий будут *параметры потока*. Такое представление целесообразно использовать при *оценке психофизиологической напряженности* человека-оператора при управлении объектом. При *простейшем потоке и показательном законе времени обслуживания* в системе с ожиданием управляющее воздействие представляется как *случайный процесс Маркова*.

Оценка возможности *формирования у оператора навыков управления* объектом на имитаторе непосредственно связана с оценкой технических характеристик объекта и с параметрами оптимальных управляющих воздействий экспертов (инструкторов). Для *транспортных эргатических систем* нами предлагалось использовать *функционал* вида [3]

$$\Phi(\mathbf{S}) = -a \frac{1}{\max \operatorname{Re} \lambda_i} + b \max_i \left| \frac{\operatorname{Im} \lambda_i}{\operatorname{Re} \lambda_i} \right| + c \max_i |\operatorname{Im} \lambda_i| + d \frac{1}{\min \operatorname{Im} \lambda_i},$$

где: λ_i - собственные числа;

a, b, c, d - весовые константы;

система \mathbf{S} *тем лучше, чем меньше величина $\Phi(\mathbf{S})$* . Тогда *балльная оценка k* объекта управления в N -балльной шкале легко осуществляется по областям равных оценок D_k , удовлетворяющих двойному неравенству

$$D_k = \{(\lambda_1, \dots, \lambda_n) | d_{k-1} < \Phi(\mathbf{S}) \leq d_k \}.$$

Определение зависимостей параметров обобщенного вектора управления (при различных представлениях управляющих воздействий: импульсы, узкополосный и непрерывный случайный процесс; поток событий, выбросы, временной ряд) от технических характеристик объекта нами осуществлялось с использованием регрессионных методов [4]. Оценка имитационных характеристик модели производилась по отклонению параметров оптимального обобщенного вектора управления (среднее по группе экспертов) на модели и в реальных условиях.

Эффективность использования указанных методик для селекции информативных сигналов, оценки управляющих воздействий, объективизации оценки качества объектов управления, имитационных характеристик обучающих комплексов подтвердилась при разработке тренажеров различных транспортных средств [2, 5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гудмен, Н. Вычисление матрицы частотных характеристик и функций множественной когерентности [Текст] / Н. Гудмен, Д. Бендат, А. Пирсол // Измерение и анализ случайных процессов. – М.: Мир, 1974. – С. 448-464.
2. Лапшин, Э.В. Авиационные тренажеры модульной архитектуры [Текст]: монография / Э. В. Лапшин, А. М. Данилов. – Пенза, ИИЦ ПГУ, 2005. – 146 с.
3. Данилов, А.М. Формализация оценки оператором характеристик объекта управления [Текст] / А. М. Данилов, Э. Р. Домке, И. А. Гарькина // Известия ОрелГТУ. Информационные системы и технологии, 2012. – № 2 (70). – С. 5-11.
4. Данилов, А. М. Сложные системы: идентификация, синтез, управление [Текст] / А. М. Данилов, И. А. Гарькина. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 308 с.
5. Данилов, А. М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем / А. М. Данилов, И. А. Гарькина, Э. Р. Домке. – Пенза: ПГУАС, 2011, – 296 с.

Гарькина Ирина Александровна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Адрес: 440028, Пенза, ул. Титова, 28
Д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры математики и математического моделирования
Тел.: +7(412) 929501
E-mail: fmatem@pguas.ru

Данилов Александр Максимович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Адрес: 440028, Пенза, ул. Титова, 28
Д-р техн. наук, профессор, зав.кафедрой математики и математического моделирования
Тел.: +7 (412) 929501
E-mail: regas@pguas.ru

Пылайкин Сергей Александрович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Адрес: 440028, Пенза, ул. Титова, 28
Аспирант
Тел.: +7 (412) 498330
E-mail: dekauto@pguas.ru

I. A. GARKINA, A. M. DANILOV, S. A. PYLAYKIN

ERGATIC TRANSPORTATION SYSTEM: INFORMATION AND CONTROL MODEL

Information importance of input signals in a dynamic system is defined (by private functions coherence). Made a formal assessment of the operator control actions (pulse, narrowband and continuous random process, the flow of events, emissions, time series). The technique of objective esti-

tion of simulation based on a comparison of control actions of the operator in the real condition and the model is given.

Keywords: ergatic system, simulation, control actions, the functions of the coherence, quality of control action, the evaluation simulation model characteristics.

BIBLIOGRAPHY

1. Gudmen, N. Vychislenie matritsy chastotnykh kharakteristik i funktsiy mnozhestvennoy kogerentno-sti [Tekst] / N. Gudmen, D. Bendat, A. Pirsol // Izmerenie i analiz sluchaynykh protsessov. - M.: Mir, 1974. -S. 448-464 .
2. Lapshin, E.V. Aviatsionnye trenazhery modul'noy arkhitektury [Tekst]: monografiya / E. V. Lapshin, A. M. Danilov. - Penza, IITS PGU, 2005. - 146 s.
3. Danilov, A.M. Formalizatsiya otsenki operatorom kharakteristik ob"ekta upravleniya [Tekst] / A. M. Danilov, E. R. Domke, I. A. Gar`kina // Izvestiya OrelGTU. Informatsionnye sistemy i tekhnologii, 2012. - № 2 (70). - S. 5-11.
4. Danilov, A. M. Slozhnye sistemy: identifikatsiya, sintez, upravlenie [Tekst] / A. M. Danilov, I. A. Gar`kina. - Penza: PGUAS, 2011. - 308 s.
5. Danilov, A. M. Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie slozhnykh sistem / A. M. Danilov, I. A. Gar`kina, E. R. Domke. - Penza: PGUAS, 2011, - 296 s.

Garkin Irina Alexandrovna

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, st. Titova, 28

Dr. tech. , Associate Professor, Professor, Department of Mathematics and Mathematical Modeling

Tel.: 7 (412) 929501

E-mail: fmatem@pguas.ru

Danilov Alexander Maksimovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, st. Titova, 28

Dr. tech. , Professor, Head of Department of Mathematics and Mathematical Modeling

Tel.: +7 (412) 929501

E-mail: regas@pguas.ru

Pylaykin Sergey Alexandrovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, st. Titova, 28

Graduate

Tel.: +7 (412) 498330

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 629.113.004.681.511

Н. А. ДАВЫДОВ, В. Б. ДЖЕРИХОВ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Кроме автомобилей силовыми установками, работающими на бензиновом топливе, улицы современных городов заполнены автомобилями, у которых силовыми установками являются дизельные двигатели внутреннего сгорания (ДВС), работающие на дизельном топливе.

Основными достоинствами дизельных двигателей по сравнению с другими ДВС является экономичность и меньшая стоимость дизельного топлива (ДТ), поэтому их применение постоянно растет. Однако после сгорания ДТ в цилиндрах ДВС через выхлопные трубы в атмосферу выбрасываются вредные (загрязняющие) вещества, такие как оксиды азота, оксиды углерода, углеводороды, сажа, апоксиды серы. Влияние этих веществ на окружающую среду очень значительно, т.к. под действием находящихся в них летучих компонентов происходит активное воздействие на дыхательную систему людей и животных, раздражая легочную ткань, а так же слизистую оболочку глаз и кожу. В настоящее время “лекарство” от этого недуга еще не найдено и, поэтому поиск его представляет актуальную проблему.

Не смотря на это, дизелизация легковых и грузовых автомобилей во всем мире растет и требует неотложного решения вопросов повышения качества топлив, соответствующих современным требованиям.

Современные методы решения этого вопроса существуют и реализация их возможна путем повышения качества нефтепереработки и введения пакета присадок различного назначения. Правительствами развитых индустриальных стран и рядом международных организаций постоянно проводятся фундаментальные исследования по выяснению влияния наиболее значимых факторов повышения качества ДТ. Основными косвенными показателями качества ДТ и процессов его сгорания в ДВС является состав отработавших газов.

В используемой литературе [9], [11] дан анализ отработавших газов для бензиновых и дизельных ДВС (табл. 1)

При сравнении состава отработавших газов бензиновых и дизельных ДВС становится ясно, что “дизельный” выхлоп необходимо очищать от оксидов азота, диоксидов серы и сажи. Сложность выполнения этой задачи в одновременном уменьшении выбросов токсичных компонентов и снижении дымности выхлопных газов.

Анализ механизмов химических реакций при сгорании топлива, происходящих внутри цилиндров ДВС показал, что основной причиной образования органических токсиногенов является неполное сгорание топлива. В процессе этого металлы и сплавы в конструкции дизеля являются катализаторами многих химических процессов и приводят к образованию конденсирующих ароматических соединений и их производных с образованием сажи при неполном сгорании топлива, а также способствуют ароматизации углеводородов^[1].

Кроме этого, причиной неполного сгорания топлива является недостаточно мелкое распыление топлива форсункой в момент посадки иглы в седло, т.е. концентрация углеводородов прямо зависит от подигольного объема, включая сопловые отверстия распылителя. При этом концентрация углеводорода повышается на границе топливной струи, где вследствие больших избытков воздуха состав смеси выходит за нижний предел воспламенения и смесь практически не воспламеняется. Углеводороды при запаздывании воспламенения и при попадании топлива на холодные стенки камеры сгорания не сгорают. Практически это

выглядит следующим образом. Пока дизель холодный, его работа обычно сопровождается повышенной шумностью и черным выхлопом. Это обычное явление для дизеля, т.к. топливо в холодных цилиндрах плохо испаряется и сгорает не полностью.

Таблица 1 - Состав отработавших газов бензиновых и дизельных ДВС

Компоненты отработавших газов	Концентрация, %	
	Двигатели	
	Бензиновые	Дизельные
Азот	74...77	74...78
Кислород	0,3...8,0	2,0...18
Водяной пар	2,0...5,5	0,5...9,0
Оксиды углерода	0,5...12	0,005...0,4
Оксиды азота	0,004...0,6	0,01...0,8
Апoxid серы	—	0,002...0,2
Углеводороды	0,2...3,0	0,01...0,3
Сажа	0...0,04	0,01...1,1 и более

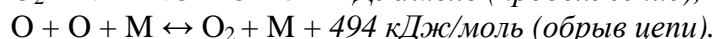
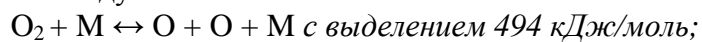
По мере нагрева стенок цилиндра шумность спадает и черный выхлоп исчезает. Если характер работы дизеля не изменяется, то из выхлопной трубы продолжает выходить дым. Сизый дым - это признак износа деталей цилиндро-поршневой группы. Черный выхлоп – признак того, что топливо в цилиндрах сгорает не полностью. Это подтверждает теорию того, что это явление возможно при:

- 1) некачественном распылении топлива неисправными форсунками или их распылителями;
- 2) разрегулированном топливном насосе, который подает избыток топлива к форсункам;
- 3) недостатке воздуха в цилиндрах при засорённом воздушном фильтре.

В результате холодно-пламенных реакций при самовоспламенении образуются и накапливаются альдегиды (акролеин и формальдегид), образующиеся в результате окисления плёнки смазочного материала на зеркале цилиндров при повторном впрыскивании и подтекании топлива из форсунок [2].

Таким образом, содержание углеводородов в отработанных газах дизеля зависит от общего избытка воздуха; мелкости распыливания топлива; состояния деталей цилиндро-поршневой группы двигателя.

Что касается оксида азота (NO_x), который образуется путем окисления азота при высоких температурах, цепная реакция его окисления была разработана учёным Я. Б. Зельдовичем в 1954 году по схеме:



В дизельных двигателях средняя температура отработавших газов ниже, чем в бензиновых двигателях, поэтому эмиссия (NO_x) должна быть меньше. Однако вследствие неоднородности концентрационного и температурного полей в стехиометрических зонах, происходит интенсификация процессов NO . Такие зоны располагаются со стороны фронтов диффузионного горения, обращенной к воздуху. Вследствии этого эмиссия оксидов азота возрастает и при отсутствии нейтрализаторов их удельный выброс достигает до 16...18 г/кВт·ч.

Оксид углерода (CO) образуется также из за неравномерности концентрационного и температурного полей в некоторых стехиометрических зонах, когда коэффициент избытка

№ 1(40) 2013 (январь-март) Вопросы экологии

воздуха (α) будет намного меньше единицы ($\alpha \ll 1$). При этом образуется углерод (до 3...6%). Но таких стехиометрических зон немного, в которых создается избыток воздуха, превышающий в 1,5...2 раза допустимое количество его в этих зонах. Так же высокая температура способствует оксиду углерода CO в процессе расширения доокислиться и превратиться в двуокись углерода CO_2 . Вот почему концентрация CO в отработанных газах дизелей обычно невысокая (0,005...0,4%), а удельный выброс находится в пределах 4...8 г/кВт·ч. При этом следует учитывать, что оксиды углерода в 10 раз менее вредны, чем оксиды азота. Обычно, суммарную токсичность отработавших газов оценивают **индексом токсичности**, который показывает во сколько раз сравниваемое вещество опаснее оксида углерода (CO), вредность которого принимают за единицу.

С учетом относительной токсичности выбросов и состава отработавших газов по четырем контролируемым параметрам CO , CH , NO_x , и S индекс токсичности отработавших газов составляет: для дизеля – 642 ; для бензинового двигателя – 584.

Следовательно, утвердившееся мнение о существенном экологическом преимуществе дизеля опровергается [4].

Проведенные анализы дизельного топлива на предмет токсичности в лаборатории Южно-Российского государственного технического университета в 2002 г. [4] показали следующие результаты (табл. 2).

Таблица 2 - Токсичность продуктов сгорания ДТ

Токсичность вещества	Класс опасности	Предельно-допустимая концентрация(ПДК), мг/м ³	
		В рабочей зоне	В атмосфере населённых пунктов
Оксид углерода, CO	3	20	3,0
Двуокись азота, NO_2	2	5	0,085
Бензопирен, $C_{20}H_{12}$	1	0.00015	0,00001

Также результаты исследований, проведенные 25 ГосНИИ Р,Ф, в 2005 г. определили, что главными факторами, влияющими на образование токсичных выбросов в отработавших газах дизельных ДВС, являются:

- оптимальный состав микроструктуры рабочей смеси;
- фазовые положение процесса сгорания;
- химический состав топлива.

Первые два фактора – это результаты регулировочных и режимных процессов ДВС, а третий фактор зависит от химического состава нефти. Дальнейшее продолжение исследовательского процесса выявило зависимость содержания токсичных компонентов в отработавших газах (**ОГ**) дизеля от частоты вращения коленчатого вала (рис. 1) и от нагрузки (рис.2) [6]. Поэтому основными направлениями и способами снижения токсичных выбросов в дизельных двигателях являются:

- Подавление эмиссии токсичных веществ в процессе их сгорания
- Снижение содержания токсичных веществ в ОГ вне камеры сгорания и их нейтрализация
- Изменение химического состава ДТ

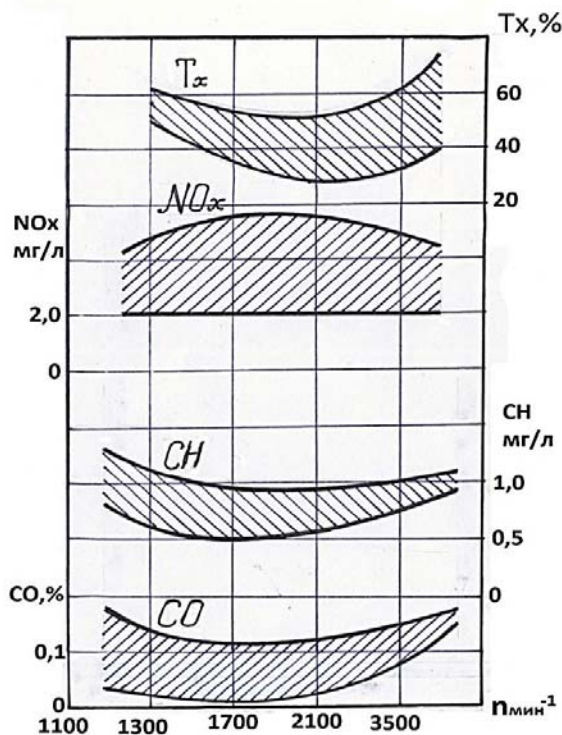


Рисунок 1 - Зависимость содержания токсичных компонентов в ОГ дизеля от его частоты вращения коленчатого вала ($n_{мин-1}$), (T_x -дымность)

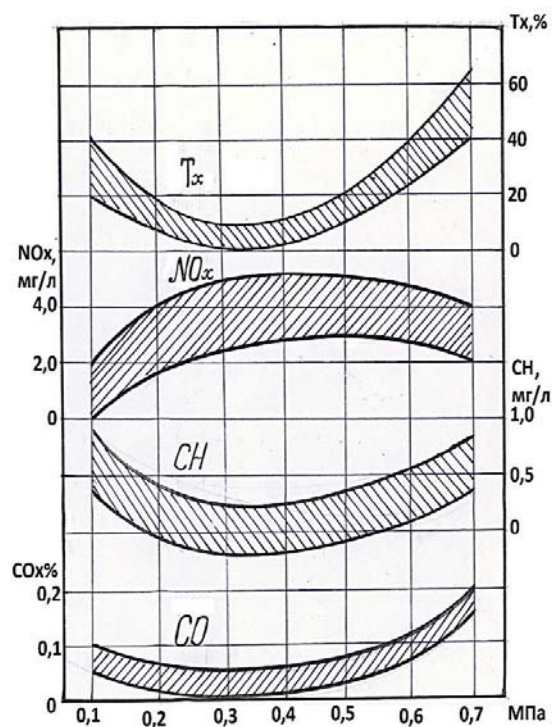


Рисунок 2 - Зависимость содержания токсичных компонентов ОГ дизеля от его нагрузок (Мпа)

Твердые частицы нагара и несгоревшего масла составляет сажа, частицы которой в отработавших газах присутствуют, когда нарушается нормальное техническое состояние системы питания. Эти твердые частицы представляют собой агломераты первичных сажевых образований, состоящие из углерода (1...2% масс) связанного с водородом графитовой структуры размером 0,6 мкм и более. В основе процесса образования сажи лежит термическое разложение углеводородов в газовой фазе, поэтому в дизеле сажа образуется в течение всего процесса сгорания топлива от начала воспламенения и до конца стадии догорания, когда крекинг молекул топлива происходит в зонах с недостатком кислорода, который усиливается вследствие повышения температуры и давления. Кроме общего избытка воздуха, на образование сажи влияет продолжительность процесса и угол опережения впрыска топлива.

В работах [6], [9] докторов наук, профессоров Сафонова А. С., Ушакова А. И., Гришина В. В., по вопросам химмотологии ГСМ указывается, что рабочий процесс дизелей можно корректировать следующими путями:

1. Оптимизацией временных и энергетических характеристик впрыскивания топлива в цилиндр. Для этого угол опережения впрыскивания топлива выбирают таким, при котором снижается эмиссия оксидов азота и углеводородов. При этом, программу изменения угла опережения впрыска выбирают в зависимости от частоты вращения коленчатого вала, нагрузки и теплового состояния двигателя.

2. Продолжительностью впрыскивания топлива в цилиндр двигателя. При “затянутом” по времени процессе впрыскивания, последние порции дизельного топлива будут вводиться в цилиндры, где уже будут находиться сильно “горячие” продукты сгорания и при этом будет дефиците кислорода. Вследствие этого, еще больше возрастает количество продуктов неполного сгорания и увеличивается выброс сажи в атмосферу. Для устранения этого явления, сокращают продолжительность впрыска дизельного топлива в цилиндры за счёт повышения давления впрыскивания ($P_{впр}$). Это положительно влияет на мелкое распыливание

топлива, микроструктуру топливной струи и заряда. В результате дымность газов снижается (рис. 3)

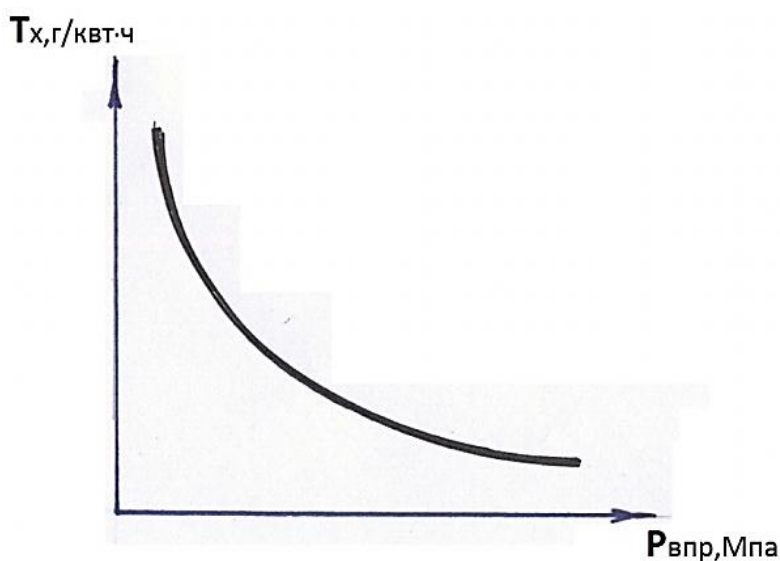


Рисунок 3 - Зависимость выброса твердых частиц (T_x , г/кВт·ч) от давления впрыскивания ($P_{\text{впр}}$) топлива

4. Оптимизация вихревого движения топливного заряда внутри камеры сгорания. Этот процесс существенно влияет на микроструктуру топливной смеси. При определении интенсивности вихря, выбросы продуктов неполного сгорания (CO , CH , C) и удельный расход топлива уменьшаются, а выброс монооксидов азота (NOX) растет (рис. 4).

Интенсивность вихревого движения заряда подбирается таким образом, чтобы добиться максимального снижения выбросов монооксидов азота (NOX) в атмосферу, даже пренебрегая повышением присутствия CO и CH в отработавших газах.

На практике, чтобы обеспечить максимальный к.п.д. дизеля и при этом не выйти за рамки установленных пределов токсичности выхлопных газов, необходимо создать наилучшие условия контакта воздуха с топливом в процессе сгорания. Для этого внутри цилиндра необходимо обеспечить высокую скорость капель топлива относительно воздуха, т.е.

$$V_{\text{капель топлива}} > V_{\text{потока воздуха}}$$

Для этого в конструкциях двигателей используют отдельные впускные каналы различной формы. Их профилируют так, чтобы обеспечить оптимальную скорость и направление потока воздуха, а также его скорость. Препятствий потоку воздуха быть не должно, т.к. будет снижаться заполнение камеры воздухом. Один из каналов, улиткообразной формы, закручивает поток рабочей смеси и создает в цилиндре вихревое движение заряда в плоскости перпендикулярной оси цилиндра, а другой канал инициирует вихревое движение параллельно цилиндру. Давлением воздуха осуществляется контроль потока и скорость его.

Скорость впрыска топлива задаётся:

- давлением открывания форсунки;
- диаметром сопла форсунки;
- углом конуса топливной струи;
- расположением сопла форсунки.

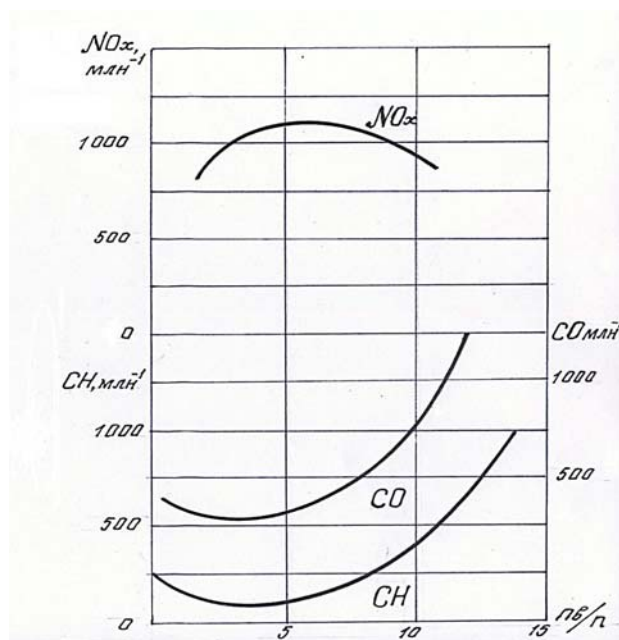


Рисунок 4 - Содержание вредных веществ в ОГ дизельного двигателя в зависимости от вихревого отношения пв/п

Струя впрыскиваемого в цилиндр топлива должна полностью перекрывать весь поток воздуха. Для обеспечения скоростного впрыска применяются различные конструкции камер сгорания такие как:

- камеры открытого типа;
- вихревые;
- воздушно-камерные.

У камер открытого типа есть свои преимущества, такие как:

- высокая тепловая эффективность;
- вся энергия топлива превращается в энергию механической силы, действующей на днище поршня;
- цилиндр и поршень очень слабо подвергаются воздействию сгорания топлива, т.к. при это температура сгорания невысокая.

Благодаря этим преимуществам у дизеля происходит быстрый запуск, возрастает к.п.д. и падает токсичность в отработавших газах. Однако недостатки этих камер создают трудности контроля за токсичными выхлопами, двигатель становится чувствителен к установке момента впрыска и сорту применяемого топлива, а также из-за малого периода задержки воспламенения быстро нарастает давление, из-за чего двигатель работает неустойчиво. Кроме этого применение форсунок с несколькими соплами и высокое давление впрыска усложняет эксплуатацию (уход) за системой впрыска.

Для устранения недостатков камер открытого типа создаются камеры специальной конструкции, в которых топливо впрыскивается по специальному каналу через форсунку с одним отверстием, штифтовую форсунку или через форсунку с увеличением подачи топлива к концу впрыска. Объем камеры форсунки значительно превышает объем камеры сгорания примерно на 30%. В конструкции таких камер заложены широкие возможности контроля за содержанием углеводородов и окислов азота в выхлопных газах. Содержание оксида углерода (CO) в выхлопных газах форкамерных дизелей сравнительно невысокое, т.к. угол впрыска примерно на 15° ниже, чем у камер открытого типа, из-за чего уменьшается время горения.

В вихревых камерах форсунка расположена в отдельной камере, объём которой составляет 80% всего объёма камеры сгорания. Камера форсунки соединяется с камерой сгорания широким каналом, а сама камера сгорания смонтирована в боковой части цилиндра. В виду того, что форсунка находится с противоположной стороны цилиндра, то возможность создания препятствий воздушному потоку исключается. Поэтому коэффициент заполнения цилиндра и среднее эффективное давление в таких камерах выше, чем в форкамерных дизелях.

Процессы, происходящие в форкамере и в вихревых камерах, сводятся к следующему. Во время такта сжатия воздух нагнетается в камеру с высокой скоростью через канал узкого сечения, создавая высокую турбулентность. По мере приближения поршня к ВМТ топливо начинает впрыскиваться под сравнительно низким давлением. В процессе горения давление возрастает, вытесняя горячие капли топлива с большой скоростью. Кроме этого, с такой же силой вытесняется воздух и продукты сгорания в основное пространство камеры.

Несмотря на высокую степень турбулентности в основной камере, сам процесс горения контролируется впрыском, т.е. горение начинается в момент впрыска и прогрессирует по мере его продолжения.

Таким образом, рабочий процесс по снижению токсичных выбросов из камер сгорания дизельных двигателей поддается контролю и корректированию, но только в некоторой степени. Поэтому транспортные средства, оснащенные дизельными силовыми установками, по-прежнему выбрасывают в атмосферу до 20% твердых частиц в виде черного дыма. Дымность дизельных двигателей продолжает зависеть от наличия в отработавших газах сажи и серы. Высокое содержание сажи от 20 до 90% в выделяющихся твердых частицах, является предметом особой тревоги, т.к. это результат неполного сгорания дизельного топлива. Мелкие частицы сажи, размером 0,05...0,18 микрон, очень вредны для легочных тканей человека. В связи с этим, отработавшим газам необходим фильтр, снижающий содержание сажи на 40-45%, за счет улавливания твердых частиц специальными гранулами, размером 0,5...0,4 мм и обладающие адсорбционной способностью.

Кроме сажевых фильтров, в конструкциях дизелей имеются современные комплексные системы очистки отработавших газов, которые состоят из каталитических и жидкостных катализаторов. Обычно все дизельные двигатели работают на всех режимах с большим избытком воздуха, отчего среда отработавших газов является окислительной. Поэтому в нейтрализаторах производят дожигание углеводородов (CH) и оксида углерода (CO). Восстановление оксидов требует восстановительной среды, которую можно создать окисью углерода (CO_2), водородом, метаном (CH_4) или аммиаком (NH_3). Однако ресурс нейтрализаторов ограничен из-за использования в них благородных металлов (платина, палладий, иридий и другие). Они сложны, требуют большого расхода восстановителя и недолговечны. Практически их стараются не применять, а нормативы по токсичности выполняют за счёт оптимизаций регулировок рабочего процесса. Но в настоящее время, одним из альтернативных методов нейтрализации отработавших газов может быть использование низкотемпературной плазмы^[10]. Она состоит из положительно заряженных ионов и отрицательно заряженных электронов, полученных в специальных устройствах при различных импульсных высоковольтных электрических разрядах, а также из нейтральных атомов и молекул.

В последнее десятилетие в Японии, в США, а также у нас в России были проведены исследования, которые привели к созданию экспериментальных образцов оборудования, с применением плазменных технологий. Принципиальная схема одного из вариантов разрядного устройства плазменного нейтрализатора показана на рисунке 5.

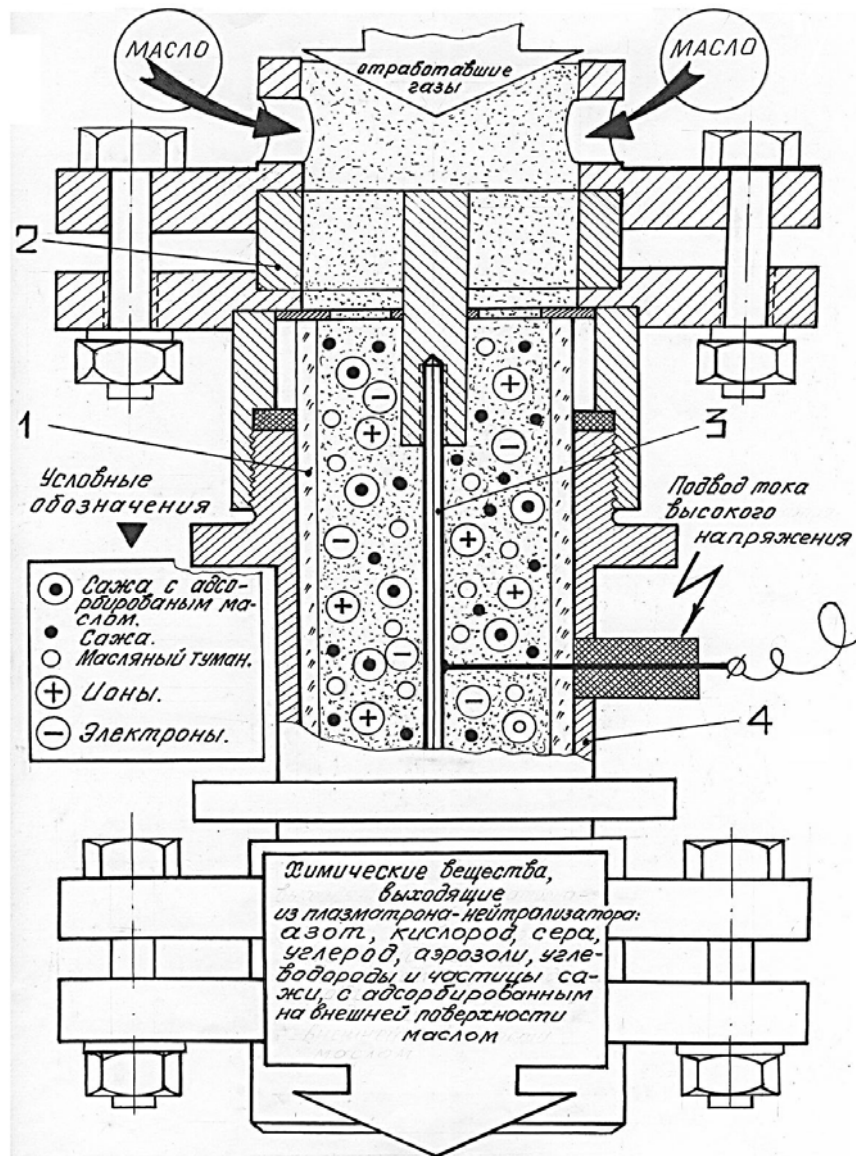


Рисунок 5 - Схема плазменного нейтрализатора:

1 - кварцевая трубка (диэлектрик), 2 - узел подвода отработавших газов,
3 - центральный электрод, 4 - внешний электрод

Физическая и химическая сущность явлений, происходящих под действием барьерного разряда, происходит следующим образом. При подаче напряжения в электроразрядное устройство в нем создаётся неравновесная слабоионизированная низкотемпературная плазма, которая воздействует на отработавшие газы. В результате многостадийных химических реакций монооксиды азота (NO_x), серы (S) и углеводороды (CH) разлагается на нетоксичные молекулы кислорода, азота, серы и углерода. Одновременно происходит превращение окиси азота NO в его диоксид NO_2 , который соединяется с радикалом OH и образуют азотную кислоту (HNO_3) в виде аэрозоля.

Аналогичные реакции протекают с диоксидом (SO_2) и с оксидом углерода (CO), приводя к образованию аэрозолей, которые улавливаются простыми электрофильтрами, обеспечивающие степень очистки до 98...99%.

Таким образом, использование нейтрализаторов с плазмохимическим реактором гораздо выгоднее т.к. по проведенным расчетам [10] это в 1,5...2 раза дешевле, чем изменять конструкцию дизеля или применять многокомпонентные устройства.

№ 1(40) 2013 (январь-март) Вопросы экологии

Для плазменных нейтрализаторов не требуется использовать благородные металлы. У них значительно увеличивается ресурс систем нейтрализации и сокращается время на их техническое обслуживание. Однако недостатком их является то, что плазмохимические реакторы забирают 4...6% мощности дизельной силовой установки на электропитание реактора [10]. Это является главной причиной, которая в настоящее время сдерживает их выпуск и широкое применение. Но, судя по лаконичным сообщениям зарубежной печати [10], в Японии успешно проходит испытание микроавтобус с установленным дизельным двигателем "Ниссан-LD20", мощностью 48,5кВт/66л.с., оборудованный нейтрализатором с плазмохимическим реактором.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Для снижения выбросов вредных веществ из выхлопных труб дизельных двигателей в них вносят следующие конструктивные изменения и коррективы [3;7;12]:

- увеличение отношения хода поршня к диаметру цилиндра;
- уменьшение надпоршневого объема;
- заполнение зазора между гильзой и головкой блока цилиндров с помощью прокладки из термостойких синтетических материалов;
- уменьшение жарового пояса поршня;
- переход на 4-х клапанные системы газораспределения;
- совершенствование топливной аппаратуры, т.е. применение форсунки с высоким давлением впрыскивания или насос-форсунки с электромагнитным управлением;
- использование нейтрализаторов с плазмохимическим реактором.

В условиях эксплуатации автомобилей с дизельными ДВС очень важно выполнять требования изготовителя ДВС и автомобиля в целом, касающиеся диагностики и регулировки, особенно топливной аппаратуры и нейтрализаторов вредных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копеин, А. В. Проблемы и перспективы снижения токсичности отработавших газов дизелей первичных дизельных двигателей [Текст]: дис. канд. техн. наук / А. В. Копеин. - Челябинск, 2002. - 152 с.
2. Игнатенко, Р. А. Экологические проблемы использования целевого дизельного топлива [Текст] / Р. А. Игнатенко // доклад на НТК. Самарский ГАЭКУ им. Акад. Королева. - 2004. - 21 с.
3. Балабаева, И. Биодизельный бум в Германии. Автомобильный транспорт [Текст] / И. Балабаева. 2005. - №12. - 40 с.
4. Бендарский, В. В. Экологическая безопасность при эксплуатации и ремонте автомобилей [Текст]: учебное пособие / В. В. Бендарский. - Р/на Дону. - Феникс, 2003. - 148 с.
5. Гуреев, А. А. Топливо для дизелей. Свойства и применение [Текст] / А. А. Гуреев и др. - М. - Химия, 1993. - 336 с.
6. Сафонов, А. С. Автомобильные топлива. Химмотология. Эксплуатационные свойства. Ассортимент [Текст] / А. С. Сафонов, А. И. Ушаков, И. В. Чечкенов. - СПб. - НПИКЦ, 2002. - 264 с.
7. Вахлаков, В. К. Автомобили. Основы конструкции [Текст] / В. К. Вахлаков. - М. - Транспорт, 2004 - 480 с.
8. Поконова, Ю. В. Дизельные топлива [Текст] / Ю. В. Поконова. - СПб. - ПП"Рикон", 2008. - 157 с.
9. Сафонов, А. С. Химмотология горюче-смазочных материалов [Текст] / А. С. Сафонов, А. И. Ушаков, В. В. Гришин. - СПб. - НПИКЦ, 2007. - 488 с.
10. Воробьев-Обухов, А. Плазматрон-нейтрализатор [Текст] / А. Воробьев-Обухов. - М. - "За рулем", 2001. - №3. - 56 с.
11. Гуреев, А. А. Химмотология [Текст] / А. А. Гуреев и др. - М. - Химия, 1986. - 368 с.
12. Данилов, А. М. Введение в химмотологию [Текст] / А. М. Данилов. - М. - Техника, 2003. - 264 с.

Давыдов Николай Артемьевич

ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный Архитектурно-строительный университет" (СПбГАСУ)

Адрес: г. Санкт-Петербург

Канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры "Техническая эксплуатация транспортных средств"

Тел.: +7 (812)5750200, +7 (911) 7228483

E-mail: tets@spbgasu.ru, davnart@mail.ru

Джерихов Виталий Борисович

ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный Архитектурно-строительный университет"
(СПбГАСУ)

Адрес: г. Санкт-Петербург;

Инженер, доцент кафедры "Техническая эксплуатация транспортных средств"

Тел.: +7 (812) 5750200, +7 (953) 3785188

E-mail: tets@spbgasu.ru

N. A. DAVYDOV, V. B. JERICHOV

ENVIRONMENTAL ISSUES AND DIESEL POSSIBLE SOLUTIONS

BIBLIOGRAPHY

1. Копейн, А. В. Проблемы и перспективы снижения токсичности отработавших газозолевых двигателей первичных дизельных двигателей [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А. В. Копейн. - Челябинск, 2002. - 152 с.
2. Игнатенко, Р. А. Экологические проблемы использования тселевого дизельного топлива [Текст] / Р. А. Игнатенко // доклад на НТК. Самарский ГАЕКУ им. Акд. Королева. - 2004. - 21 с.
3. Балабаева, И. Biodiesel`nyy bum v Germanii. Avtomobil`nyy transport [Текст] / И. Балабаева. 2005. - №12. - 40 с.
4. Бандарский, В. В. Экологическая безопасность при эксплуатации и ремонте ав-томобилей [Текст]: учебное пособие / В. В. Бандарский. - R/na Donu. - Feniks, 2003. - 148 с.
5. Гуреев, А. А. Топливо для дизелей. Свойства и применение [Текст] / А. А. Гуреев и др. - М. - Химиya, 1993. - 336 с.
6. Сафонов, А. С. Автомобильные топлива. Химотология. Эксплуатационные свойства. Assortiment [Текст] / А. С. Сафонов, А. И. Ушаков, И. В. Чеchkenev. - SPb. - NPIKTS, 2002. - 264 с.
7. Вахляков, В. К. Автомобили. Основы конструкции [Текст] / В. К. Вахляков. - М. - Transport, 2004 - 480 с.
8. Поконова, Ю. В. Дизельные топлива [Текст] / Ю. В. Поконова. - SPb. - PP"Rikon", 2008. - 157 с.
9. Сафонов, А. С. Химотология горюче-смазочных материалов [Текст] / А. С. Сафонов, А. И. Ушаков, В. В. Grishin. - SPb. - NPIKTS, 2007. - 488 с.
10. Вороб`ев-Обухов, А. Плазmatрон-нейтрализатор [Текст] / А. Вороб`ев-Обухов. - М. - "Za rulem", 2001. - №3. - 56 с.
11. Гуреев, А. А. Химотология [Текст] / А. А. Гуреев и др. - М. - Химиya, 1986. - 368 с.
12. Данилов, А. М. Введение в химотологию [Текст] / А. М. Данилов. - М. - Tekhni-ka, 2003. - 264 с.

Davydov Nikolai Artemyevitch

ФГБОУ ВПО "Saint-Petersburg State University of Architecture and Construction" (Civil Engineering)

Address: St. Petersburg

Candidate. tech. , Associate Professor, Professor, Department of "Technical Maintenance transport fixed assets"

Tel.: +7 (812) 5750200, +7 (911) 7228483

E-mail: tets@spbgasu.ru, davnart@mail.ru

Jerichov Vitaliy Borisovich

ФГБОУ ВПО "Saint-Petersburg State University of Architecture and Construction" (Civil Engineering)

Address: St. Petersburg

Engineer, Associate Professor of "Technical maintenance of vehicles."

Tel.: +7 (812) 5750200, +7 (953) 3785188

E-mail: tets@spbgasu.ru

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(4862)434890
www.gu-unpk.ru
E-mail: tvk5876@rambler.ru, srmostu@mail.ru

Технический редактор, корректор,
компьютерная верстка И. В. Акимочкина

Подписано в печать 25.03.2013

Формат 70x108 1/16.

Усл. печ. л. 8,13

Тираж 500 экз.

Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе Госуниверситета-УНПК
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.