



Научно-технический
журнал
Издается с 2003 года
Выходит четыре раза в год
№ 4(35) 2011
Октябрь-Декабрь

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.
Лапин А.П. 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-л. техн. наук, проф.
Ушаков Л.С. д-р техн. наук, проф.

Ответственный за выпуск:

Акимова И.В.

Адрес редколлегии:

302030, г. Орел, ул. Московская, 77

(4862) 73-43-50

www.gu-unpk.ru

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

Зарегистрировано в Федеральной службе
по надзору в сфере связи, информацион-
ных технологий и массовых коммуника-
ций.

Свидетельство ПИ № ФС77-47352
от 03.11.2011г.

Подписной индекс: 16376
по объединенному каталогу
«Пресса России»

© Госуниверситет-УНПК, 2011

Содержание

Эксплуатация, ремонт, восстановление

<i>В. В. Лянденбургский, А. И. Тарасов, А. В. Федосков, С. А. Кривобок</i> Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей.....	3
<i>А. С. Денисов, А. Р. Асоян, Б. Ф. Тузушев</i> Повышение межремонтного ресурса коленчатых валов дизелей восстановленных наплавкой под слоем флюса	9
<i>И. П. Емельянов, А. И. Пыхтин, Л. М. Червяков</i> Процесс записи автомобилей на обслуживание с помощью публичных сетей.....	14
<i>Э. Р. Домке, А. С. Махонин</i> Совершенствование технологии и средств диагностирования мощностных показателей автомобильных дизельных двигателей в эксплуатационных условиях	20
<i>В. И. Посметьев, А. М. Кадырметов, В. О. Никонов, А. Ф. Мальцев</i> Управление качеством плазменных покрытий деталей машин на основе модуляции параметров плазматрона и электромеханической обработки.....	23
<i>В. И. Рассоха</i> Эксплуатация автотранспортных средств в условиях регламентированного усталостного повреждения элементов несущих систем	31

Технологические машины

<i>Д. С. Мамаев, А. П. Кобзев</i> Параметрическая оптимизация крановых коробчатых конструкций с применением модифицированного метода Хука-Дживса	38
<i>Р. А. Кобзев</i> Структурная оптимизация металлоконструкций кранов.....	43
<i>Д. И. Петраков</i> Использование натуральных испытательных установок для исследования тяговых качеств подвижного состава.....	51

Безопасность движения и автомобильные перевозки

<i>И. Е. Ильина, М. М. Исхаков, М. М. Аленин</i> Анализ возможности предотвращения дорожно-транспортного происшествия при аквапланировании автомобиля	
<i>И. А. Новиков, А. Г. Шевцова</i> Влияние изменения задержек транспортных средств на количество режимов работы светофорного объекта	
<i>А. Н. Новиков, С. Ю. Радченко, А. Л. Севостьянов, А. С. Бодров, А. А. Катунин, В. В. Жуков, А. П. Трясцин, Д. О. Ломакин, М. В. Кулев, А. В. Кулев</i> Исследование пассажиропотоков и транспортной подвижности населения в городе Орле	
<i>Е. В. Бондаренко, Р. Х. Хасанов, Е. С. Сидорин, В. С. Голованов</i> О взаимосвязи противопожарной безопасности и параметров технического состояния автомобилей.....	

Вопросы экологии

<i>А. П. Лапин, Ю. Н. Баранов, П. А. Лапин, Р. Р. Садыков</i> Методы качественного и количественного определения нефтепродуктов при эксплуатации автотранспорта.....	
--	--

Образование и кадры

<i>Ю. В. Родионов, А. С. Ветохин</i> Динамический автотренажер.....	
<i>Г. В. Букалова</i> Прогностичность норм результата профессионального образования автотранспортного профиля.....	

Экономика и управление

<i>В. И. Сарбаев, Д. Г. Суматохин</i> Информационные технологии в управлении финансово-хозяйственной деятельностью транспортной компании	
<i>С. Н. Глаголев, С. И. Головин, Н. С. Севрюгина</i> Теория оценки экономической устойчивости предприятий сервиса автомобильного транспорта.....	



The scholarly
journal

A quarterly review

№ 4(35) 2011

October - December

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.*

A.P. Lapin *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, 2011

Contents

Operation, Repair, Restoration

- V. V. Ljandenbursky, A. I. Tarasov, A. V. Fedoskov, S. A. Krivobok **Is likelihood-logic method of search of malfunctions of cars**..... 3
- A. S. Denisov, A. R. Asoyan, B. F. Tugushev **Increase of a between-repairs resource of cranked shaft of diesel engines restored наплавкой under a gumboil layer**..... 9
- I. P. Emeljanov, A. I. Pihtin, I. M. Chervjakov **Process of record of cars on service by means of public networks**..... 14
- E. R. Domke, A. S. Mahonin **Improvement of the technology and means of diagnosing cardinality performance automotive diesel engines under operating conditions**..... 20
- V. I. Posmetyev, A. M. Kadyrmetov, V. O. Nikonov, A. F. Maltsev **Quality management of plasma coverings of details of machines on the basis of modulation of parameters of the plasmatron and electromechanical handling**..... 23
- V. I. Rassokha **Operation of motor vehicles in a restricted fatigue damage in the supporting systems**..... 31

Technological Machinery

- D. S. Mamaev, A. P. Kobzev **Parametrical optimization крановых of box-shaped designs with application of modified method Huka-Dzhivsa**..... 38
- R. A. Kobzev **Structural optimization of the metalware of gantry cranes**..... 43
- D. I. Petrakov **Use of the natural test installations for research of traction qualities rolling stock**..... 51

Road safety and road transport

- I. E. Ilina, M. M. Ishakov, M. M. Alenin **Analysis of the possibility of preventing the road accident aquaplaning car**.....
- I. A. Novikov, A. G. Shevcova **Influence of change of delays of vehicles on quantity of operating modes traffic light object**.....
- A. N. Novikov, S. U. Radchenko, A. L. Sevostianov, A. S. Bodrov, A. A. Katunin, V. V. Zhukov, A. P. Tryascin, D. O. Lomakin, M. V. Kulev, A. V. Kulev **Survey of passenger and transport mobility of the population in the city of Orel**.....
- E. V. Bondarenko, R. H. Khasanov, E. S. Sidorin, V. S. Golovanov **About interrelation of fire-prevention safety and parameters of the technical condition of cars**.....

Ecological Problems

- A. P. Lapin, Yu. N. Baranov, P. A. Lapin, R. R. Sadykov **Qualitative and quantitative methods definitions of petroleum products**.....

Education and Personnel

- Yu. V. Rodionob, A. S. Vetohin **Dynamic avtotrenazher**.....
- G. V. Bukalova **Predictability normal result of vocational education of motor profile**.....

Economics and Management

- V. I. Sarbaev, D. G. Sumatokhin **Applying information technology to financial and operational activities of a major transportation company**.....
- S. N. Glagolev, S. I. Golovin, N. S. Sevryugina **Assessing the economic theory of the stability of road transport services**.....

УДК 629. 113. 004

В. В. ЛЯНДЕНБУРСКИЙ, А. И. ТАРАСОВ, А. В. ФЕДОСКОВ, С. А. КРИВОБОК

ВЕРОЯТНОСТНО-ЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

При работе автомобиля большинство неисправностей проявляется в виде внешних признаков. Зная наиболее часто встречающиеся неисправности, а также внешние проявления, обнаруживают возникшую неисправность, не проводя излишних проверок и разборок. Нередко прибегают к методам последовательного исключения, вероятностному, логическому. Предлагается более эффективный «вероятностно-логический» метод поиска неисправностей, который позволяет оперативно проводить диагностирование, что позволит оптимизировать транспортный процесс и финансово-экономические показатели предприятия.

Ключевые слова: Эксплуатация, автомобиль, работоспособность, самодиагностирование, поиск неисправностей, «вероятностно-логический» метод.

При работе автомобиля большинство неисправностей проявляется в виде внешних признаков. Часто внешние признаки различных неисправностей носят одинаковый характер. Зная наиболее часто встречающиеся неисправности, а также внешние проявления, обнаруживают возникшую неисправность, не проводя излишних проверок и разборок. Нередко прибегают к методам последовательного исключения. Например, неработающий цилиндр можно обнаружить путём поочерёдного выключения цилиндров [5] (при отключении и включении частота вращения коленчатого вала двигателя не меняется).

Чтобы правильно и быстро поставить диагноз при проверке сложного объекта с помощью отдельных средств диагностирования, необходимо располагать большим количеством данных о функциональных связях между возможными неисправностями и их симптомами, а также обладать достаточным опытом.

Если по какой-либо составной части известны лишь комбинации симптомов и их связи с соответствующими неисправностями, но неизвестны вероятности наиболее частого возникновения хотя бы некоторых из них, характерных для данного симптома, то в этом случае поиск конкретной неисправности ведут, исходя из предположения, что при данном симптоме все связанные с ним неисправности равновероятны.

Для выявления причин таких неисправностей должна быть разработана целая система измерительных преобразователей, которые фиксировали бы как редко, так и часто встречающиеся неисправности. Теоретически, такой метод определения неисправностей осуществим, но практически чрезвычайно сложен и дорог.

Применение положений теории вероятности, в частности теории информации, позволяет значительно упростить процесс постановки диагноза. Сущность вероятностного метода определения характера неисправности заключается в том, что на основе статистических данных о закономерностях изменения параметров состояния в зависимости от наработки составной части или машины в целом, о возможных комбинациях симптомов и их связях с неисправностями для каждой неисправности устанавливают вероятность её возникновения и вероятность появления каждого симптома. По полученным материалам разрабатывают программу поиска данной неисправности, который ведут в порядке убывания вероятности возникновения различных отказов, характерных для данного симптома.

В целях ещё большего снижения затрат времени и средств на поиски неисправности при разработке программ - поисков следует принимать во внимание не только вероятность возникновения неисправности, но и время, затрачиваемое на выявление каждой из них при диагностировании [2]. В этом случае последовательность проверки устанавливают, исходя из отношения времени, необходимого на выявление неисправности, к вероятности появления этой неисправности. Поиск неисправности начинают с составных частей, для которых ука-

занное отношение получается минимальным. При одинаковой вероятности возникновения двух или более неисправностей, характерных для какого-либо симптома, поиск осуществляют, исходя из минимального времени, затрачиваемого на проверку. Если отношение одинаково для поиска неисправностей с одинаковыми внешними признаками, то в этом случае поиск по методу «время-вероятность» неэффективен, т.к. он приводит к неопределённости, т.е. к случайному выбору последовательности поиска возникшей неисправности. Актуальность этого метода проявляется при эксплуатации машин или механизмов в рамках задач ограниченных во времени. В строительстве - период дефицита машин для выполнения работ, в сельском хозяйстве - период посевных или уборочных работ и т.д.

Важный критерий при выборе оптимальной последовательности поиска неисправностей - минимальная величина средней стоимости проверки. При использовании этого критерия стремятся к тому, чтобы максимальная стоимость поиска отказавшего элемента была наименьшей по сравнению с затратами, получаемыми при других методах проверки. Такой метод поиска получил название метода «минимакса». Метод «минимакса» наиболее эффективен в тех случаях, когда простой автомобилей не отражаются на сроках выполнения работ. Так, например, рассматривая автотранспортное предприятие как систему, неисправный элемент (автомобиль, автобус) выводят из транспортного процесса, заменяя его резервным. Неисправность автомобиля в данном случае может обнаруживаться либо при экспресс-диагностировании, либо при возникновении отказа при работе на линии, либо по заявке водителя. Данный метод учитывается при планировании транспортного процесса с учетом ненагруженного резервирования.

Важнейшая проблема в области технической диагностики автомобилей – установление симптомов в зависимости от наработки составных частей или автомобиля в целом, а также выявление зависимостей между этими симптомами и соответствующим им параметрам технического состояния машин. Знание этих закономерностей и зависимостей при известных предельных значениях параметров технического состояния позволяет своевременно предупредить неисправности и отказы.

Если имеются неисправности и отказы, сначала устанавливают возможные причины их возникновения по характерным признакам. Затем, исходя из предполагаемой причины возникновения неисправности, подбирают соответствующие диагностические средства, с помощью которых дают заключение (ставят диагноз) о характере и сущности неисправности.

При логической обработке учитывается, что каждый из структурных параметров, достигнув упреждающей или предельной величины (т.е. превратившись в неисправность), может породить одновременно несколько различных диагностических параметров соответствующей величины. При этом различные неисправности могут частично сопровождаться одинаковыми диагностическими параметрами. При этой неисправности могут быть такими, что механизм не перестаёт функционировать. В этом случае для локализации неисправности сложного устройства необходимо пользоваться целым комплексом диагностических параметров. Для решения подобных задач надо знать количественные характеристики типичных неисправностей (т.е. величины структурных параметров, при достижении которых требуется профилактика или ремонт) и порождаемых ими диагностических параметров, достигших упреждающих или предельных величин, а также связей между теми и другими.

Метод логического поиска с последовательным исключением не требует применения дополнительного диагностического оборудования, обладает невысокой трудоёмкостью, не требует от проводящего диагностирование высокой квалификации и специальных знаний, но обладает высокой зависимостью от человеческого фактора, т.е. диагностирование ведётся на основании показаний водителя.

Для снижения влияния человеческого фактора нами предлагается «вероятностно-логический» метод поиска неисправностей, который обладает преимуществами всех проанализированных методов (рис. 1). Реализация предлагаемого метода предполагает установку на автомобиль системы самодиагностирования для элементов наиболее часто выходящих из строя элементов. Для дизельного двигателя таким элементом является топливная система

высокого давления.

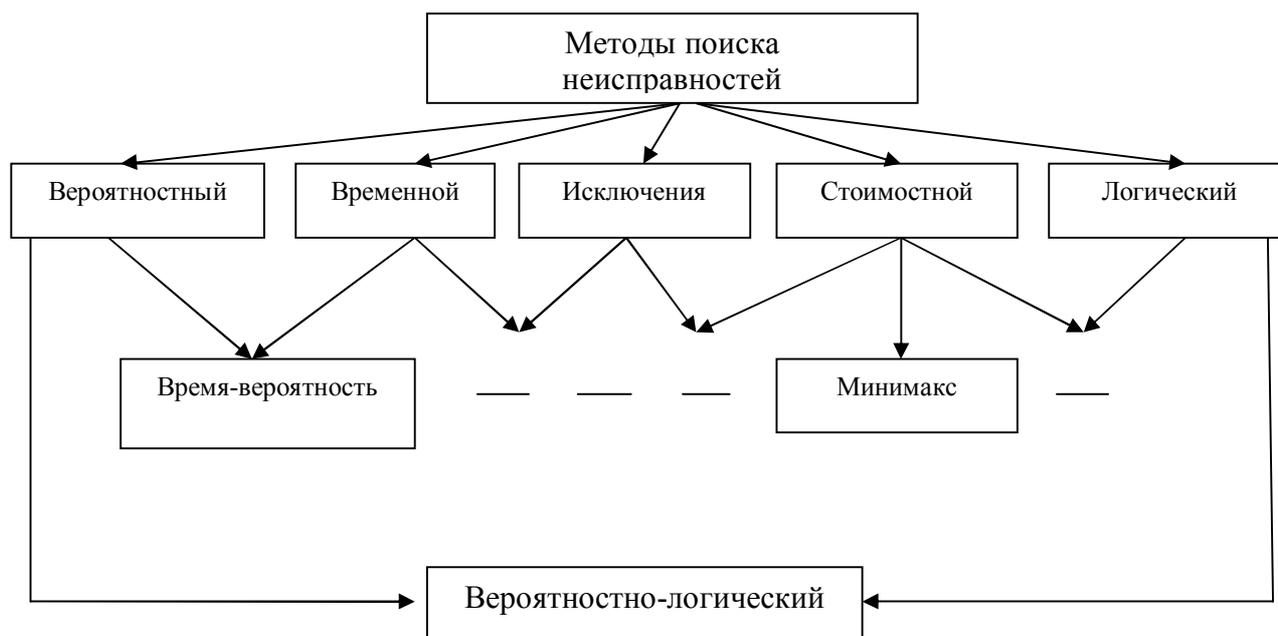


Рисунок 1 - Методы поиска неисправностей

В настоящее время во всем мире наблюдается дизелизация автомобильного транспорта. Согласно статистическим данным каждый второй, выпущенный в Европе автомобиль — дизельный. Современный дизельный двигатель обладает многими достоинствами: высокий коэффициент полезного действия, экономичность, высокая мощность. Но в отличие от бензиновых двигателей дизельный имеет более сложную систему питания.

Анализ эксплуатации дизельных двигателей показывает на высокий уровень отказов двигателей из-за неисправностей системы питания. Такие элементы, как плунжерная пара, игла и корпус распылителя обрабатываются до 11 класса чистоты (0,5-0,1 мк) [3]. Отказ одного из элементов топливной системы (питания) часто приводит к отказу двигателя в целом.

Большое влияние на показатель фактической наработки на отказ таких элементов, как плунжерная пара и распылитель оказывает дизельное топливо, качество которого зачастую оставляет желать лучшего. Чем выше смазывающая способность топлива, тем комфортнее работа топливной аппаратуры. Так же в топливе может находиться разное количество вредных примесей, которые должны блокироваться фильтрами грубой и тонкой очистки топлива.

Нарушения условий эксплуатации играют огромную роль на показатель работоспособности автомобиля. Имеют место случаи эксплуатации транспортного средства с неисправностями, приводящими к отказу двигателя и простою автомобиля. Пример — работа автомобиля с разрегулированным топливным насосом высокого давления и форсунками приводит к выходу из строя приводных шестерен. Результат — разборка двигателя, которая возможна только после демонтажа последнего с автомобиля.

Принципиальная схема топливной системы включает в себя топливный бак, топливопроводы низкого давления, фильтр грубой очистки, топливоподкачивающий насос, фильтры тонкой очистки топлива и топливная система высокого давления.

К основным элементам топливной системы высокого давления относятся: топливный насос высокого давления; топливопроводы высокого давления; форсунки. Указанные элементы обеспечивают систему подачей топлива в цилиндры двигателя, что способствует при правильной регулировке подавать топливо в необходимые моменты по времени и продолжительности подачи топлива.

Элементы топливного насоса высокого давления включают в себя: корпус; кулачковый вал; прецизионную пару; подпружиненный клапан. Элементы форсунки включают в себя: корпус; иглу; пружину. Данные устройства обеспечивают работу двигателя на необходи-

мых режимах в процессе работы автомобиля.

С теоретической точки зрения топливная система представляет собой совокупность последовательно соединенных элементов, отказ одного из которых способен привести к неисправности или полному отказу всей системы. При отказе одного или нескольких элементов приводит к нарушению работы всей системы с заданными характеристиками и параметрами. При этом автомобиль может сохранить способность к движению при нарушенных параметрах топливной экономичности, экологичности, мощности и других, что равносильно отказу всей системы.

Из перечисленных элементов наиболее интенсивному изнашиванию подвержены плунжерные пары топливного насоса и форсунки [1]. Эффективным на данный момент средством для самодиагностирования применительно к топливной аппаратуре является накладной датчик [5], информация от которого обрабатывается и поступает на дисплей прибора. По частоте вращения и ее снижению можно судить о мощности двигателя [4] и общем его состоянии. Обработка информации с датчиков систем смазки, охлаждения и топливной, позволит выявить с помощью вероятностно-логического метода предельные состояния двигателя и своевременно провести профилактические работы.

Так при обнаружении снижения мощности после проведения экспресс-диагностирования или по заявке водителя автомобиль направляется на диагностирование двигателя. Согласно статистических данных максимальную вероятность возникновения отказов имеет топливная система, поэтому системой самодиагностики с помощью накладного тензодатчика производится контроль процесса работы топливной аппаратуры. Это позволяет сравнить течение реального процесса работы топливной системы с эталонным для этой модели. Информация о нарушении протекания процесса в том или ином элементе также может выводиться на дисплей в автоматическом режиме, что позволяет пользоваться прибором работнику не имеющего высокой квалификации в области диагностирования. Метод позволяет «видеть» информацию о состоянии большинства элементов системы одновременно - «онлайн» в виде построения графика не прибегая к перебору проверок диагностических параметров элементов отдельно. Данный метод позволяет экономить время на поиск неисправности внутри топливной системы с любой вероятностью их возникновения, что качественно отличает предложенный метод от вероятностного.

Если неисправность двигателя находится вне системы питания, то с помощью логического блока с базой данных и подключенных к нему датчиков температуры охлаждающей жидкости, давления масла система самодиагностирования позволит сократить время поиска неисправности «логическим» методом. Блок логики запрашивает проявившиеся диагностические признаки неисправного состояния машины. После этого система анализирует полученную информацию и подтверждает связи между диагностическими параметрами и возможными нарушениями структурных параметров путем опроса водителя о косвенных признаках возникновения неисправности, событиях предшествовавших возникновению дефекта — прохождении технического обслуживания, перечне операций ТО, применяемых материалах при ремонте и эксплуатации, режиме работы машины и т.д. При этом количество вопросов должно быть не более 12, так как при большем числе вопросов внимание оператора снижается, слишком «любопытная» система вызывает раздражение. Данная методика построения гипотезы позволяет существенно снизить влияние «человеческого фактора» и свести к минимуму возникновение ложных гипотез. После выдвижения гипотезы система самодиагностики предлагает к использованию минимальный набор диагностического инструмента для контроля указанных диагностических параметров. Например: пройдя путь «жесткой» ветви логического дерева, для установления окончательного диагноза система предложит проверить компрессометром давление, создаваемое в цилиндре до и после залива в надпоршневое пространство машинного масла. С развитием технологий перечень средств диагностирования может добавляться в базу данных. Как видно в вероятностно-логическом методе использованы все достоинства «логического» метода: низкие требования к квалификации диагностирующего, низкая стоимость средств диагностирования, а влияние возможных

ошибок при построении гипотезы снижается.

Основываясь на вышеуказанных преимуществах метода, возможно, существенно сократить время на поиск неисправностей, возникающих при эксплуатации подвижного состава и повысить оперативность диагностирования. Затраты времени на диагностирование в различных вариациях могут достигать до 50% и более времени от общего времени на устранение неисправности.

Предлагаемый метод позволит оперативно проводить диагностирование, по результатам которого автомобиль может направляться в ремонт, а неисправности с нетрудоемкими операциями восстановления могут проводиться на линии. Данный метод создает предпосылки к росту коэффициента технической готовности парка автомобилей, снижению элементов резервирования (автомобилей), что позволит оптимизировать транспортный процесс, технико-экономические показатели автомобилей и автотранспортного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринин, И. Н. Диагностирование технического состояния автомобилей [Текст] / И. Н. Аринин. – М.: Транспорт, 1978. – 176 с.
2. Бельских, В. И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники [Текст]: В. И. Бельских. – М.: Колос, 1980. – 575 с.
3. Лозовский, В. Н. Надежность гидравлических агрегатов [Текст] / В.Н. Лозовский. - М. Машиностроение, 1974. - 320 с.
4. Лянденбургский, В. В. Сигнализатор технического состояния автомобилей на автотранспортном предприятии [Текст] / В. В. Лянденбургский, Ю. В. Родионов, А. С. Иванов, Д. А. Симанчев // Мир транспорта и технологических машин. – Орел, 2010. № 4. С. 20-26.
5. Лянденбургский, В. В. Техническая эксплуатация автомобилей. Диагностирование автомобилей [Текст]: учебное пособие / В. В. Лянденбургский, А. А. Карташов, А.С. Иванов. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 288 с.

Лянденбургский Владимир Владимирович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Канд. техн. наук, доцент
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28
Тел. +7(8412)498330
Email: dekauto@pguas.ru

Тарасов Александр Иванович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Аспирант
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28
Тел. +7(8412)498330
Email: dekauto@pguas.ru

Федосков Александр Владимирович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Аспирант
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28
Тел. +7(8412)498330
Email: dekauto@pguas.ru

Кривобок Сергей Александрович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Студент
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28
Тел. +7(8412)498330
Email: dekauto@pguas.ru

IS LIKELIHOOD-LOGIC METHOD OF SEARCH OF MALFUNCTIONS OF CARS

At work of the car the majority of malfunctions is shown in the form of external signs. Knowing most often meeting malfunctions, and also external displays, find out the arisen malfunction, without spending excessive checks and dismantlings. Quite often resort to methods of a consecutive exception, likelihood, logic. More effective "is likelihood-logic" method of search of malfunctions which allows to spend operatively diagnosing that will allow to optimize transport process and financial and economic indicators of the enterprise is offered.

Keywords: operation, the car, working capacity, self-diagnosing, search of malfunctions, a "is likelihood-logic" method.

BIBLIOGRAPHY

1. Arinin, I. N. Diagnostirovanie tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobiley [Tekst] / I. N. Arinin. - M.: Transport, 1978. - 176 s.
2. Bel'skikh, V. I. Diagnostirovanie i obsluzhivanie sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Tekst] / V. I. Bel'skikh. - M.: Kolos, 1980. - 575 s.
3. Lozovskiy, V. N. Nadezhnost' gidravlicheskih agregatov [Tekst] / V.N. Lozovskiy. - M. Mashinostroenie, 1974. - 320 s.
4. Lyandenburskiy, V. V. Signalizator tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobiley na avtotransportnom predpriyatii [Tekst] / V. V. Lyandenburskiy, YU. V. Rodionov, A. S. Ivanov, D. A. Simanchev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - Orel, 2010. № 4. S. 20-26.
5. Lyandenburskiy, V. V. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley. Diagnostirovanie avtomobiley [Tekst]: uchebnoe posobie / V. V. Lyandenburskiy, A. A. Kartashov, A.S. Ivanov. - Penza: PGUAS, 2011. - 288 s.

Ljandenbursky Vladimir Vladimirovich

Penza state university of architecture and building
Cand. techn. sciences, lecturer
Address: 440028, g. Penza, Titov's street, 28
Ph. +7(8412)498330
Email: dekauto@pguas.ru

Tarasov Alexander Ivanovich

Penza state university of architecture and building
Post-graduate student
Address: 440028, g. Penza, Titov's street, 28
Ph. +7(8412)498330
Email: dekauto@pguas.ru

Fedoskov Alexander Vladimirovich

Penza state university of architecture and building
Post-graduate student
Address: 440028, g. Penza, Titov's street, 28
Ph. +7(8412)498330
Email: dekauto@pguas.ru

Krivobok Sergey Aleksandrovich

The Penza state university of architecture and building
Student
Address: 440028, g. Penza, Titov's street, 28
Ph. +7(8412)498330
Email: dekauto@pguas.ru

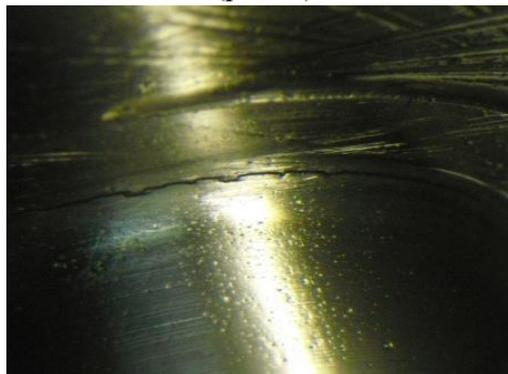
А. С. ДЕНИСОВ, А. Р. АСОЯН, Б. Ф. ТУГУШЕВ

ПОВЫШЕНИЕ МЕЖРЕМОНТНОГО РЕСУРСА КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДИЗЕЛЕЙ ВОССТАНОВЛЕННЫХ НАПЛАВКОЙ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

В работе рассмотрены основные повреждения коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания, возникающие в процессе эксплуатации. Предложены методы совершенствования существующего технологического процесса восстановления коленчатых валов наплавкой под слоем флюса повышающие его межремонтный ресурс.

Ключевые слова: коленчатый вал, трещины, задир шеек, распределение напряжений, сопротивление усталости.

Коленчатый вал двигателя внутреннего сгорания, лимитируют пробег до капитального ремонта, при этом при предупредительном ремонте (ПР) согласно [1] неремонтопригодными являются 5% КВ, а при капитальном ремонте (КР) в соответствии с анализом дефектов КВ КамАЗ-740 -16 %. Вследствие действия радиальных и тангенциальных составляющих сил, приложенных к шатунным шейкам, изгибных и крутильных колебаний, основными повреждениями коленчатых валов (КВ) являются: излом вала по шейкам или щекам, трещины в шейках вала, задир шеек вала. Характер разрушений элементов КВ показывает на преимущественное действие изгибающих моментов и меньшее действие крутящего момента [2]. Усталостные разрушения (трещины) начинаются в области концентраторов напряжений галтели, отверстия для смазки (рис. 1).



а)



б)

Рисунок 1 - Усталостные трещины в области концентраторов напряжений:

а)- в галтели, б)- в зоне масляного канала

Нарастание степени усталостных разрушений в элементах КВ в процессе эксплуатации носит преимущественно стохастический характер, наиболее часто усталостное разрушение вала происходит по щеке в зоне перекрытия шатунных и коренных шеек.

Для нормальных напряжений от изгибающей нагрузки σ_u справедливо:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W}, \quad (1)$$

где M_u – изгибающий момент (в процессе эксплуатации практически не меняется);

W – момент сопротивления сечения на изгиб.

$$M_{из} = Z_0 a - \left(\frac{P_{np}}{2} - \frac{P_c}{2} \right) (a - c), \quad (2)$$

где $M_{из}$ – величина изгибающего момента;

Z_0 – реакция опоры в плоскости кривошипа;

a – расстояние от опоры до середины кривошипной шейки;

P_{np} – центробежная сила инерции от вращения противовесов;

P_c – центробежная сила инерции от вращения кривошипа;

c - расстояние от опоры до щеки вала.

Анализ напряженно-деформируемого состояния кривошипа методом конечных элементов, используя твердотельное моделирование с автоматическим построением конечно-элементной сетки, с помощью программы - APM WinMachine 9.7, которая позволяет определять усилия, действующие на каждый конечный элемент, показан на рисунке 2.

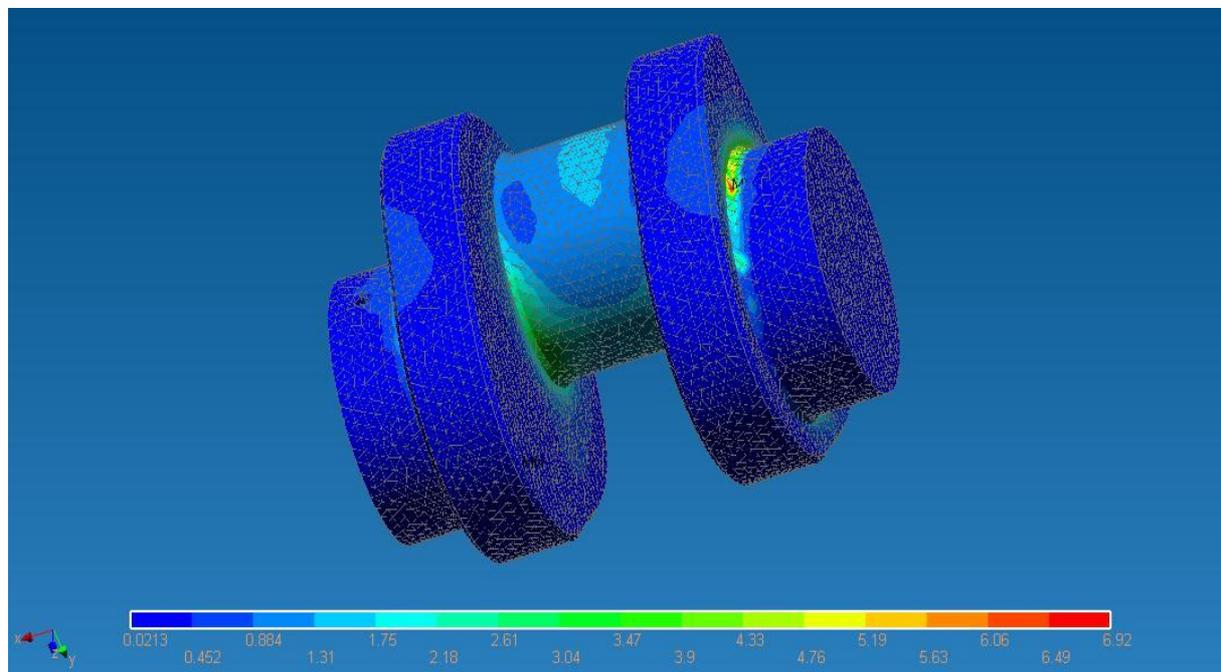


Рисунок 2 - Распределение напряжений σ_z (МПа) в коленчатом вале двигателя КамАЗ-740

Наибольшие напряжения находятся в зоне галтелей шатунной и коренной шеек в результате действия изгибающих моментов.

Особенно остро проблема повышения сопротивления усталости коленчатых валов стоит в ремонтном производстве. Перешлифовывание КВ КамАЗ-740 до 1- ремонтного размера снижает предел выносливости на 8%, а до 5 - на 16,5%. Восстановление коленчатых валов наплавкой под слоем флюса также приводит к снижению сопротивления усталости валов.

При совершенствовании технологического процесса восстановления коленчатых валов наплавкой наплавочной проволокой Нп-30ХГСА, под флюсом АН-348А разработанного в лаборатории «Восстановления деталей машин», кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство» СГТУ предлагается повышение сопротивления усталости коленчатых валов путем создания сжимающих напряжений в галтелях методом пластической деформации, накаткой галтелей роликом. Упрочнение накаткой галтелей повышает их усталостную прочность не менее чем на 15%.

Другим повреждением коленчатого вала, лимитирующим пробег двигателя до капитального ремонта, являются задиры шатунных шеек. Существенную роль в повышении работоспособности этого узла играет улучшение условий их смазки. Отклонение подшипника коленчатого вала от правильной цилиндрической формы в эксплуатации вследствие упругой и пластической деформации вкладышей с образованием прогиба (Δ) (рис.3), снижают несущую способность подшипника, вследствие облегченного вытекания масла к торцам, соответственно, снижается допускаемое среднее давление на подшипники и толщина масляной пленки, что повышает вероятность перехода в область граничной смазки с высоким коэффициентом трения.

Сдеформированный вкладыш своими краями в процессе работы будет интенсивно изнашивать края нижней головки шатуна, и изнашиваться сам также по краям со стороны шатуна. В результате этого будет возрастать корсетность нижней головки шатуна. Величина корсетности прямо пропорциональна величине прогиба вкладыша. Это объясняется тем, что с увеличением остаточного прогиба повышается его упругость, что аналогично действию пружины с линейной характеристикой, то есть (рис. 3)

$$F = c\Delta, \quad (3)$$

где F – сила деформации (по краям вкладыша $F/2$);

Δ – прогиб вкладыша;

c – характеристика (жесткость) пружины (вкладыша).

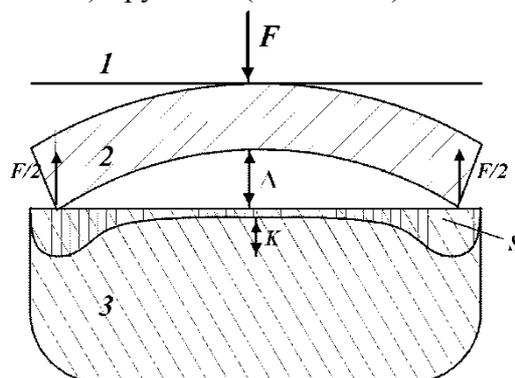


Рисунок 3 - Схема деформации вкладыша с прогибом Δ , силой F
(1 – шейка; 2 – вкладыш; 3 – шатун)

В соответствии с работами А. С. Денисова и А. Т. Кулакова [2] зависимость остаточного прогиба Δ вкладыша от наработки двигателя l экспоненциальная

$$\Delta = \Delta_0 e^{bl}, \quad (4)$$

где Δ_0 – относительный прогиб в конце приработки, приведенный к началу эксплуатации;

b - параметр интенсификации.

Эти процессы носят вероятностный характер, что подтверждают эксперименты по относительному времени отсутствия контакта между поверхностями. В результате появления и роста прогиба повышается вероятность непосредственного контакта вкладышей с шейкой коленчатого вала, приводящей к повышению трения в подшипнике, отпуску отдельных участков металла из-за перегрева, возникновению местных растягивающих напряжений вследствие изменения структуры поверхностного слоя, задиру, образованию трещин, схватыванию и проворачиванию вкладышей (рис. 4).



Рисунок 4 - Задиры на шейке вала, результат схватывания с вкладышем

Схватывание и проворачивание вкладышей является заключительным вероятностным этапом их деформирования. Для обеспечения надежной работы в эксплуатации шатунных подшипников, на всех режимах работы двигателя при увеличении диаметрального зазора в коренных подшипниках целесообразно, чтобы запас производительности насоса был достаточно большим и не снижался из-за износов в подшипниках или обеспечить наличие на шейках коленчатого вала слоя твердого смазочного материала. В качестве твердого смазочного материала на кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство» СГТУ предложено создавать на поверхности шеек коленчатых валов, металлоплакирующий слой меди, позволяющий уменьшить коэффициент трения и приводящий к значительному снижению износа. Слой медного покрытия толщиной 2-3 мкм, с высокими адгезионными свойствами, создаем на шейках коленчатого вала электрохимическим натиранием, такая толщина покрытия соответствует размерам микронеровностей или перекрывает их. Наличие пластичных поверхностных слоев способствует более равномерному распределению давления, снижению поверхностных температур, предотвращается пластическая деформация глубинных слоев металла, что устраняет схватывание, а также уменьшается износ вследствие передеформирования и контактной усталости рабочих поверхностей вкладышей.

Таким образом, повышение сопротивления усталости восстановленных коленчатых валов, путем создания сжимающих напряжений в галтелях методом пластической деформации и нанесения на поверхности шеек коленчатых валов, металлоплакирующего слоя меди, снижающего коэффициент трения и предотвращающего процессы схватывания, позволит увеличить межремонтный ресурс восстановленных коленчатых валов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов, А. С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей [Текст] / А. С. Денисов. - Саратов: Сарат. гос.техн.ун-т, 1999. - 352 с.
2. Денисов А. С. Обеспечение надежности автотракторных двигателей [Текст] / А. С. Денисов, А. Г. Кулаков. - Саратов: Сарат.гос.техн.ун-т, 2007. – 422 с.

Денисов Александр Сергеевич

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.
Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Автомобили и автомобильное хозяйство»
Адрес: г. Саратов, ул. Политехническая, 77
Тел.: +7(452)998752
E-mail: denisov0307@yandex.ru

Асоян Артур Рафикович

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.
Канд. техн. наук, доцент каф. «Автомобили и автомобильное хозяйство»
Адрес: г. Саратов, ул. Политехническая, 77
Тел.: +7(452)527924
E-mail: bpy@sstu.ru

Тугушев Борис Федорович

Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.
Канд. техн. наук, доцент каф. «Автомобили и автомобильное хозяйство»
Адрес: г. Саратов, ул. Политехническая, 77
Тел.: +7(452)527924
E-mail: bpy@sstu.ru

A. S. DENISOV, A. R. ASOYAN, B. F. TUGUSHEV

INCREASE OF A BETWEEN-REPAIRS RESOURCE OF CRANKED SHAFT OF DIESEL ENGINES RESTORED НАПЛАВКОЙ UNDER A GUMBOIL LAYER

In work the basic damages of cranked shaft of the internal combustion engines, arising while in service are considered. Methods of perfection of existing technological process of restoration of cranked shaft наплавкой under a gumboil layer raising its between-repairs resource.

Keywords: *cranked shaft, cracks, teases of necks, distribution of pressure, resistance of weariness.*

Denisov Alexander Sergeevich

Saratov State Technical University of Y. A. Gagarin

Dr. tech., Professor, Head. Chair of "Automobiles and automobile economy"

Adress: g. Saratov, ul. Polytechnique, 77

Tel.: 7 (452) 526182

E-mail: bpy@sstu.ru

Asoyan Artur Rafikovich

Saratov State Technical University of Y.A. Gagarin

Adress: g. Saratov, ul. Polytechnique, 77

Tel.: 7 (452) 526182

E-mail: bpy@sstu.ru

Tugushev Boris Fjodorovich

Saratov State Technical University of Y.A. Gagarin

Adress: g. Saratov, ul. Polytechnique, 77

Tel.: 7 (452) 526182

E-mail: bpy@sstu.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

И. П. ЕМЕЛЬЯНОВ, А. И. ПЫХТИН, Л. М. ЧЕРВЯКОВ

ПРОЦЕСС ЗАПИСИ АВТОМОБИЛЕЙ НА ОБСЛУЖИВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ ПУБЛИЧНЫХ СЕТЕЙ

В статье рассмотрены достоинства записи автомобилей на обслуживание с помощью публичных сетей. Предложена схема процесса записи, состоящая из интуитивно понятных этапов. Построена и проанализирована функциональная модель процесса «Записать автомобиль на обслуживание с помощью сети Интернет» с применением методологии IDEF0.

Ключевые слова: автомобиль, обслуживание, процесс записи, функциональная модель, сеть Интернет.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс эксплуатации автомобиля, как известно, связан с влиянием множества внешних факторов, которые негативно отражаются на его состоянии. Поэтому в процессе всего срока эксплуатации автомобиля периодически возникает необходимость выполнения технического обслуживания (ТО) или текущего (гарантийного) ремонта (ТР), без которых невозможно обеспечить длительное использование автомобиля и безопасность дорожного движения. Жизненный цикл автомобиля рассмотрен в работе [1], где процесс эксплуатации представлен в виде функционального блока «Эксплуатировать автомобиль». Декомпозиция этого блока раскрывает множество обратных связей в структуре, что подчеркивает сложность самого процесса и управления им. Немаловажной составляющей этого процесса является этап записи автомобиля на обслуживание, поскольку залогом эффективного технологического процесса любого сервисного предприятия является планирование работ на определенном промежутке времени, которое невозможно без организации предварительной записи. По сути, запись автомобиля это не только и не столько фиксация того факта, что автомобиль подлежит обслуживанию, сколько достаточно сложный процесс, связанный с планированием различного рода ресурсов, что позволит сократить время, повысить комфортность условий для клиента и более рационально использовать ресурсы в процессе записи. Следовательно, изучение процесса записи автомобиля на обслуживание является актуальной задачей современного сервиса.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ЗАПИСИ АВТОМОБИЛЕЙ

Процесс записи на обслуживание может быть реализован как в ходе непосредственного общения заказчика и исполнителя, так и посредством различных программных продуктов и средств связи [2]. Сегодня наиболее перспективным и эффективным способом является запись на обслуживание средствами публичных сетей, в частности Интернет, которая реализуется заказчиком самостоятельно. Процесс записи автомобиля с помощью сети Интернет включает, как правило, следующие интуитивно понятные этапы:

- 1) загрузка сайта сервисного предприятия и переход на страничку для записи автомобилей;
- 2) ввод персональных и контактных данных заказчика работ по обслуживанию (регистрация заказчика);
- 3) ввод данных об автомобиле (регистрация автомобиля);
- 4) выбор перечня работ, которые требуется выполнить;
- 5) выбор неисправностей автомобиля;
- 6) указание потребности в запасных частях (ЗЧ);
- 7) выбор (при необходимости) исполнителя или нескольких исполнителей работ;
- 8) выбор места в очереди из предложенных вариантов.

Для анализа влияющих факторов, процесс «Записать автомобиль на обслуживание с помощью сети Интернет» был представлен функциональной моделью в формате IDEF0 [3] (рис. 1).

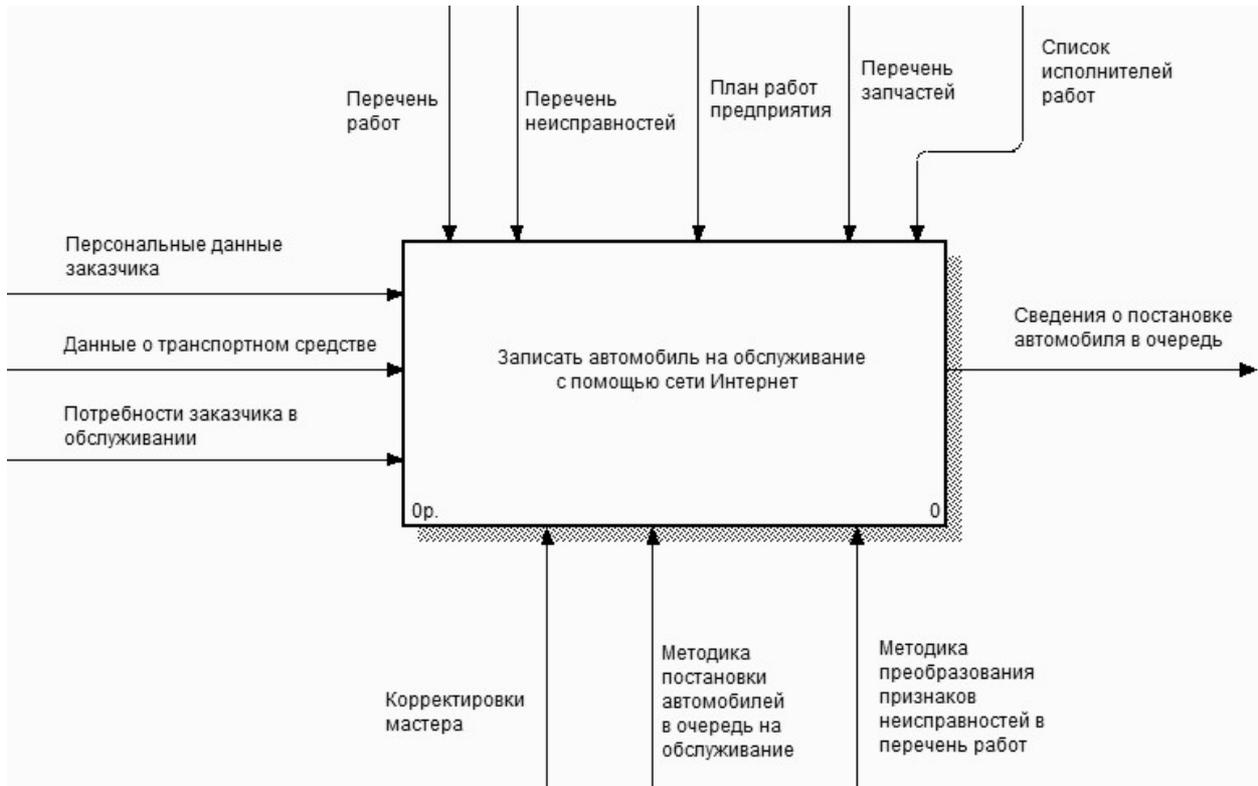


Рисунок 1 – Уровень А-0 функциональной модели процесса «Записать автомобиль на обслуживание с помощью сети Интернет»

Декомпозиция процесса «Записать автомобиль на обслуживание с помощью сети Интернет», функциональные блоки которого соответствуют этапам записи автомобиля на обслуживание, представлена на рисунке 2. Рассмотрим подробно каждый функциональный блок.

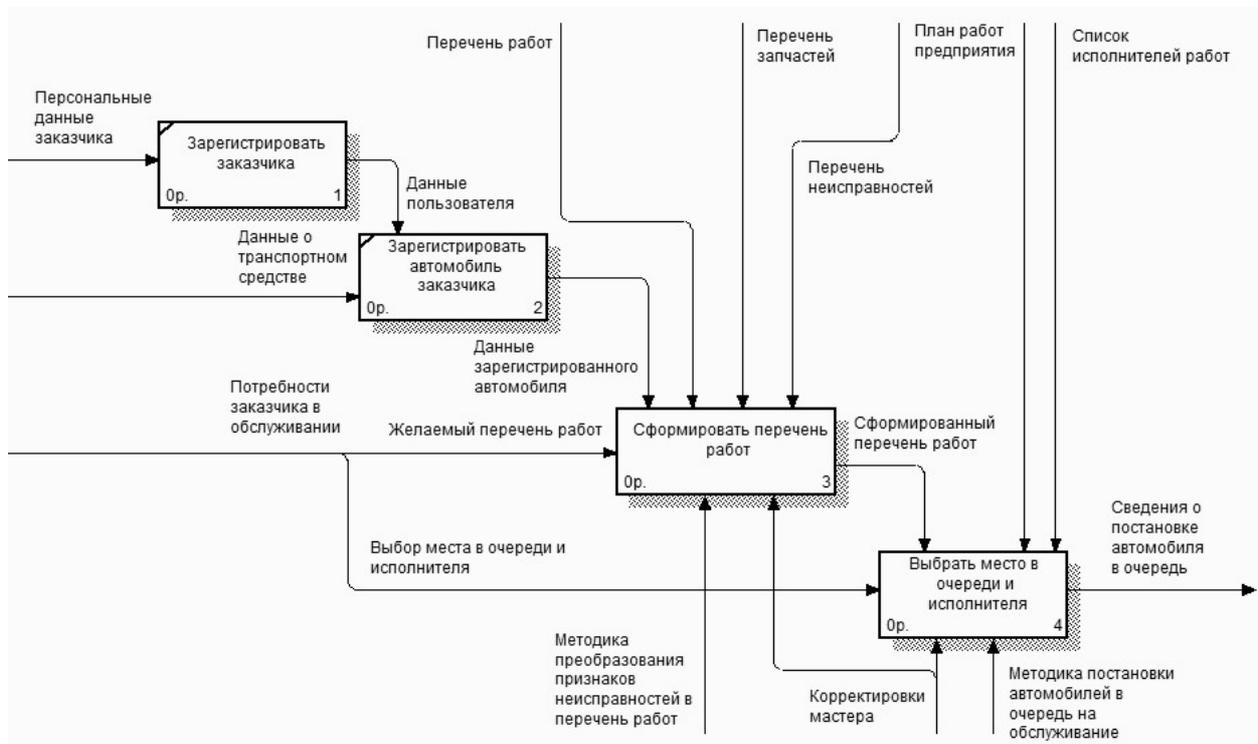


Рисунок 2 – Декомпозиция функциональной модели процесса «Записать автомобиль на обслуживание с помощью сети Интернет»

1. *Зарегистрировать заказчика (ввод персональных и контактных данных заказчика работ).* Прежде чем приступить непосредственно к записи автомобиля в очередь на обслуживание, необходимо ввести персональные и контактные данные заказчика. Такие сведения, прежде всего, необходимы для формирования нового контрагента [4] в электронной базе данных сервисного предприятия, для которого в дальнейшем будет открыт доступ к личному кабинету на сайте предприятия. Вход в личный кабинет осуществляется путем ввода уникального имени и пароля пользователя. Личный кабинет позволяет заказчику получать информацию рекламного или иного характера, просматривать историю обслуживания автомобиля и т.д.

Если заказчиком является юридическое лицо, то первоначальный ввод данных предприятия (в том числе банковских реквизитов) позволяет многократно их использовать в будущем для формирования платежных и других необходимых документов.

2. *Зарегистрировать автомобиль заказчика.* На данном этапе заказчик вводит в имеющиеся поля для записи необходимые для сервисного предприятия заводские данные об автомобиле и регистрационные данные о постановке автомобиля на учет в Управлении государственной инспекции безопасности дорожного движения Управления внутренних дел Российской Федерации. Заводские данные в необходимом объеме описывают технические характеристики автомобиля и его комплектацию, что позволяет четко определять, какой вид обслуживания или ремонта необходим для конкретного автомобиля. Также по заводским данным определяется перечень ЗЧ для конкретного автомобиля. Регистрационные данные автомобиля позволяют определять принадлежность транспортного средства к конкретному субъекту Российской Федерации и вести учет автомобилей.

В случае, если у заказчика несколько автомобилей, данные вводятся по каждому автомобилю отдельно.

3. *Сформировать перечень работ.* Этап формирования перечня планируемых работ представляет собой сложный процесс, в ходе которого должны быть учтены комплексные работы (например, работы по ТО), включающие ряд взаимосвязанных операций, отдельные явные (четко определенные) работы, возникшие неисправности и требующиеся ЗЧ. Для более детального изучения данного этапа выполнена декомпозиция функционального блока «Сформировать перечень работ» (рис. 3).

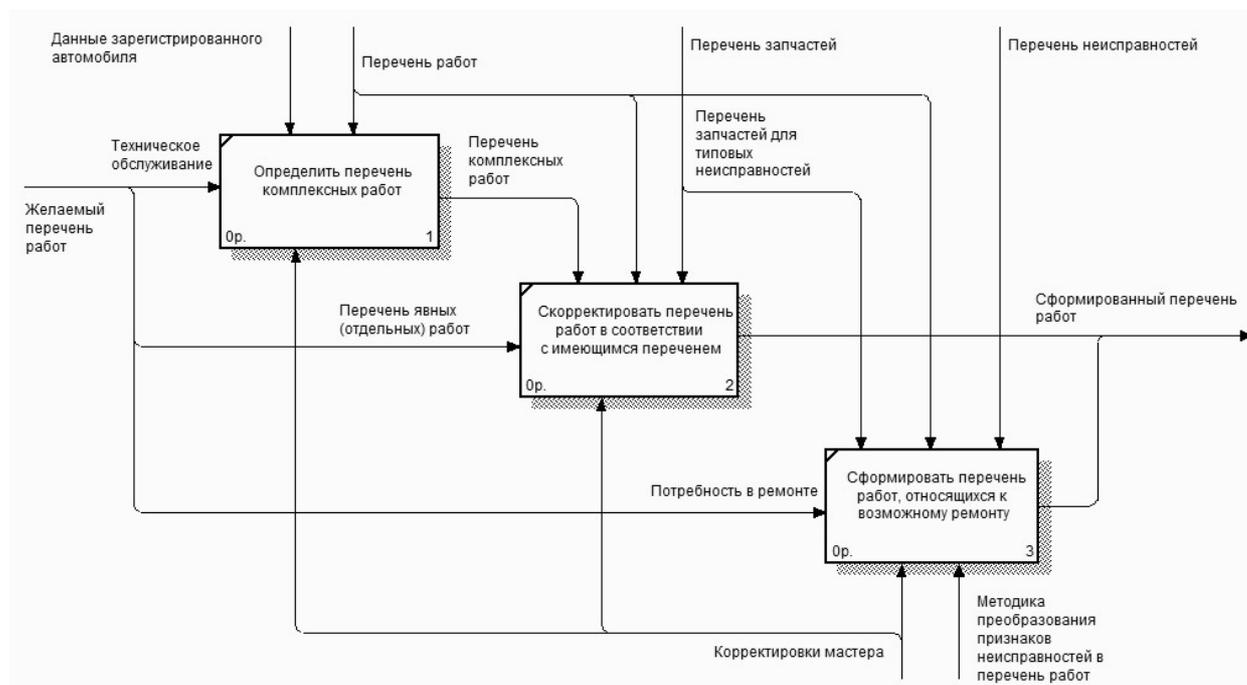


Рисунок 3 – Декомпозиция функционального блока «Сформировать перечень работ»

Изначально в процессе формирования перечня работ заказчик выбирает из базы данных те работы, в необходимости которых он уверен. Это могут быть комплексные работы, выполняемые несколькими исполнителями одинакового и разного профиля, и отдельные явные работы, выполняемые одним или несколькими исполнителями, обычно одного профиля. Далее, если заказчик не может четко определить вид требуемых работ, то он выбирает из базы данных неисправности, обнаруженные на его автомобиле и обладающие определенными признаками. На данном этапе рекомендуется отдать предпочтение выбору неисправностей, а не работ, особенно в случае, если нет уверенности, что возникшие неисправности могут быть устранены предполагаемым видом работ. Сформированный перечень неисправностей в дальнейшем преобразуется по определенной методике в перечень работ с указанием необходимого времени для их выполнения и добавляется к уже имеющемуся перечню. Окончательно сформированный перечень работ и будет учитываться при планировании очереди на обслуживание.

4. *Выбрать место в очереди и исполнителя.* Последним этапом в процессе записи автомобилей является выбор места в очереди. Декомпозиция функционального блока «Выбрать место в очереди и исполнителя» представлена на рисунке (рис. 4).



Рисунок 4 – Декомпозиция функционального блока «Выбрать место в очереди и исполнителя»

На начальной стадии выбора места в очереди заказчику предлагается перечень вакантных мест в очереди на основании заявленных им работ и неисправностей. Подбор вакантных мест осуществляется по определенной методике с учетом уже имеющегося плана работы предприятия. Заказчик имеет возможность заблаговременно указать предпочтительные даты и время выполнения работ. Если у заказчика имеются предпочтения касательно непосредственных исполнителей работ, то он их также указывает, в результате чего автоматически корректируется перечень вакантных мест в очереди.

Далее заказчик выбирает наиболее удобную для себя позицию в очереди из предложенных, тем самым, внося дополнительную позицию в план работ предприятия. Сотрудники сервисного предприятия контролируют запись и, в случае необходимости, могут вносить различные коррективы на всех этапах процесса записи автомобиля по согласованию с заказчиком. В результате выполнения всех этапов записи на обслуживание формируются сведения о постановке автомобиля в очередь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение процесса записи автомобиля на обслуживание с помощью сети Интернет по рассмотренной схеме позволит повысить эффективность работы сервисного предприятия

(снижается количество простоев оборудования и персонала благодаря рациональному распределению автомобилей во времени, исключается возможность записи двух и более автомобилей на один и тот же пост одновременно, отсутствует человеческий фактор); способствует более точному определению перечня необходимых работ по обслуживанию автомобиля в том случае, если при его формировании приходится ориентироваться только на имеющийся перечень неисправностей; является очень удобным средством для автовладельцев (нет необходимости выезжать к месту проведения обслуживания); позволяет сократить время оформления документов при приеме автомобиля на обслуживание, так как в базе данных сервисного предприятия уже имеются все необходимые данные для формирования заявки и мастеру остается только проверить заявку и выполнить осмотр автомобиля. Кроме того, такой вид записи дает возможность заказчику при необходимости вносить любые корректировки в собственные данные и данные об автомобиле (в случае их изменения), не дожидаясь очередной записи на обслуживание, просматривать историю обслуживания автомобиля и получать через личный кабинет различные новости, уведомления и т.д.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (проект НШ-3266.2010.8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянов, И. П. Функциональная модель жизненного цикла автомобиля [Текст] / И. П. Емельянов // Известия КурскГТУ. – Курск: КурскГТУ 2010, №3 (32).- С. 45-49.
2. Червяков, Л. М. Проблемы реализации процесса записи автомобилей на обслуживание посредством сети Интернет [Текст] / Л.М. Червяков, И.П. Емельянов, А.И. Пыхтин // Известия ЮЗГУ– ЮЗГУ. - 2011, №3 (36).- С. 112-116.
3. Методология функционального моделирования IDEF0 [Текст]: РД IDEF0-2000. – М.: Изд-во стандартов, 2000.
4. Алексеев, А. Н. 1С: Предприятие 8 [Текст]: руководство пользователя / А. Н. Алексеев, Д. А. Бескоровайнов, А. С. Безбородов и др. – М.: ООО 1С-Паблишинг, 2008. – 303 с.

Емельянов Иван Павлович

Юго-Западный государственный университет, г. Курск
Канд. техн. наук, зав. кафедрой автомобилей, транспортных систем и процессов
Адрес: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября 94
Тел.: +7(4712)326955, +7(960)6942799
E-mail: yuzgu@yandex.ru

Пыхтин Алексей Иванович

Юго-Западный государственный университет, г. Курск
Канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры программного обеспечения вычислительной техники
Адрес: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября 94
Тел.: +7(4712) 523801
E-mail: swsu.ee@gmail.com

Червяков Леонид Михайлович

Юго-Западный государственный университет, г. Курск
Д-р техн. наук, профессор, первый проректор – проректор по научной работе
Адрес: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября 94
Тел.: +7(4712)504806
E-mail: chlm@mail.ru

I. P. EMELJANOV, A. I. PIHTIN, L. M. CHERVJAKOV

PROCESS OF RECORD OF CARS ON SERVICE BY MEANS OF PUBLIC NETWORKS

In article advantages of record of cars on service by means of public networks are considered. The scheme of process of the record, consisting of intuitively clear stages is offered. The functional model of process «Register the car on service by means of a network the Internet» is constructed and analysed with application of methodology IDEF0.

Keywords: the car, service, process of record, functional model, a network the Internet.

BIBLIOGRAPHY

1. Emel'yanov, I. P. Funktsional'naya model' zhiznennogo tsikla avtomobilya [Tekst] / I. P. Emel'yanov // Izvestiya KurskGTU. - Kursk: KurskGTU 2010, №3 (32).- S. 45-49.
2. Chervyakov, L. M. Problemy realizatsii protsessa zapisi avtomobiley na obsluzhivanie posredstvom seti Internet [Tekst] / L.M. Chervyakov, I.P. Emel'yanov, A.I. Pykhtin // Izvestiya YUZGU- YUZGU. - 2011, №3 (36).- S. 112-116.
3. Metodologiya funktsional'nogo modelirovaniya IDEF0 [Tekst]: RD IDEF0-2000. - M.: Izd-vo standartov, 2000.
4. Alekseev, A. N. 1S: Predpriyatie 8 [Tekst]: rukovodstvo pol'zovatelya / A. N. Alekseev, D. A. Beskorovaynov, A. S. Bezborodov i dr. - M.: OOO 1S-Publishing, 2008. - 303 s.

Emelyanov Ivan Pavlovich

Southwest state university

Candidate of Sciences (engineering), the associate professor of cars, transport systems and processes chair

Address: 305040, g. Kursk, street. 50 October 94

Tel.: +7(4712)326955, +7(960)6942799

E-mail: yuzgu@yandex.ru

Pyhtin Alexey Ivanovich

Southwest state university

Candidate of sciences (engineering), the senior lecturer of the computer facilities software chair

Address: 305040, g. Kursk, street. 50 October 94

Tel.: +7(4712) 523801

E-mail: swsu.ee@gmail.com

Chervyakov Leonid Mihajlovich

Southwest state university

Doctor of sciences (engineering), professor, first vice-rector – vice-rector of scientific work

Address: 305040, g. Kursk, street. 50 October 94

Tel.: +7(4712)504806

E-mail: chlm@mail.ru

Э. Р. ДОМКЕ, А. С. МАХОНИН

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МОЩНОСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

В статье анализируется технология и средства диагностирования мощностных показателей автомобильных дизельных двигателей в эксплуатационных условиях. Показана возможность их совершенствования, путем использования современных исполнительных механизмов и датчиков микропроцессорных систем и новых технологий.

Ключевые слова: автомобиль, дизельный двигатель, метод, испытание, диагностика, оборудование.

Мощностные показатели дизельных двигателей – эффективная мощность, мощность механических потерь являются обобщающими показателями его технического состояния и во многом определяют технико-экономические, экологические и эксплуатационные показатели оснащенной ими мобильной техники. Так, например, уменьшение эффективной мощности дизельного двигателя снижает максимально возможную скорость движения загруженного автомобиля, приводит к частой работе на корректорной ветви регуляторной характеристики с неизбежным перерасходом топлива, повышенной дымностью отработавших газов и износом деталей цилиндропоршневой группы. Исследования влияния мощностных показателей на эффективность эксплуатации дизелей по приведенным затратам [1] показали, что снижение эффективной мощности безнаддувных дизелей на 7%, а наддувных на 12,6%, как и ее превышение сверх номинального значения следует считать как отказ по мощности.

Рост мощности механических потерь, складывающихся из потерь на трение, привод вспомогательных механизмов и процессы газообмена, приводит к перерасходу топлива, повышенному износу деталей, снижению эффективной мощности и ресурса дизеля. Таким образом, периодический, а лучше постоянный контроль мощностных показателей дизельного двигателя является эффективным способом обеспечения оптимальности и стабильности их основных технико-экономических и экологических показателей.

Стандартным методом определения мощностных показателей дизелей является метод тормозных испытаний на специальных стендах в соответствии с ГОСТ 18509-88, ГОСТ14846-81.

Однако, данный метод обладает рядом существенных недостатков методического, технико-экономического и экологического характера, среди которых следует отметить: большая мощность, габариты и стоимость испытательных стендов, вспомогательного оборудования и производственных площадей; необходимость использования нескольких типоразмеров стендов для испытаний дизельных двигателей, различных марок и мощности; высокий уровень шума, тепловыделений, вибраций, загазованности в помещениях для испытаний; повышенная пожароопасность.

Анализ перечисленных недостатков показывает, что они в большей мере обусловлены используемым тормозным способом нагружения. Устранить указанные недостатки позволяет бестормозной динамический метод диагностирования, предложенный учеными СибИМЭ, [2]. Его сущность заключается в определении углового ускорения бестормозного разгона с полной подачей топлива (условия внешней скоростной характеристики) в области номинальной частоты вращения. Величина углового ускорения ε_p при известном моменте инерции I вращающихся масс, приведенных к коленчатому валу ДВС однозначно определяет крутящий момент ДВС ($M_K = \varepsilon_p \cdot I$), а при известной угловой скорости коленчатого вала (УСКВ) ω в точке замера углового ускорения и эффективную мощность N_E , т.е.

$$N_E = M_K \cdot \omega = \varepsilon_p \cdot I \cdot \omega = \varepsilon_p \cdot c$$

где $c = I \cdot \omega = const$ - постоянный для данного дизеля коэффициент (при определении эффективной мощности берется значение ω , соответствующее номинальному скоростному режиму дизельного двигателя данной марки).

Осуществление свободного выбега УСКВ (с выключенной подачей топлива) от максимального до минимального значения позволяет по величине углового ускорения выбега ε_B определить момент $M_{МП}$ и мощность $N_{МП}$ механических потерь дизельного двигателя, т.е.

$$N_{МП} = M_{МП} \cdot \omega = \varepsilon_B \cdot I \cdot \omega = \varepsilon_B \cdot c$$

Для реализации данного метода в эксплуатационных условиях разработаны технология диагностирования и средства для ее реализации [3], из которых наиболее известен аналого-цифровой прибор ИМД-ЦМ. Большое количество ручных калибровок прибора ИМД-ЦМ и их нестабильность во времени, обусловленные аналоговыми способами обработки информации и управления процессом измерений, а также необходимость перевода полученных значений ускорений в стандартные единицы измерения мощности с помощью номограмм повышают трудоемкость диагностирования и снижают его точность. Кардинальным направлением повышения качества диагностического оборудования является широкое применение в составе диагностических устройств таких современных микропроцессорных средств, как цифровые и сигнальные процессоры, однокристалльные микроконтроллеры, программируемые логические устройства. Использование перечисленных выше компонентов позволит значительно упростить аппаратуру диагностических устройств, снизить ее размеры, массу, энергопотребление, стоимость, упростить обслуживание при существенном увеличении функциональности, повышении надежных и точностных показателей.

Наиболее предпочтительно построение средств диагностики на основе современных микроконтроллеров, которые имеют в своем составе мощное вычислительное ядро, способное эффективно решать задачи цифровой обработки сигналов, встроенную память, состоящую из памяти для хранения программ и долговременного хранения данных с возможностью их перезаписи и памяти для оперативного хранения данных, разветвленную периферию, включающую в себя источники опорного напряжения, аналоговые компараторы, цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи, встроенные генераторы, систему управления питанием, многофункциональные таймеры, порты ввода-вывода, широкую номенклатуру связанных интерфейсов. Использование широких возможностей, предоставляемых периферийными компонентами микроконтроллеров, позволит свести к минимуму дополнительные внешние элементы диагностических средств.

Учитывая возможности современных средств измерения и обработки сигналов, а также имеющийся опыт разработки и эксплуатации средств диагностики, можно наметить основные направления совершенствования этих средств. К таким направлениям, по мнению авторов, можно отнести следующие:

- повышение метрологических характеристик средств диагностики за счет увеличения точности, надежности измерения и использования цифровой обработки сигналов;
- расширение функциональности измерительной части средств диагностики, состоящее в увеличении числа измеряемых параметров с целью обеспечения более достоверного диагноза, увеличении числа входных преобразователей измеряемых величин с целью обеспечения высокой адаптивности с различным диагностируемым оборудованием;
- расширение функциональности блока обработки средств диагностики, состоящее в увеличении числа диагностируемых параметров и прогнозировании поведения диагностируемого устройства за счет внедрения в обработку элементов экспертных систем;
- повышение эргономичности аппаратуры средств диагностики, что предполагает внедрение удобного интерфейса пользователя для работы в ручном режиме, наличие интерфейса с персональным компьютером, что позволит проводить более глубокую обработку и анализ измеряемых параметров, а также обеспечит более «дружественный» интерфейс с пользователем, наличие пополняемой базы данных с параметрами диагностируемых дизельных двигателей.

Технология диагностирования прибором ИМД-ЦМ предусматривает ручное управление тестовым скоростным режимом «разгон-выбег» дизельного двигателя, воздействием на

рычаг РЧВ. Как показали исследования, проведенные ГОСНИТИ такой способ управления скоростным режимом при определении мощностных и топливных показателей дизельного двигателя снижает точность диагноза. Применение автоматизированных датчиков скоростных режимов диагностирования типа DS-205 [3] позволяет устранить субъективное влияние диагноста и повысить точность диагноза, однако в силу различных причин они не получили широкого применения. В связи с вышеизложенным целью дальнейших исследований является совершенствование технологии и средств диагностирования мощностных показателей автомобильных дизельных двигателей в эксплуатационных условиях путем использования современных исполнительных механизмов и датчиков, микропроцессорных систем управления и обработки диагностической информации, новых ресурсосберегающих технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ждановский, Н. С. Диагностика автотракторных двигателей с использованием электронных приборов [Текст] / Н. С. Ждановский, В. А. Аллилуев, В. М. Михлин. - Л.-Пушкин, 1973. - 125 с.
2. Дюролюбов, И. П. Динамический метод диагностики автотракторных двигателей. - Методические рекомендации СибИМЭ [Текст] / И. П. Добролюбов, В. М. Лившиц. - Новосибирск, 1981. - Ч.1. - С. 42...112.
3. Колчин, А. В., Бобков Ю.К. Новые средства и методы диагностирования автотракторных двигателей [Текст] / А. В. Колчин, Ю. К. Бобков. - М.: Колос, 1982. - 110 с.

Домке Эдуард Райнгольдович

Пензенский Государственный Университет Архитектуры и Строительства, г.Пенза
Кандидат технических наук, профессор, зав. Кафедрой «Организация и безопасность движения»
Тел. +7(927)3764946
E-mail: obd@pguas.ru

Махонин Артем Сергеевич

Пензенский Государственный Университет Архитектуры и Строительства, г.Пенза
Аспирант
Тел. +7(903)3230302
E-mail: 58russia@rambler.ru

E. R. DOMKE, A. S. MAHONIN

TECHNOLOGICAL AND MEANS DIAGNOSIS CARDINALITY INDICATORS AUTOMOTIVE DIESEL ENGINES IN OPERATING CONDITIONS

The technology and car diesel engines means of power characteristics in operating conditions are analysed in this article. The improvement ability is shown by using the up-to-date executive mechanisms and sensors of microprocessor-based systems and news technologies.

Keywords: vehicle, diesel engine, methods, probation, diagnostics, equipment.

BIBLIOGRAPHY

1. ZHdanovskiy, N. S. Diagnostika avtotraktornykh dvigateley s ispol'zovaniem elektronnykh priborov [Tekst] / N. S. ZHdanovskiy, V. A. Alliluev, V. M. Mikhlin. - L.-Pushkin, 1973. - 125 s.
2. Doyurolyubov, I. P. Dinamicheskiy metod diagnostiki avtotraktornykh dvigateley. - Metodicheskie rekomendatsii SibIME [Tekst] / I. P. Dobrolyubov, V. M. Livshits. - Novosibirsk, 1981. - CH.1. - S. 42...112.
3. Kolchin, A. V., Bobkov YU.K. Novye sredstva i metody diagnostirovaniya avtotraktornykh dvigateley [Tekst] / A. V. Kolchin, YU. K. Bobkov. - M.: Kolos, 1982. - 110 s.

Domke Eduard Rayngol'dovich

Penza State University of Architecture and Construction, Penza
Ph.D., Professor, Head. Chair of the "Organization and safety"
Tel.: +7(927)3764946
E-mail: obd@pguas.ru

Mahonin Artem Sergeevich

Penza State University of Architecture and Construction, Penza
Graduate student
Tel.: +7(903)3230302
E-mail: 58russia@rambler.ru

УДК 621.793.74: 658.562

В. И. ПОСМЕТЬЕВ, А. М. КАДЫРМЕТОВ, В. О. НИКОНОВ, А. Ф. МАЛЬЦЕВ

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НА ОСНОВЕ МОДУЛЯЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМОТРОНА И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

В статье рассматриваются вопросы повышения качества плазменных покрытий за счет применения модуляции электрических параметров плазматрона и перспективы применения электромеханической обработки в одной технологической операции с плазменным напылением. Получены оптимальные режимы модуляции электрических параметров, разработан комплексный модулятор токов прямой и косвенной дуг плазматрона.

Ключевые слова: плазменное напыление, покрытие, модуляция электрических параметров, электромеханическая обработка.

ВВЕДЕНИЕ

Плазменное напыление относится к прогрессивным технологиям нанесения функциональных покрытий, в том числе износостойких, коррозионностойких и др. и используется для упрочнения и восстановления трущихся деталей машин и механизмов, в том числе деталей автомобилей [1].

Недостатком, сдерживающим широкое применение плазменно напыленных покрытий является их недостаточная прочность сцепления. Анализ путей совершенствования плазменного нанесения и упрочнения покрытий показывает, что его эффективное улучшение возможно при использовании методов динамизации параметров и, в частности, с помощью модуляции электрических параметров [2].

Модуляция электрических параметров плазматрона заключается в наложении импульсов тока прямой и обратной полярности на средний ток косвенной и вынесенной дуг плазматрона. Она приводит соответственно к импульсному увеличению или снижению мощности дуг и является технологическим методом, позволяющим просто и эффективно регулировать электрические и энергетические характеристики дуг.

АНАЛИЗ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ

Изменение длительностей импульсов мощности косвенной дуги прямой полярности τ^+ от 20 до 300 мкс и амплитуды импульсов мощности ΔN^+ от 50 до 500 кВт, а также увеличение частоты модуляции тока дуги ν_m до 3 кГц приводят к увеличению скорости частиц при использовании воздушной плазменной струи в среднем в 1,3 раза (рис. 1) [3]. Более чувствительными к модуляции являются частицы с менее плотным материалом. Показано, что влияние частоты модуляции возрастает с увеличением амплитуды импульсов мощности и с увеличением длительности импульсов. Увеличение длительности и амплитуды импульсов мощности также приводит к увеличению скорости частиц на величину до 40-60 %. Влияние модуляции тока дуги плазматрона на температуру частиц выражается в ускорении их нагрева и плавления. При этом скорости плавления частиц и скорость их движения возрастают пропорционально друг другу.

Зависимость температурного поля напыляемой поверхности от параметров модуляции электрических параметров имеет два пространственно-временных аспекта. В локальном пространственно-временном масштабе показано, что при импульсном увеличении мощности выносной дуги в местах её привязки к напыляемой поверхности обеспечивается проплавление поверхности до переходной зоны «покрытие-подложка». Это обеспечивает гарантированное соединение покрытия с подложкой.

В масштабе всей поверхности модуляция мощности выносной дуги позволяет обеспечить равномерность температурного поля основы на всей её поверхности. Результаты расчетов для цилиндрических деталей при напылении по винтовой линии представлены на рисунках 2 и 3. Из графика зависимости температуры основы T_{Σ} от частоты вращения dn/dt и распределения средне-взвешенной амплитуды мощности $q_{i\text{взм}}$ видно (рис. 2), что разброс температур при регулировании мощности импульсов составляет 2-5 %. При традиционном использовании предварительного по-

создаются от зарядов, накопленных в емкостях конденсаторов, и разряжаются на постоянные токи косвенной и прямой дуг. Заряды и разряды осуществляются открытием и закрытием тиристорных мостов, в которых заключена емкость конденсаторов.

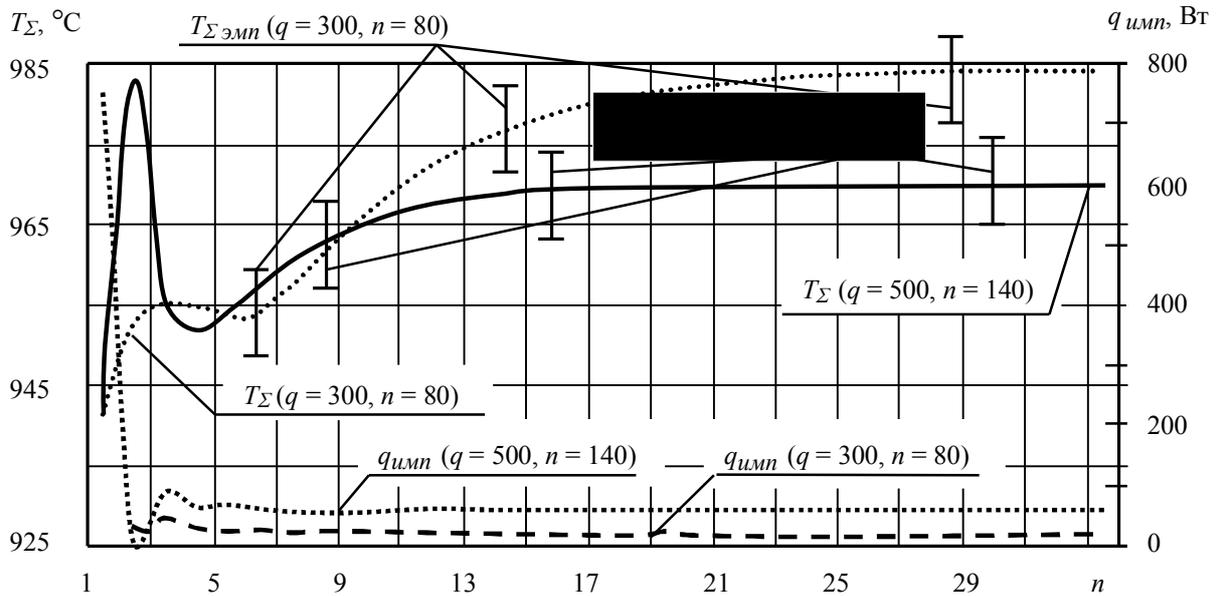


Рисунок 2 – Зависимость температуры T_{Σ} цилиндра от его количества оборотов n , частоты вращения dn/dt и распределения средневзвешенной эффективной тепловой мощности $q_{имп}$ при модуляции: радиус цилиндра $R = 0,04$ м; шаг витка $H = 0,002$ м; $T_{\Sigma_{эмп}}$ – измеренная температура

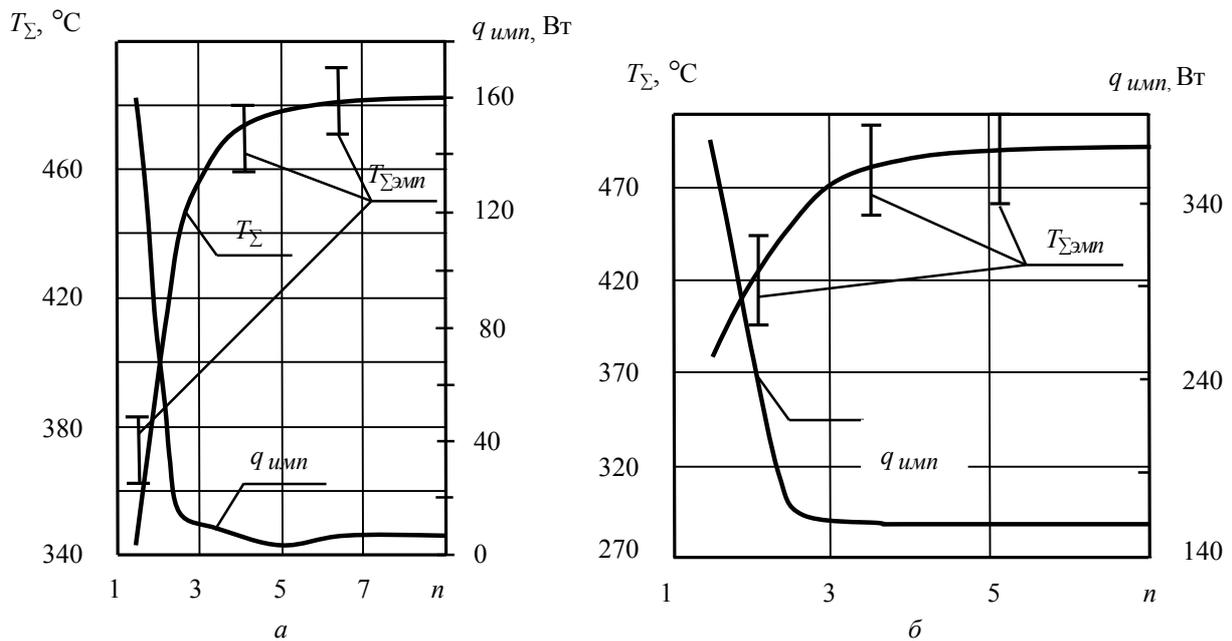


Рисунок 3 – Результаты расчета и измерения температуры шеек коленчатого вала: а – шатунная шейка; б – коренная шейка; $T_{\Sigma_{эмп}}$ – измеренная температура

Экспериментальные исследования газодинамических параметров показали, что модуляция электрических параметров косвенной и прямой дуги плазмотрона приводит к повышению уровня энергетического состояния напыляемых частиц и обеспечению равномерности поля температур и проплавления покрытия до границы «покрытие-основа» в местах привязки выносной дуги во время импульсов её мощности. Это послужило предпосылкой повышения физико-механических и триботехнических свойств покрытий и подтвердилось экспериментально. Было показано, что модуляция электрических параметров косвенной дуги улучшает физико-механические и триботехнические характеристики покрытий [6]: повышает прочность соедине-

ния покрытия с основой на 20-23 МПа (от 15-19 МПа), повышает квазитвердость покрытий на 10-25 HRCэ, микротвердость – на 1-3 ГПа, уменьшает газопроницаемость покрытий в ~ 4-10 раз, повышает износостойкость покрытия в условиях изнашивания в абразивно-масляной прослойке в 1,14-1,9 раз. Анализ типичных микроструктур и рентгеноструктурного анализа покрытий показал, что импульсная модуляция косвенной дуги плазмотрона приводит к заметному уменьшению оксидных и неметаллических составляющих в покрытии (в 2-3 раза). При этом основную долю неметаллических включений составляют оксиды: для материала ПН55Т45 – TiO (С, О), для самофлюсующегося материала ПГ-СР4 – Cr₂O₃, FeO, B₂O₃, SiO₂, для материала ПН85Ю15 – кроме перечисленных дополнительно Al₂O₃. Это может быть обусловлено тем, что при плазменном напылении с модуляцией электрических параметров генерируются ударные волны, воздействие которых на напыляемые жидкие частицы приводит к ударной дегазации кислорода и азота из них. Повышение физико-механических характеристик и износостойкости покрытий при модуляции тока косвенной дуги объясняется повышением энергетического уровня напыляемых частиц в момент удара о подложку (повышением скорости и температуры частиц).

Модуляция тока прямой (выносной) дуги при оплавлении покрытия в процессе напыления с помощью косвенной дуги позволяет повысить прочность соединения покрытия с основой на 15-25 % и достичь значений 120-150 МПа. При этом по сравнению со случаем без модуляции выносной дуги пористость покрытий снижается с 0,4-0,72 % до 0,31-0,51 %. Уменьшение пористости способствует увеличению твердости до значений 55-60 HRC (с 50-55 HRC для случая без модуляции выносной дуги). Данное улучшение характеристик покрытия может быть объяснено регулярным импульсным воздействием выносной дуги на покрытие с необходимой амплитудой мощности, которое обеспечивает равномерное распределение и увеличение областей локального оплавления покрытия на глубину до границы переходной зоны «покрытие-подложка». Увеличение объема оплавленных зон обеспечивает более полное всплытие пор с флюсом. Более равномерное распределение зон импульсного воздействия выносной дуги обеспечивает уменьшение концентрации напряжений на поверхности детали. Это объясняет увеличение предела выносливости у образцов с покрытиями, полученными без модуляции, со 180 до 210 МПа.

Металлографический анализ показал увеличение степени дисперсности упрочняющих фаз и пересыщение твердого раствора на основе никеля, что может являться причиной повышения микротвердости покрытия с 5,55-8,91 (при отсутствии модуляции выносной дуги) до 6,12-10,62 ГПа (в случае модуляции). Повышение степени дисперсности упрочняющих фаз покрытия может быть объяснено кратковременностью импульса и быстрым охлаждением каждой из зон импульсного оплавления. Повышение твердости и микротвердости покрытий приводит к повышению износостойкости покрытий, полученных с использованием модуляции выносной дуги, в 1,25-1,35 раз по сравнению со случаем без модуляции (рис. 4).

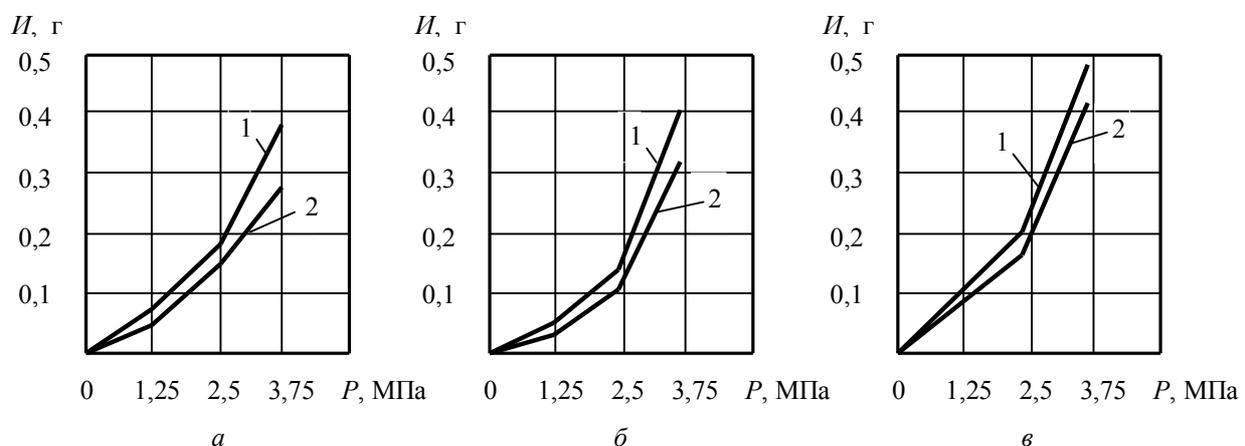


Рисунок 4 – Зависимость износа И от удельного давления P при различных скоростях скольжения:

а – V = 0,78 м/с; б – V = 1,3 м/с; в – V = 2,6 м/с;

1, 2 – режим без модуляции и с модуляцией выносной дуги соответственно

Проведение рентгеноструктурного анализа установило присутствие в покрытии следующих фаз: твердого раствора на основе никеля в количестве 38 %, эвтектики в количестве 50 % и 12 % карбоборидной фазы (карбиды хрома (Cr_7C_3 и Cr_{23}C_6), бориды никеля и хрома (CrB , Ni_3B , Ni_2B), силициды никеля (Ni_5Si_2 , Ni_2Si) и небольшое количество оксидов хрома, бора, кремния и алюминия). Равномерность температурного поля в начале и конце нанесения покрытия, обеспечивает равномерность распределения выше указанных фаз в аналогичных количествах. Сопоставление данных с модуляцией и без модуляции электрических параметров выносной дуги показывает на незначительные качественные изменения в структурных составляющих и изменение количественных соотношений фаз Ni , CrB , CrB_2 , Ni_3B , Ni_2B , Cr_3C_2 , Cr_7C_3 .

Дополнительным резервом повышения качества плазменных покрытий является их электромеханическая обработка. Известно, что внедрение комплексного способа упрочнения плазменных покрытий путем электромеханической обработки наноструктурирует их и обеспечивает высокую износостойкость со свойствами на уровне монокристаллических материалов [7]. Перспективным является совмещение плазменного напыления покрытий с электромеханической обработкой в одной технологической операции.

Это обусловлено тем, что в процессе напыления покрытие подвергается электромеханической обработке, находясь в нагретом состоянии. В результате оно испытывает меньшие по уровню тепловые удары и меньше растрескивается. Это, в свою очередь, позволяет использовать более интенсивные режимы электромеханической обработки и повысить производительность процесса.

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ

Технологические процессы плазменного нанесения и упрочнения покрытий включают в себя те же операции, что и процессы традиционного плазменного напыления (предварительная подготовка поверхности, порошков, подготовка оборудования, собственно нанесение покрытия и его упрочнение, контроль, последующая механическая обработка покрытия и окончательный контроль). Отличие – лишь операции, проводимые в режиме модуляции электрических параметров косвенной и прямой дуг.

К технологическим параметрам импульсной модуляции тока дуги плазматрона относятся частота модуляции и параметры импульсов – амплитуда, длительность, форма. Эти параметры регулируются достаточно просто: частота модуляции – задающим генератором, амплитуда, длительность и крутизна импульсов – подбором емкостей и активных сопротивлений модуляторов. Выбор режимов нанесения и упрочнения покрытий с модуляцией электрических параметров зависит от типа деталей и условий работы их поверхностей трения.

При выборе режимов модуляции параметров косвенной дуги руководствуются принципами выделения максимума энергии в каждом импульсе за счет максимизации амплитуды мощности при минимальных длительностях или интенсификации теплообмена в системе «дуга – плазменная струя – частицы» за счет интенсивных акустических волн свыше 150 дБ на частотах более 5 кГц. Для выносной дуги руководствуются принципами проплавления локальных участков покрытия до границы переходной зоны «покрытие-подложка» и создания оптимальной равномерной концентрации таких зон. Режимы модуляции обеспечиваются подбором емкостей и активных сопротивлений в силовой схеме источника питания дуг и параметрами блока управления модуляторов, в том числе и частотой модуляции.

В качестве примера технологических рекомендаций можно привести нанесение в режиме комплексной модуляции тока косвенной дуги при добавлении пропана в плазмообразующий воздух покрытий из никельтитанового материала ПН55Т45 на наружные поверхности деталей, поверхности которых не подвержены ударным нагрузкам (шейки валов): средняя сила тока дуги – 150 А; среднее напряжение – 200 В; расход: плазмообразующего воздуха – $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ (90 л/мин), транспортирующего пропана – $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ (6 л/мин), напыляемого порошка – 2 г/с; дистанция напыления – 160 мм; частота модуляции – в интервале 300-2000 Гц; продолжительность импульса вычитания – 50-70 мкс, импульса сложения – 70-300 мкс, амплитуда импульса вычитания – 80 % от средней силы тока дуги, импульса сложения – более 700 А.

Второй пример иллюстрирует таблица 1, в которой приведены рекомендации по нанесению и упрочнению покрытий из самофлюсующегося сплава ПГ-СР4 с одновременным оп-

давлением выносной модулируемой дугой на валы, работающие в условиях трения при знакопеременных нагрузках, и на рабочие органы почвообрабатывающих и строительно-дорожных машин, валы, работающие в условиях сильного абразивного изнашивания и ударных нагрузок. При параметрах, приведенных в таблице 1, модуляция тока выносной дуги обеспечивает такое равномерное температурное поле системы "покрытие-основа", при котором коробление детали незначительно или вообще отсутствует.

Таблица 1 – Рекомендации по нанесению и упрочнению покрытий

Диаметр вала, мм	Скорость вращения детали, с ⁻¹	Амплитуда мощности импульса, кВт	Длительность импульса, мкс	Частота модуляции, Гц	
				начальная	конечная
20-60	1,5-0,5	4,5	100	180-320	25-35
60-100	0,5-0,3	12	175	70-180	25-80
100-140	0,3-0,2	22	250	65-100	30-50

Третий пример – рекомендации по режимам восстановления коленчатого вала дизеля КамАЗ-740. Рекомендуемые технологические параметры для шатунных шеек следующие: скорость напыления – 0,15 м/с; тепловая эффективная мощность плазматрона – 1000 Вт; шаг витков нанесения покрытия на шейки – 0,004 м; температура предварительного подогрева поверхности шейки, обеспечиваемая за счет импульсной модуляции – 759 К (486 °С); получаемая максимальная температура поверхности основы – 832-848 К (559-575 °С); для коренных шеек: скорость напыления – 0,597 м/с; тепловая эффективная мощность плазматрона – 1000 Вт; шаг витков нанесения покрытия на шейки – 0,0031 м; температура предварительного подогрева поверхности, обеспечиваемая за счет импульсной модуляции – 773 К (500 °С); получаемая максимальная температура поверхности основы – 754-905 К (481-662 °С)

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показали:

1 Моделирование процессов плазменного напыления и упрочнения покрытий при импульсной модуляции электрических параметров показало:

- модуляция тока косвенной дуги плазматрона приводит к генерации слабых ударных волн внутри канала плазматрона, которые интенсивно гасятся в плазменной струе;
- усиливается межфазный теплообмен в гетерогенной плазменной струе за счет более интенсивной турбулизации струи, приводящий к более эффективному прогреву напыляемых частиц;
- за счет ударных волн и за счет усиления турбулизации струи увеличивается скорость напыляемых частиц на величину до 60 м/с и более. Повышение энергетического состояния частиц в момент удара о подложку является важной предпосылкой повышения прочности соединения покрытия с основой и уменьшения пористости покрытий;
- установлены зависимости температурного поля в системе «покрытие – основа» от параметров модуляции тока прямой (выносной) дуги плазматрона как в локальном масштабе, соразмерном диаметру пятна привязки дуги к поверхности напыления, так и в макромасштабе напыляемой плоской, цилиндрической, или профильной поверхности.

2 Модуляция тока косвенной дуги плазматрона и регулярное импульсно-модулируемое воздействие выносной дуги на покрытие улучшают физико-механические и триботехнические свойства покрытий вследствие повышения энергетического уровня напыляемых частиц в момент удара о подложку (повышения их скорости и температуры) и за счет обеспечения оптимального сочетания дискретности проплавления покрытия выносной дугой в отдельно распределенных точках с регулируемым тепловым воздействием. В частности установлено, что:

- повышается прочность соединения покрытия с основой в 1,5-2 раза; увеличивается твердость покрытия в 1,2-1,7 раз; понижается газопроницаемость покрытия в 4-10 раз; повышается износостойкость покрытия (в условиях изнашивания в абразивно-масляной прослойке она возрастает в 1,14-1,9 раз).
- при использовании гибридного процесса напыления-наплавки с помощью косвенной и выносной дуг модуляция последней позволяет получить покрытия с высокими физико-

механическими и триботехническими свойствами: прочность соединения покрытия с основой увеличивается в 1,15-1,25 раза, микротвердость – в 1,1-1,2 раза, сопротивление усталости образцов – до 1,2 раз, износостойкость покрытий – в 1,25-1,35 раза. Пористость покрытий понижается в 1,2-1,3 раза.

3 Совмещение плазменного напыления покрытий с электромеханической обработкой в одной технологической операции позволяет дополнительно повысить эффективность процесса и качество покрытий.

Таким образом, модуляция электрических параметров плазматрона позволяет улучшить физико-механические и триботехнические свойства покрытий, а их электромеханическая обработка дополнительно повысить эффективность процесса.

Сравнительные испытания упрочненных деталей автомобилей и инженерной техники в стендовых и различных эксплуатационных условиях подтвердили высокую эффективность новой технологии: ресурс восстановленной детали возрастает, по сравнению с новыми деталями, в 2 раза и более. Причем это относится практически ко всем деталям – коленчатым валам и гильзам цилиндров ДВС, валам коробок передач и пневмоцилиндрам, рабочим органам почвообрабатывающих и строительно-дорожных машин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соснин, Н. А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров [Текст] / Н. А. Соснин, С. А. Ермаков, П. А. Тополянский. – СПб. : Изд-во Политех. ун-та, 2008. – 406 с.
2. Кадырметов, А. М. Разработка технологии воздушно-плазменного напыления с модуляцией тока дуги плазматрона на детали лесных машин [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.21.01, 05.03.01 / А. М. Кадырметов. – Воронеж, 1994. – 19 с.
3. Кадырметов, А. М. Особенности процесса воздушно-плазменного нанесения и упрочнения покрытий [Текст] / А. М. Кадырметов, Г. А. Сухочев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2009. – № 4. – С. 25-28.
4. Пат. 2211256 РФ, МПК 7 С 23 С 4 / 12. Способ нанесения покрытия [Текст] / Д. И. Станчев, А. М. Кадырметов, В. Н. Бухтояров, А. В. Винокуров ; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2001115118/02 ; заявл. 04.06.2001 ; опубл. 27.08.2003, Бюл. № 24.
5. Сухочев, Г. А. Экспериментальные исследования параметров управляемости процесса воздушно-плазменного нанесения и упрочнения покрытий [Текст] / Г. А. Сухочев, А. М. Кадырметов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2008. – № 11. – С. 53-56.
6. Кадырметов, А. М. Технология плазменного нанесения и упрочнения покрытий в ресурсосберегающих производственных процессах [Текст] / А. М. Кадырметов, Д. И. Станчев, Г. А. Сухочев // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2010. – № 7. – С. 29-36.
7. Багмутов, В. П. Исследование структуры и свойств наноматериалов, полученных комбинированной обработкой [Текст] / В. П. Багмутов, В. И. Калита, И. Н. Захаров, Иванников Е. Б., Захарова // Известия ВолгГТУ. – Волгоград, 2008. – № 10. – С. 102-106.

Посметьев Валерий Иванович

Воронежская государственная лесотехническая академия
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой производства, ремонта и эксплуатации машин
Адрес: г. Воронеж, ул. Морозова, 29а, кв. 67
Тел.: +7(915)5888300
E-mail: posmetyev@mail.ru

Кадырметов Анвар Минирович

Воронежская государственная лесотехническая академия
Кандидат технических наук, доцент кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин
Адрес: г. Воронеж, ул. Ломоносова, 114/31, кв. 8
Тел.: +7(951)5685027
E-mail: anvar@vmail.ru

Никонов Вадим Олегович

Воронежская государственная лесотехническая академия
Аспирант кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин
Адрес: г. Воронеж, ул. 60-летия ВЛКСМ, 5, кв. 103
Тел.: +7(920)4414759
E-mail: 8888nike8888@mail.ru

Мальцев Александр Федорович

Воронежская государственная лесотехническая академия
Старший преподаватель кафедры производства, ремонта и эксплуатации машин
Адрес: г. Воронеж, Ленинский проспект, 49, кв. 47
Тел.: +7(919)1873540
E-mail: prem-vglta@mail.ru

V.I. POSMETYEV, A.M. KADYRMETOV, V.O. NIKONOV, A.F. MALTSEV

QUALITY MANAGEMENT OF PLASMA COVERINGS OF DETAILS OF MACHINES ON THE BASIS OF MODULATION OF PARAMETERS OF THE PLASMATRON AND ELECTROMECHANICAL HANDLING

In article questions of improvement of quality of plasma coverings at the expense of application of modulation of electrical parameters of the plasmatron and perspective of application of electromechanical handling in one technological operation with plasma evaporation are considered. Optimal modes of modulation of electrical parameters are received, the complex modulator of currents of direct and indirect arcs of the plasmatron is developed.

Key words: plasma spraying, covering, modulation of electric parameters, electromechanical processing.

BIBLIOGRAPHY

1. Sosnin, N. A. Plazmennyye tekhnologii. Rukovodstvo dlya inzhenerov [Tekst] / N. A. Sosnin, S. A. Ermakov, P. A. Topolyanskiy. - SPb. : Izd-vo Politekh. un-ta, 2008. - 406 s.
2. Kadyrmetov, A. M. Razrabotka tekhnologii vozdušno-plazmennogo napyleniya s modulyatsiey toka dugi plazmotrona na detali lesnykh mashin [Tekst] : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.21.01, 05.03.01 / A. M. Kadyrmetov. - Voronezh, 1994. - 19 s.
3. Kadyrmetov, A. M. Osobennosti protsessa vozdušno-plazmennogo naneseniya i uprochneniya pokry-tiy [Tekst] / A. M. Kadyrmetov, G. A. Sukhochev // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. - 2009. - № 4. - S. 25-28.
4. Pat. 2211256 RF, MPK 7 S 23 S 4 / 12. Sposob naneseniya pokrytiya [Tekst] / D. I. Stanchev, A. M. Kadyrmetov, V. N. Bukhtoyarov, A. V. Vinokurov ; zayavitel' i patentoobladatel' VGLTA. - № 2001115118/02 ; zayavl. 04.06.2001 ; opubl. 27.08.2003, Byul. № 24.
5. Sukhochev, G. A. Eksperimental'nye issledovaniya parametrov upravlyaemosti protsessa vozdušno-plazmennogo naneseniya i uprochneniya pokrytiy [Tekst] / G. A. Sukhochev, A. M. Kadyrmetov // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. - 2008. - № 11. - S. 53-56.
6. Kadyrmetov, A. M. Tekhnologiya plazmennogo naneseniya i uprochneniya pokrytiy v resursoberegayushchikh proizvodstvennykh protsessakh [Tekst] / A. M. Kadyrmetov, D. I. Stanchev, G. A. Sukhochev // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. - 2010. - № 7. - S. 29-36.
7. Bagmutov, V. P. Issledovanie struktury i svoystv nanomaterialov, poluchennykh kombinirovannoy obrabotkoy [Tekst] / V. P. Bagmutov, V. I. Kalita, I. N. Zakharov, Ivannikov E. B., Zakharova // Izvestiya Vol-GTU. - Volgograd, 2008. - № 10. - S. 102-106.

Posmetyev Valery Ivanovich

Voronezh State Forestry Academy

Doctor of Technical Sciences, professor, head. Department of production, maintenance and operation of machines

Adress: Voronezh, str. Morozov, 29a, Apt. 67

Tel.: +7(915)5888300

E-mail: posmetyev@mail.ru

Kadyrmetov Anwar Minirovich

Voronezh State Forestry Academy

Candidate of Technical Sciences, assistant professor of production, maintenance and operation of machines

Adress: Voronezh, str. University, 114/31, Apt. 8

Tel.: +7(951)5685027

E-mail: anvar@vmail.ru

Nikonov Vadim Olegovich

Voronezh State Forestry Academy

Graduate student production, maintenance and operation of machines

Adress: Voronezh, str. 60th anniversary of the Komsomol, 5, Apt. 103

Tel.: +7(920)4414759

E-mail: 8888nike8888@mail.ru

Maltsev Alexander Fedorovich

Voronezh State Forestry Academy

The senior teacher of chair of manufacture, repair and operation of cars

Adress: Voronezh, Leninsky Prospekt, 49, Apt. 47

Tel.: +7(919)1873540

E-mail: prem-vglta@mail.ru

В. И. РАССОХА

ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ РЕГЛАМЕНТИРОВАННОГО УСТАЛОСТНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НЕСУЩИХ СИСТЕМ

Обоснована целесообразность перехода при оценке работоспособности автотранспортных средств с усталостными повреждениями элементов несущих систем к принципу регламентированного разрушения. Приведены алгоритм и средства контроля в эксплуатации запаса живучести поврежденных конструкций.

Ключевые слова: автотранспортное средство; несущая система; усталостное повреждение; регламентированное разрушение; работоспособность.

ВВЕДЕНИЕ

Современные экономические условия требуют совершенствования существующих системы и методов поддержания работоспособного состояния транспортных и технологических машин широкого спектра – автотранспортных средств, тракторов и сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных машин, тягового и прицепного подвижного состава железных дорог и т.д., которые можно обобщенно определить как мобильные машины. Как правило, системы поддержания работоспособности для указанных объектов не обладают необходимой гибкостью, имеют затратный характер реализации и во многих случаях не оправдывают своего назначения.

Недостатками существующей планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств (АТС) являются [1]:

а) детерминированный подход к плановым ремонтным работам, при котором система не предусматривает изменений межремонтных наработок машин в зависимости от условий их эксплуатации (регионально-климатические различия, большая амплитуда варьирования нагрузок на различные машины и т.д.);

б) система не отражает стохастической природы разрушающих процессов в элементах машин и случайного характера потребности в их восстановлении;

в) затратный механизм реализации, при котором присутствуют лишние воздействия, длительные простои и т.д.

Анализ уровня ремонтпригодности несущих систем АТС свидетельствует о необходимости совершенствования не только технологии восстановления элементов несущих систем, но и структуры их эксплуатационно-ремонтного цикла на основе учета изменения технического состояния в процессе эксплуатации. В частности, технологическая документация по ремонту грузовых автомобилей и прицепов/полуприцепов устанавливает, что трещины в раме недопустимы, и она должна быть подвергнута ремонту. Такая жесткая регламентация не позволяет использовать на практике ресурс АТС на стадии живучести несущей системы.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Опыт эксплуатации мобильных машин и использование подхода, подразумевающего сопоставление экономических характеристик последствий отказа и мероприятий по его прогнозированию и/или предупреждению (потерь от простоя машины в связи с отказом элемента; стоимости превентивной замены элемента; стоимости мероприятий по контролю и/или продлению ресурса) [2], приводят к выводу о целесообразности перехода при оценке работоспособности АТС с усталостными повреждениями элементов несущих систем к принципу регламентированного разрушения.

МЕТОД РЕШЕНИЯ

Принцип может быть обоснован следующими положениями.

1) Усталостное разрушение рассматривается как процесс с замедленной, в ряде случаев, кинетикой, при которой наработка машины с развивающейся усталостной трещиной до

достижения предельного состояния в среднем в 4 раза больше наработки до появления видимой трещины (длиной около 5 мм). Примером могут служить трещины на поперечинах рам полноприводных автомобилей, зарождающиеся иногда уже через 5-10 тыс. км, которые часто не развиваются дальше или увеличиваются в течение значительного пробега очень медленно. Это, по-видимому, объясняется технологическим первоначальным перенапряжением металла, которое дает более высокие концентрации напряжений на поперечинах, чем на лонжеронах, при внешних воздействиях. После образования трещины на поперечине это напряжение снимается. Количественные характеристики явления перераспределения напряжений между элементами конструкции по мере появления и развития повреждений практически отсутствуют.

2) Ограниченное во времени функционирование конструкции при наличии в ней развивающихся усталостных трещин полагается возможным. Для оценки способности конструкции выдерживать требуемые нагрузки при частичном или полном разрушении отдельных силовых элементов применяют термин *эксплуатационной живучести*.

3) Несущая способность конструкции ограничивается моментом достижения заданными параметрами критических значений. Методы механики разрушения не позволяют в настоящее время непосредственно рассчитывать живучесть при нестационарном нагружении металлоконструкции, поэтому за критерий предельного состояния принимают либо окончательное разрушение элемента (для многократно статически неопределимых систем), либо трещины, охватывающие более 30-40% площади исходного сечения (для деталей типа валов, сварных балок открытых и замкнутых профилей, листовых сварных конструкций). Эти повреждения принимаются определяющими при рассмотрении снижения жесткости несущей системы, происходящего одновременного с ростом усталостных трещин, которое может привести к нарушению взаимного расположения и точности кинематического взаимодействия узлов и агрегатов машины. Кроме того, снижение жесткости и появление остаточных деформаций несущей системы может привести к аварийному скручиванию в экстремальных условиях, например, рамы при разгрузке несимметрично загруженной платформы назад.

Схема влияния усталостных повреждений несущей системы на работоспособность мобильной машины представлена на рисунке 1.

Поэтому, решая вопрос о возможности эксплуатации мобильной машины с трещиной в несущей системе, необходимо непременно учитывать следующие факторы:

- возможность наблюдения за ростом трещин;
- влияние развивающейся трещины на работоспособность сопряженных узлов;
- степень риска аварийного разрушения узлов;
- возможность хрупкого разрушения элементов от усталостной трещины при низких температурах;
- стоимость и объем ремонтных работ по устранению повреждения.

На практике эксплуатации это будет означать переход к индивидуальному прогнозированию остаточного ресурса несущей системы, имеющей усталостные повреждения, по результатам наблюдений за ее состоянием в процессе эксплуатации.

Схема и алгоритм контроля за степенью поврежденности несущих элементов в системе поддержания работоспособности АТС представлены на рисунке 2, где использованы следующие обозначения элементов системы, баз данных, событий и мероприятий: 1 – данные об эксплуатационных усталостных повреждениях элементов несущих систем АТС; 2 – данные об эксплуатационных нагрузках в элементах несущих систем АТС; 3 – результаты исследований в лабораторных условиях закономерностей развития усталостных трещин; 4 – база данных о закономерностях развития усталостных трещин в эксплуатационных условиях; 5 – осмотр несущей системы на наличие усталостных трещин; 6 – выбор технических характеристик средств контроля за развитием усталостных трещин; 7 – оснащение АТС средствами контроля за развитием трещин и (при необходимости) их регулирование; 8 – сигнал от средств контроля за развитием трещин; 9 – назначение периодичности осмотра при отсутствии сигнала от средств контроля за развитием трещин; 10 – решение о направлении АТС на

ремонт; *II* – решение о продлении эксплуатации АТС.

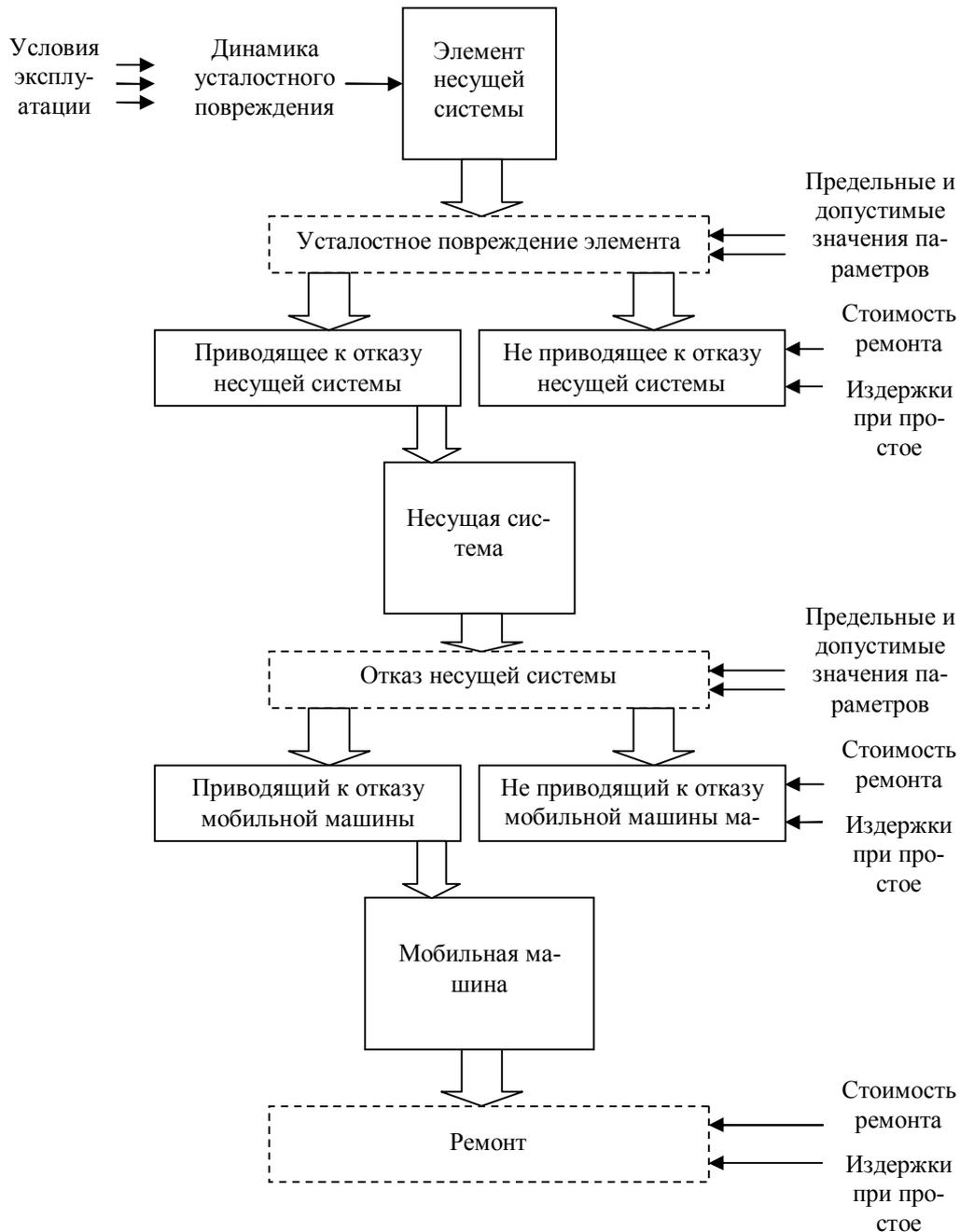


Рисунок 1 - Схема влияния усталостных повреждений несущей системы на работоспособность мобильной машины

При формировании используемых при этом баз данных или осуществлении отдельных процедур могут быть использованы следующие научные результаты, полученные с участием автора:

1) в формировании базы данных об эксплуатационных нагрузках в элементах несущих систем (п. 2 на рисунке 2) - методика оценки напряженно-деформированного состояния элементов несущих систем в эксплуатации, включающая тензометрирование в типовых условиях эксплуатации и расчеты на основе теории тонкостенных стержней и позволяющая оценивать компонентный состав эксплуатационной нагруженности [3, 4];

2) в формировании баз данных о закономерностях развития усталостных трещин в лабораторных условиях и в эксплуатации (пп. 3 и 4 на рисунке 2) - схема нагружения, конструкции реализующих ее устройств для испытания узлов несущих систем мобильной маши-

ствительного элемента может быть большим, что обеспечивает возможность исследования роста трещины в течение продолжительного периода нагружения конструкции.

Второй способ контроля за ростом трещин при эксплуатации конструкции является косвенным и основан на принятии в качестве интегральной характеристики состояния рамной металлоконструкции относительной величины снижения ее крутильной жесткости. Предельное по условиям эксплуатации значение этой характеристики является количественной оценкой критерия предельного состояния. Применительно к тракторным самосвальным прицепах установлено, что предельное состояние несущих систем соответствует снижению их крутильной жесткости на 30-35% [14]. В указанной работе отмечалось, что данный критерий может быть положен в основу разработки технических средств диагностирования несущих систем.

Однако с применением названного критерия возникает задача оценки жесткости несущей системы при движении АТС. В настоящее время она решается несколькими способами. Углы закручивания несущей системы могут оцениваться при помощи торсионных угломеров или тензометрированием в эксплуатационных условиях при размещении тензометрических датчиков либо на поперечине рамы, либо на специальном датчике. Целесообразность второго варианта объясняется тем, что в волокнах датчика допускаются большие напряжения, чем в поперечине рамы, поэтому сигнал от тензорезистора меньше искажается помехами и требует меньшего усиления.

С участием автора разработана конструкция датчика [15], чувствительным элементом которого является труба из дюралюминия с наклеенным на нее тензорезистором, жестко соединенная одним концом с шарнирной муфтой, а другим - с валом, который, в свою очередь, соединен шлицевым соединением со второй муфтой. Закрепление шарнирных муфт на полках лонжерона рамы осуществляется при помощи струбцин. Оценка угла закручивания рамы АТС при ее движении осуществляется по результатам измерения при помощи тензорезистора главных деформаций, возникающих в трубе под действием крутящего момента. При этом изгибающие моменты и осевые усилия, входящие в состав сложного нагружения рамы АТС, не влияют на напряженно-деформированное состояние трубы датчика вследствие ее подвижного (в осевом и поперечном направлениях) соединения с лонжеронами рамы.

Недостатком описанного устройства является то, что непосредственно по показаниям тензорезистора не может быть принято заключение о необходимости ремонта несущей рамной конструкции. Такое заключение может быть сделано только после проведения трудоемких стендовых испытаний, подобных выполненным для тягового подвижного состава железных дорог и описанным в работе [16].

Поэтому предложен способ принятия решения о необходимости ремонта несущей рамной конструкции по сигнализации о достижении критических уровней развития трещины или снижения жесткости, характеризующих уровни накопленного усталостного повреждения конструкции. Для этого предлагается использовать датчик любого вида с чувствительными элементами, разрушающимися при не менее трех различных уровнях допустимых напряжений, при этом сигнал при разрушении соответствующего чувствительного элемента передается на световой, звуковой или иной другой индикатор, расположенный в кабине АТС.

Необходимость использования датчика с чувствительными элементами не менее трех уровней допускаемых напряжений позволит исключить ситуацию, когда в результате фиксации случайных эксплуатационных перегрузок может быть принято решение о необоснованном изъятии АТС из эксплуатации, и, следовательно, последует недоиспользование его потенциальной долговечности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход к индивидуальному прогнозированию остаточного ресурса несущих систем позволит увеличить средний ресурс АТС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Озорнин, С. П. Технический сервис мобильных машин : стратегия ситуационно-комбинированного обслуживания [Текст] : монография / С. П. Озорнин. – Чита: ЧитГУ, 2004. – 250 с.
2. Еремеев, Н. С. Повышение эффективности технической эксплуатации лесозаготовительных машин на основе управления их остаточным ресурсом : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.01 / Еремеев Н. С. – М., 2005. – 35 с.
3. Рассоха, В. И. Методика оценки компонентного состава напряженного состояния элементов несущих систем мобильных машин [Текст] / В. И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2004. – №5 (Прил. «Автотранспортные системы»). – С. 71-76.
4. Рассоха, В. И. Методическое обеспечение стендовых испытаний на усталость узлов рамных металлоконструкций мобильных машин [Текст] / В. И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. – 1999. – № 1. – С. 62-66.
5. Пат. 2085898 РФ, МПК⁶ G 01 N 3/32. Устройство для испытания на усталость узла рамы транспортного средства / Рассоха В.И., Щурин К.В.; заявители и патентообладатели они же. – № 5038548; заявл. 28.01.92; опубл. 27.07.97, Бюл. № 21.
6. Пат. 2188406 РФ, МПК⁷ G 01 N 3/32. Устройство для испытания на усталость узла рамы транспортного средства / Рассоха В.И., Якунин Н.Н.; заявитель и патентообладатель АНО «Науч.-технол. парк Оренбургского гос. ун-та». – №2000130856; заявл. 08.12.00; опубл. 27.08.2002, Бюл. № 24.
7. Щурин, К. В. Оценка параметров локальной модели и силонагружателя при стендовых испытаниях рам транспортных средств на усталость [Текст] / К. В. Щурин, В. И. Рассоха, В. Ю. Филиппов // Известия вузов. Машиностроение. – 1992. – № 1-3. – С. 79-84.
8. Рассоха, В. И. Устройство для испытания на усталость узлов несущих систем мобильных машин [Текст] / В. И. Рассоха // Изобретатели – машиностроению. – 1999. – № 2. – С. 26.
9. Щурин, К. В. Методика расчета долговечности сварных узлов рам мобильных машин с учетом снижения предела выносливости [Текст] / К. В. Щурин, В. И. Рассоха, М. А. Токарева, В. Ю. Филиппов // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2003. – № 1. – С. 28-34.
10. Филиппов, В. Ю. Влияние нестационарности факторов сопротивления усталости на долговечность сварных узлов транспортных средств [Текст] / В. Ю. Филиппов, К. В. Щурин, В. И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2003. – № 2. – С. 140-144.
11. Филиппов, В. Ю. К вопросу оценки крутильной жесткости рамы мобильной машины в эксплуатации [Текст] / В. Ю. Филиппов, В. И. Рассоха // Контроль. Диагностика. – 2001. – № 11. – С. 14-15.
12. Рассоха, В. И. Контроль живучести рамных несущих систем мобильных машин в процессе эксплуатации [Текст] / В. И. Рассоха // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 1. – С. 149-153.
13. Пат. 79993 РФ, МПК G 01 B 7/00, G 01 B 7/24. Ёмкостной датчик для определения степени накопления усталостных повреждений / Рассоха В.И., Бондаренко Е.В., Исайчев В.Т.; заявитель и патентообладатель Оренбургский гос. ун-т. – № 2008134447; заявл. 22.08.08; опубл. 20.01.2009, Бюл. № 2.
14. Погорелый, Л. В. Ускоренные испытания на усталость несущих систем тракторных прицепов и кормораздатчиков [Текст] / Л. В. Погорелый, Г. В. Макушин, Э. Я. Филатов, М. С. Тракало // Тракторы и сельхозмашины. – 1981. – № 10. – С. 31-33.
15. Пат. 80238 РФ, МПК G 01 N 3/32. Устройство для определения накопленных усталостных повреждений несущей рамной конструкции мобильной машины в эксплуатации / Рассоха В.И., Бондаренко Е.В., Исайчев В.Т.; заявитель и патентообладатель Оренбургский гос. ун-т. – №2008134452; заявл. 22.08.08; опубл. 27.01.2009, Бюл. №3.
16. Волохов, Г. М. Остаточный ресурс несущих конструкций тягового подвижного состава железных дорог: монография [Текст] / Г. М. Волохов, В. П. Тихомиров. – Орел: ОрелГТУ, 2006. – 158 с.

Рассоха Владимир Иванович

Оренбургский государственный университет

Доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой автомобилей и безопасности движения

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

Тел.: +7(3532)754182

E-mail: cabin2012@yandex.ru

V. I. RASSOKHA

OPERATION OF MOTOR VEHICLES IN A RESTRICTED FATIGUE DAMAGE IN THE SUPPORTING SYSTEMS

The expediency of transition is proved at an estimation of working capacity of vehicles with fatigue damages of elements of the bearing systems to the principle of the regulated destruction. He presents resulted algorithm and control devices for control the durability resource of damaged constructions under exploitation.

Key words: vehicle; bearing system; fatigue damage; regulated destruction; functionality.

BIBLIOGRAPHY

1. Ozornin, S. P. Tekhnicheskiy servis mobil'nykh mashin : strategiya situatsionno-kombinirovannogo obsluzhivaniya [Tekst] : monografiya / S. P. Ozornin. - Chita: ChitGU, 2004. - 250 s.
2. Eremeev, N. S. Povyshenie effektivnosti tekhnicheskoy ekspluatatsii lesozagotovitel'nykh mashin na osnove upravleniya ikh ostatochnym resursom : avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk : 05.21.01 / Eremeev N. S. - M., 2005. - 35 s.
3. Rassokha, V. I. Metodika otsenki komponentnogo sostava napryazhennogo sostoyaniya elementov nesushchikh sistem mobil'nykh mashin [Tekst] / V. I. Rassokha // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2004. - №5 (Pril. "Avtotransportnye sistemy"). - S. 71-76.
4. Rassokha, V. I. Metodicheskoe obespechenie stendovykh ispytaniy na ustalost' uzlov ramnykh metallokonstruktsiy mobil'nykh mashin [Tekst] / V. I. Rassokha // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. - 1999. - № 1. - S. 62-66.
5. Pat. 2085898 RF, MPK6 G 01 N 3/32. Ustroystvo dlya ispytaniya na ustalost' uzla ramy transport-nogo sredstva / Rassokha V.I., Shchurin K.V.; zayaviteli i patentoobladateli oni zhe. - № 5038548; zayavl. 28.01.92; opubl. 27.07.97, Byul. № 21.
6. Pat. 2188406 RF, MPK7 G 01 N 3/32. Ustroystvo dlya ispytaniya na ustalost' uzla ramy transport-nogo sredstva / Rassokha V.I., YAkunin N.N.; zayavitel' i patentoobladatel' ANO "Nauch.-tekhnol. park Orenburgskogo gos. un-ta". - №2000130856; zayavl. 08.12.00; opubl. 27.08.2002, Byul. № 24.
7. Shchurin, K. V. Otsenka parametrov lokal'noy modeli i silonagruzhatelya pri stendovykh ispytaniyakh ram transportnykh sredstv na ustalost' [Tekst] / K. V. Shchurin, V. I. Rassokha, V. YU. Filippov // Izvestiya vu-zov. Mashinostroenie. - 1992. - № 1-3. - S. 79-84.
8. Rassokha, V. I. Ustroystvo dlya ispytaniya na ustalost' uzlov nesushchikh sistem mobil'nykh mashin [Tekst] / V. I. Rassokha // Izobretateli - mashinostroeniye. - 1999. - № 2. - S. 26.
9. Shchurin, K. V. Metodika rascheta dolgovechnosti svarnykh uzlov ram mobil'nykh mashin s uchedom snizheniya predela vynoslivosti [Tekst] / K. V. Shchurin, V. I. Rassokha, M. A. Tokareva, V. YU. Filippov // Sbornik v mashinostroenii, priborostroenii. - 2003. - № 1. - S. 28-34.
10. Filippov, V. YU. Vliyanie nestatsionarnosti faktorov soprotivleniya ustalosti na dolgovechnost' svarnykh uzlov transportnykh sredstv [Tekst] / V. YU. Filippov, K. V. Shchurin, V. I. Rassokha // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2003. - № 2. - S. 140-144.
11. Filippov, V. YU. K voprosu otsenki krutit'noy zhestkosti ramy mobil'noy mashiny v ekspluatatsii [Tekst] / V. YU. Filippov, V. I. Rassokha // Kontrol'. Diagnostika. - 2001. - № 11. - S. 14-15.
12. Rassokha, V. I. Kontrol' zhivuchesti ramnykh nesushchikh sistem mobil'nykh mashin v protsesse ekspluatatsii [Tekst] / V. I. Rassokha // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2009. - № 1. - S. 149-153.
13. Pat. 79993 RF, MPK G 01 B 7/00, G 01 B 7/24. IOmkostnoy datchik dlya opredeleniya stepeni nakople-niya ustalostnykh povrezhdeniy / Rassokha V.I., Bondarenko E.V., Isaychev V.T.; zayavitel' i patentoobladatel' Orenburgskiy gos. un-t. - № 2008134447; zayavl. 22.08.08; opubl. 20.01.2009, Byul. № 2.
14. Pogorelyy, L. V. Uskorennyye ispytaniya na ustalost' nesushchikh sistem traktornykh pritsepov i kormoraz-datchikov [Tekst] / L. V. Pogorelyy, G. V. Makushin, E. YA. Filatov, M. S. Trakalo // Traktory i sel'-khoz mashiny. - 1981. - № 10. - S. 31-33.
15. Pat. 80238 RF, MPK G 01 N 3/32. Ustroystvo dlya opredeleniya nakoplenykh ustalostnykh povrezhdeniy nesushchey ramnoy konstruktsii mobil'noy mashiny v ekspluatatsii / Rassokha V.I., Bondarenko E.V., Isaychev V.T.; zayavitel' i patentoobladatel' Orenburgskiy gos. un-t. - №2008134452; zayavl. 22.08.08; opubl. 27.01.2009, Byul. №3.
16. Volokhov, G. M. Ostatochnyy resurs nesushchikh konstruktsiy tyagovogo podvizhnogo sostava zheleznykh dorog: monografiya [Tekst] / G. M. Volokhov, V. P. Tikhomirov. - Orel: OrelGTU, 2006. - 158 s.

Rassokha Vladimir Ivanovich

Orenburg State University

Ph.D., assistant professor, head of motor vehicles and traffic safety

Address: 460 018, g. Orenburg, Pobeda, 13, OSU, Department of AIBD

Tel.: +7 (3532)754182

E-mail: cabin2012@yandex.ru

УДК. 621.873/875(07)

Д. С. МАМАЕВ, А. П. КОБЗЕВ

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КРАНОВЫХ КОРОБЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА ХУКА-ДЖИВСА

В работе рассмотрены вопросы оптимизации крановых коробчатых металлоконструкций модифицированным методом Хука-Дживса. Известный метод Хука-Дживса применим для задач безусловной оптимизации и гладких функций с одним экстремумом.

Путем взятия частных производных доказано, что целевая функция имеет один минимум. Для того, чтобы было возможно использовать существующий метод для задач условной оптимизации, потому, что большинство инженерных задач расчета металлоконструкции требует проверки условий прочности, жесткости, местной устойчивости, динамической жесткости, предложено в основной программе использовать классический метод Хука-Дживса варьированием высоты и ширины коробчатых балок, а также толщины поясов и стенок, а все условия проверять в подпрограммах.

Ключевые слова: оптимизация, металлоконструкция, металлоемкость, метод граничных элементов, прочность, жесткость, местная устойчивость

При рассмотрении задач проектирования металлоконструкций важное значение для условий безопасности производства работ имеют параметры грузозахватных устройств. С одной стороны снижение металлоемкости этих устройств позволяет лучше использовать грузоподъемность кранов, с другой – необходимо при минимуме металлоемкости сохранить надежность удержания груза. Этому вопросу и посвящена эта статья.

Несмотря на то, что в целом методика расчета коробчатых металлоконструкций достаточно детально разработана в литературе [1], задача оптимального проектирования специальных грузозахватных устройств является сложной, требующей приложения указанных норм расчета в методику оптимального проектирования с алгоритмизацией этих методов и норм на ЭВМ.

На стадии технического проекта в большинстве используется критерий оптимизации в виде суммарной металлоемкости.

При определении металлоемкости наиболее распространенным является метод Хука-Дживса, позволяющий исследовать «овражные» функции, экстремум которых меняет направление в процессе исследования.

Однако метод Хука-Дживса применим лишь для унимодальных функций, поэтому требуется доказать одноэкстремальность рекомендуемой функции цели предложенной модификации метода.

Для коробчатой балки прямоугольного сечения без учета ребер жесткости металлоемкость можно представить:

$$C = (X_1X_5 + X_1X_6 + X_2X_3 + X_2X_4)L\gamma, \quad (1)$$

где X_1 – высота стенок балки;

X_2 – ширина балки;

X_3, X_4 – толщины соответственно верхнего и нижнего поясов;

X_5, X_6 – толщины листов стенок балки;

γ – плотность материала;

L – общая длина балки.

Без учета ограничений экстремум этой функции может быть найден взятием частных производных от функции цели

$$\frac{dG}{dX_1}, \frac{dG}{dX_2}, \frac{dG}{dX_3}, \frac{dG}{dX_4}, \frac{dG}{dX_5}, \frac{dG}{dX_6}$$

и последующим решением системы уравнений.

После взятия производных получается система линейных уравнений:

$$\begin{aligned} X_2 + X_6 &= 0, \\ X_3 + X_4 &= 0, \\ X_2 &= 0, \\ X_1 &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Из системы уравнений (2) видно, что функция имеет один экстремум при нулевом значении входящих в уравнение параметров. Понятно также, что это минимум и не требуется взятие второй производной. Ввиду того, что функция (1) унимодальная для решения задачи оптимизации может быть применен метод конфигурации Хука-Дживса. Нулевое значение не имеет смысла, да и оно и не может получиться из-за наличия ограничений.

Применение метода в его классическом виде невозможно, ввиду того, что он разработан для задач безусловной оптимизации и большинство инженерных задач являются задачами с ограничениями: прочности, жесткости, местной устойчивости, динамической жесткости в виде времени затухания колебаний.

Для возможности применения метода Хука-Дживса на каждом шаге покоординатного спуска введем отдельную подпрограмму подбора толщины стенок и поясов из условия выполнения указанных выше ограничений. Это, во-первых, снизит число переменных координат, во-вторых, позволит с любой заданной точностью подойти к точке разрыва функции. В данном случае к точке, в которой нарушается одно из условий: прочности, жесткости, местной устойчивости, динамической жесткости.

Кроме того для улучшения точности определения экстремума функции вместо движения по образцу с изменением всех координат по методу Хука-Дживса будем производить изменение функции лишь по одной координате, дающей наибольшее убывание целевой функции. Это незначительно увеличит время счета, так как в предложенной модификации всего два переменных фактора – высота и ширина балки. Кроме того это позволит избежать наложения факторов, особенно характерного для статически неопределимых систем, когда изменение жесткости одного из элементов может изменить и почти всегда изменяет напряженное состояние других.

Итерационный процесс поиска параметров балки предлагается выполнять по зависимости:

$$X_i^{r+1} = X_i^r + \Delta X_i^r,$$

где X_i – значение фактора;

i – номер фактора;

r – номер итерации;

ΔX_i – шаг движения к минимуму функции.

Выбор величины шага и направления движения к минимуму металлоемкости осуществляется на основании покоординатного спуска:

$$\Delta X_i = \begin{cases} \Delta X_i, & \text{если } G_k(X_i^r + \Delta X_i) < G_k(X_i^r), \\ -\Delta X_i, & \text{если } G_k(X_i^r + \Delta X_i) > G_k(X_i^r), \\ \Delta X_i / 2, & \text{если } G_k(X_i^r - \Delta X_i) = G_k(X_i^r), \\ 0, & \text{если } \Delta X_i \leq \Delta X_{\text{min}} \end{cases}$$

где G_k – металлоемкость исследуемого элемента;

ΔXX – минимальное значение шага, позволяющее назначить точность решения;

i – номер рассчитываемого элемента.

Специальные грузозахватные устройства преимущественно рассчитываются по допускаемым напряжениям от нагрузок рабочего состояния [2]. На металлоконструкцию этих устройств действуют изгибающие моменты M_y, M_z , крутящие моменты M_x , продольные силы P_x , а основное ограничение по прочности может быть найдено по формуле приведенных напряжений [2]:

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3\tau^2},$$

где σ_y, σ_z – нормальные напряжения по главным центральным осям сечения;

τ – касательные напряжения среза.

Касательные напряжения среза с некоторым приближением могут быть найдены [2]:

$$\tau = P_{y,z} / 2\delta_2(X_1 + \delta_1),$$

где (рис.1) $P_{y,z}$ – действующее усилие;

δ_2 – толщина стенки;

X_1 – расстояние между осями поясов;

δ_1 – толщина верхнего пояса.

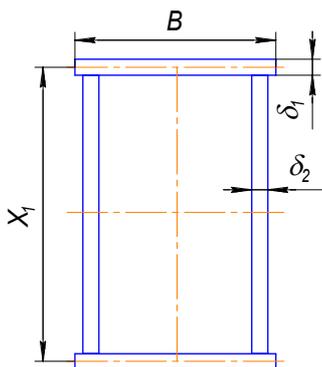


Рисунок 1 - Структурная схема коробчатой металлоконструкции

Формула приведенных напряжений применима при одновременном действии высоких значений моментов и сосредоточенных сил, что как раз и характерно для работы крановых металлоконструкций.

Кроме прочности крановые металлоконструкции проверяются на вертикальную статическую жесткость. Значение допустимой жесткости назначается в зависимости от группы режима работы крана.

$$f \leq [f]$$

Для рам более точно прогиб подсчитывается с помощью интеграла Мора [2]. При расчетах кранов часто пользуются упрощенной формулой:

$$f = 5/48 \cdot M_z L^2 / EI_z,$$

где M_z – изгибающий момент в вертикальной плоскости;

L – длина балки;

I_z – момент инерции;

E – модуль упругости.

Потеря устойчивости вертикальной стенки происходит под действием: касательных напряжений изгиба, нормальных напряжений изгиба, нормальных напряжений смятия стен-

ки под колесом при расположении рельса над стенкой, нормальных напряжений от изгиба и осевого сжатия [2]. Устойчивость стенок может быть увеличена установкой продольных ребер жесткости. Их установка требуется, согласно неравенства [2]:

$$h_0 / \delta \leq 200 \sqrt{210 / R_p},$$

где h_0 – высота стенки;

δ – толщина стенки;

R_p – расчетное сопротивление стали сжатию.

Для грузозахватных устройств, кроме статической, вводится еще норма динамической жесткости, под которой понимается время затухания собственных колебаний крана без груза [2]:

$$t_3 \leq [t_3].$$

Время затухания колебаний может быть определено [2]:

$$t_3 = \frac{\ln 20 f_{cm}}{\gamma_3 \rho},$$

где f_{cm} – статический прогиб от полезного груза, см;

ρ – частота собственных колебаний крана без груза;

γ_3 – логарифмический декремент затухания собственных колебаний.

Для специальных грузозахватных устройств рекомендуется $\gamma_3 = 0,10 \dots 0,22$, $[t_3] = 12 \dots 13$ с [2].

Алгоритм расчета составлен по модульному принципу и включает следующие операторы:

1. Пуск.

2. Ввод исходных данных: нагрузок P , размеров сечения балок по высоте H и ширине B , число элементов металлоконструкции грузозахватного устройства n_{\max} , допускаемое напряжение выбранного металла $[\sigma]$. Для грузозахватных устройств, работающих на открытом воздухе, выбираются хорошо свариваемые малоуглеродистые стали, обладающие повышенной морозостойкостью. Наиболее применимыми являются стали 09Г2С, 10ХСНД, 15ХСНД. Высота H и ширина B берутся наименьшими для грузозахватных устройств данной грузоподъемности, а в процессе исследования металлоемкости они увеличиваются до значений, дающих минимум металлоемкости. Назначаются минимальные, с точки зрения прочности сварных швов толщины поясов и стенок. Обычно в мировой практике краностроения не менее 3 мм.

3. Назначается номер элемента металлоконструкции, с которого начинается счет.

4. Обращением к программе метода конечных элементов и производится расчет напряжений. Можно пользоваться любой программой метода граничных элементов.

5. Производится сравнение полученных напряжений с допускаемыми для выбранной стали.

6. Обращение к подпрограмме по определению толщин поясов и стенок сечения металлоконструкции, удовлетворяющих условиям прочности при назначенных высоте и ширине балки.

7. Обращение к подпрограмме исследования, в которой исследуется согласно предложенной модификации метода Хука-Дживса направление убывания целевой функции металлоемкости. В этой подпрограмме вычисляется металлоемкость поперечного сечения коробчатой конструкции.

8. Указывается номер следующего вычисляемого элемента.

9. Проверяется номер элемента на предмет окончания счета.

10. Определения целевой функции металлоемкости по суммарной массе элементов устройства.

11. Печать результатов.

12. Останов счета.

В заключении можно сказать, что по программе приведенного алгоритма рассчитана металлоконструкция траверсы для транспортирования мобильных машин, которая имеет суммарную массу на 13% меньше массы существующих устройств. И как следствие можно увеличить массу поднимаемого груза на 13% при той же грузоподъемности крана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобзев, А. П. Оптимальное проектирование тяжелых козловых кранов [Текст] / А. П. Кобзев. – Саратов: Изд-во Саратовск. университета, 1991.–160 с.
2. Справочник по кранам [Текст] / М. П. Александров, В. И. Брауде, М. М. Гохберг и др.: – Л.: Машиностроение, 1988. Т.1–556 с. Т.2–559 с.

Мамаев Денис Сергеевич

ВВИТ

Адъюнкт очной штатной адъюнктуры, подполковник.

E-mail:denmamai77@yandex.ru

Кобзев Анатолий Петрович

Балаковский институт техники, технологии и управления (филиал) Саратовского государственного технического университета

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

Тел.: +7(845)3688422

D. S. MAMAEV, A. P. KOBZEV

PARAMETRICAL OPTIMIZATION КРАНОВЫХ OF BOX-SHAPED DESIGNS WITH APPLICATION OF MODIFIED METHOD HUKA-DZHIVSA

In work optimization questions крановых a box-shaped metalware are considered by the modified method of Huka-Dzhivsa. The known method of Huka-Dzhivsa is applicable for problems of unconditional optimization and smooth functions with one extremum.

By a capture of private derivatives it is proved that criterion function has one minimum. That was possible to use an existing method for problems of conditional optimization because the majority of engineering problems of calculation of a metalware demands check of conditions of durability, rigidity, local stability, dynamic rigidity, it is offered in basic program использовать classical method of Huka-Dzhivsa variation of height and width of box-shaped beams, and also thickness of belts and walls, and all conditions to check in subroutines.

Key words: optimization, metalware, metal consumption, method of boundary elements, durability, rigidity, local stability

BIBLIOGRAPHY

1. Kobzev, A. P. Optimal`noe proektirovanie tyazhelykh kozlovykh kranov [Tekst] / A. P. Kobzev. - Saratov: Izd-vo Saratovsk. universiteta, 1991.-160 s.
2. Spravochnik po kranam [Tekst] / M. P. Aleksandrov, V. I. Braude, M. M. Gokhberg i dr.: - L.: Mashinostroenie, 1988. T.1-556 s. T.2-559 s.

Kobzev Anatoliy Petrovich

Balakovo Institute of Technique, Technology and Management (branch) of Saratov State Technical University D-r of techn. sciences, Professor, Head of the Department «Hoisting-and-transport, building and road machines»

Tel.: +7(845)3688422

Mamayev Denis Sergeevich

VVIT

Graduated in a military academy internal regular of postgraduate, the lieutenant colonel

E-mail:denmamai77@yandex.ru

СТРУКТУРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ

В связи с развитием в тяжелом машиностроении кранов с пространственной рамной конструкцией возникает важная задача снижения масс таких кранов. При оптимизации таких конструкций по минимуму металлоемкости наибольший эффект достигается структурной оптимизацией за счет варьирования типами шарниров, соединяющих пространственные элементы. В работе приведены уравнения равновесия и податливости для разных типов шарниров в матричном виде. Априорно нельзя предугадать распределение внутренних усилий в элементах металлоконструкций.

Ключевые слова: оптимизация, металлоконструкция, шарнир, матрица, уравнения равновесия, уравнения податливости.

В последнее время все большее распространение получили пространственные металлоконструкции, что позволяет более равномерно распределить внутренние усилия в элементах металлоконструкции, и как следствие снизить металлоемкость конструкции.

К примеру, кран К2х180 (рис. 1) для обслуживания Саратовской ГЭС имеет параметры: грузоподъемность 360 тс, ширина пролета с консолями 53 м, высота подъема 35 м при общей массе в 1200 т. В то время как кран К2х190 (рис. 2) для монтажа энергоблоков Балаковской АЭС имеет грузоподъемность 380 тс, пролет с консолями 108 м, высоту подъема 76 м при общей массе в 1100 т.

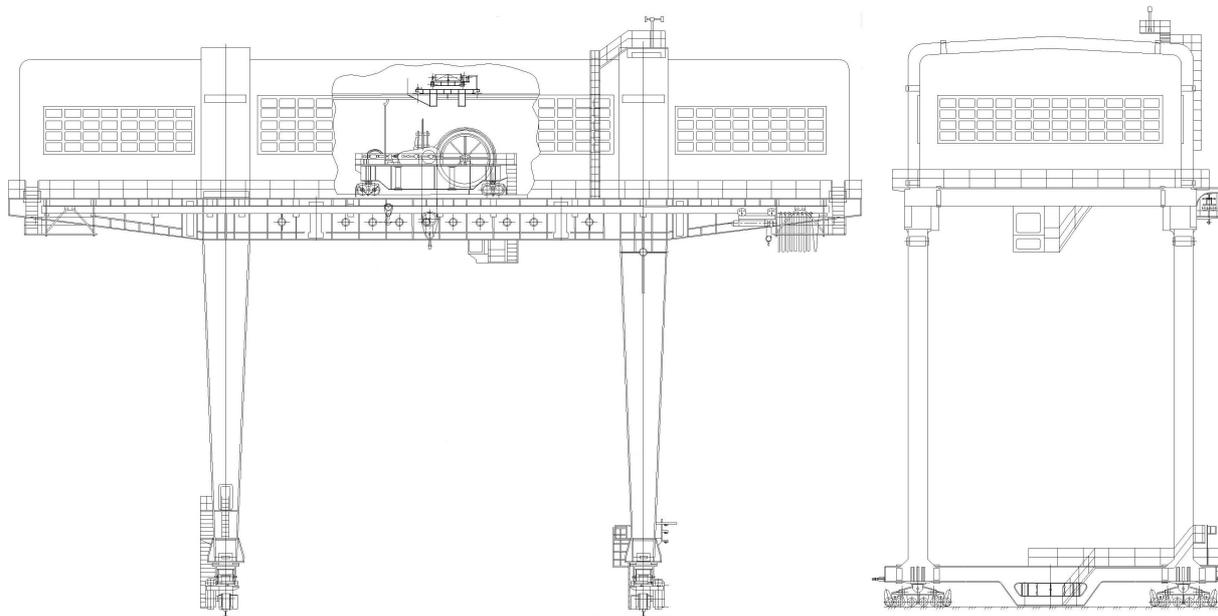


Рисунок 1 - Кран козловой специальный К2х180/50+10 Саратовской ГЭС

Основываясь на приведенных примерах, можно сделать вывод, что за счет оптимального выбора структурной схемы металлоконструкции можно существенно снизить ее металлоемкость, что несомненно повлечет за собой общее снижение капитальных затрат на изготовление крана.

Одним из резервов снижения металлоемкости кранов является структурная оптимизация схемы металлоконструкции за счет варьирования типами узлов в местах соединения элементов металлоконструкции с сохранением геометрической неизменяемости схемы. При этом изменяется распределение внутренних усилий в элементах металлоконструкции. Например, в упомянутом выше кране К2х190 соединение опоры с пролетным строением выполнено с помощью жесткого соединения (на болтах повышенной точности), а с точки зре-

ния геометрической неизменяемости также могут быть применены универсальный шарнир, различно ориентированные в пространстве цилиндрические шарниры. Априорно в статически неопределимых системах выявить преимущество по металлоемкости того или иного вида закрепления невозможно. Для выбора наилучшего с точки зрения металлоемкости вида закрепления необходимо провести расчет вариантов с определением металлоемкости всей металлоконструкции крана. Данный расчет можно проводить с использованием методов конечных либо граничных элементов, причем метод граничных элементов является предпочтительным, так как с его помощью точнее производится определение положение и значение максимума напряжений, необходимого для выбора сечений элементов [1].

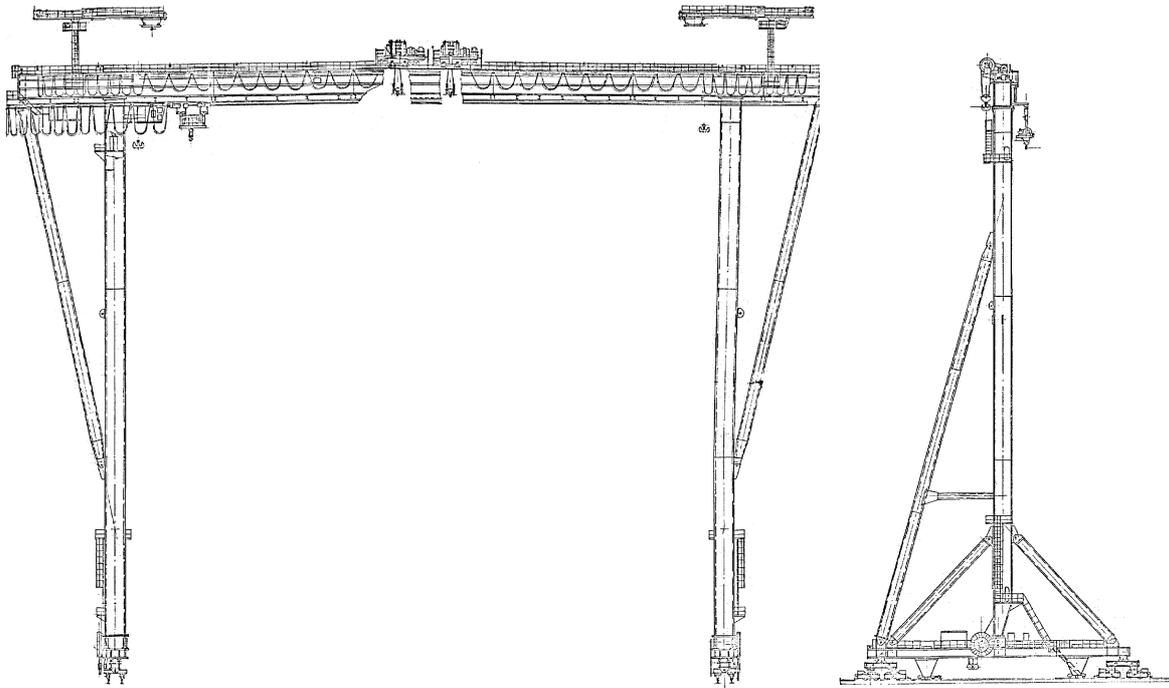


Рисунок 2 - Кран козловой специальный K2x190/20

При выборе сечений элементов необходимо пользоваться одним из методов параметрической оптимизации, например модифицированным методом Хука-Дживса. Наибольшее распространение нашло решение системы в матричном виде, которое сводится к выполнению определенных матричных операций по типовым программам для метода сил или метода перемещений [2]. При этом необходимо составить матрицы уравнений равновесия и податливости.

Матрица податливости представляет собой перемещение узлов стержня под действием единичных сил. Принимаем, что ось ox направлена вдоль стержня, а оси oy и oz являются главными центральными осями инерции поперечного сечения стержней.

Для нахождения матриц податливости воспользуемся формулой Симпсона, так как стержень имеет постоянную жесткость при длине [2]:

$$\Delta\varphi = \frac{l_i}{6EI_i}(aa_i + 4cc_i + bb_i),$$

где l_i – длина i -го стержня;

E – модуль упругости материала;

I_i – момент инерции;

a, b, c – ординаты грузовой эпюры M_p соответственно в начале стержня, конце и средней точке;

a_i, b_i, c_i – аналогичные ординаты линейной вспомогательной эпюры от i -го единичного воздействия.

Для стержня с жестко закрепленными концами, нагруженного моментами M_x^H, M_y^H, M_z^H в начале стержня и M_x^K, M_y^K, M_z^K - в конце стержня, построим эпюры моментов от единичных нагрузок и определим перемещение по формуле Симпсона

$$\Delta\varphi_Y^H = \frac{1}{6EI_Y} (M_Y^H \cdot 1 + 4 \frac{M_Y^H + M_Y^K}{2} \cdot \frac{1}{2} + M_Y^H \cdot 0) = \frac{1}{3EI_Y} M_Y^H + \frac{1}{6EI_Y} M_Y^K$$

$$\Delta\varphi_Y^K = \frac{1}{6EI_Y} M_Y^H + \frac{1}{3EI_Y} M_Y^K.$$
(1)

Аналогично

$$\Delta\varphi_Y^H = \frac{1}{3EI_Y} M_Y^H + \frac{1}{6EI_Y} M_Y^K,$$

$$\Delta\varphi_Y^K = \frac{1}{6EI_Y} M_Y^H + \frac{1}{3EI_Y} M_Y^K.$$
(2)

Перемещения от продольной силы определяются по закону Гука [3]

$$\Delta l_X^H = \frac{1}{EF} P_X^H, \quad \Delta l_X^K = \frac{1}{EF} P_X^K.$$
(3)

Аналогично перемещения от кручения будут:

$$\Delta\varphi_X^H = \frac{1}{GI_X} M_X^H, \quad \Delta\varphi_X^K = \frac{1}{GI_X} M_X^K,$$
(4)

где $G = E / 2 (1 + \mu)$ – модуль сдвига;

μ – модуль поперечной деформации;

I_X – момент инерции кручения.

Запишем связь между перемещениями и усилиями в матричной форме согласно (1) – (4) для стержня с жестким закреплением концов:

$$\begin{pmatrix} \Delta l \\ \Delta\varphi_Y^H \\ \Delta\varphi_Y^K \\ \Delta\varphi_Z^H \\ \Delta\varphi_Z^K \\ \Delta\varphi_X \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l_j / EF & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & l_j / 6EI_Y & l_j / 6EI_Y & 0 & 0 & 0 \\ 0 & l_j / 6EI_Y & l_j / 3EI_Y & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & l_j / 3EI_Z & l_j / 6EI_Z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & l_j / 6EI_Z & l_j / 3EI_Z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & l_j / GI_X \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} P_X \\ M_Y^H \\ M_Y^K \\ M_Z^H \\ M_Z^K \\ M_X \end{pmatrix}$$
(5)

В векторном виде выражение (5) примет вид

$$\overline{\sigma}_j = b_j \cdot \overline{S}_j,$$

где $\overline{\sigma}_j$ – матрица-столбец деформации элемента;

b_j – матрица податливости элемента с жесткими узлами;

\overline{S}_j – матрица-столбец внутренних усилий.

Выражение (5) представляет собой закон Гука для элемента, представленный в матричной форме.

Составим уравнения равновесия для рассматриваемого стержня, а также узлов начала и конца стержня:

$$\begin{aligned} \sum X = 0, -P_X^H + P_X^K = 0, P_X^H = P_X^K = P_X, \\ \sum Y = 0, P_Y^H - P_Y^K = 0, P_Y^H = P_Y^K = P_Y, \\ \sum Z = 0, P_Z^H - P_Z^K = 0, P_Z^H = P_Z^K = P_Z, \\ \sum M_X^H = 0, M_X^H - M_X^K = 0, M_X^H = M_X^K = M_X, \\ \sum M_Y^H = 0, M_Y^H - M_Y^K + P_Z^K I = 0, P_Z^K I = 1/I(M_Y^K - M_Y^H), \\ \sum M_Z^H = 0, M_Z^H - M_Z^K + P_Y^K I = 0, P_Y^K I = 1/I(M_Z^K - M_Z^H), \\ \sum M_Y^K = 0, M_Y^H - M_Y^K + P_Z^H I = 0, P_Z^H I = 1/I(M_Y^K - M_Y^H), \\ \sum M_Z^K = 0, M_Z^H - M_Z^K + P_Y^H I = 0, P_Y^H I = 1/I(M_Z^K - M_Z^H), \\ \sum M_{HY} = 0, M_Y^H - m_Y^H = 0, \\ \sum M_{HZ} = 0, M_Z^H - m_Z^H = 0, \\ \sum M_{KY} = 0, M_Y^K - m_Y^K = 0. \end{aligned}$$

Представим данное выражение в матричной форме

$$\begin{pmatrix} P_X^H \\ P_Z^H \\ P_Y^H \\ m_Y^H \\ m_Z^H \\ m_X^H \\ P_X^K \\ P_Z^K \\ P_Y^K \\ m_Y^K \\ m_Z^K \\ m_X^K \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1/1 & 1/1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1/1 & 1/1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1/1 & 1/1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1/1 & 1/1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} P_X \\ M_Y^H \\ M_Y^K \\ M_Z^H \\ M_Z^K \\ M_X \end{pmatrix},$$

где $P_X^H, P_Y^H, P_Z^H, M_Y^H, M_X^H, M_Z^H, P_X^K, P_Y^K, P_Z^K, M_Y^K, M_X^K, M_Z^K$ – внешние силы в локальной системе координат,

$P_X, M_Y^H, M_Y^K, M_Z^H, M_Z^K, M_X$ – внутренние усилия в локальной системе координат.

Проанализировав знаки внутренних и внешних усилий относительно друг друга, можно получить следующие соотношения.

$$P_X^H = -P_X, P_X^K = P_X, m_X^H = -M_X, m_X^K = M_X.$$

С учетом (10) выражение (9) принимает следующий вид

$$\begin{pmatrix} P_X^H \\ P_Y^H \\ P_Z^H \\ m_Y^H \\ m_Z^H \\ m_X^H \\ P_X^K \\ P_Y^K \\ P_Z^K \\ m_Y^K \\ m_Z^K \\ m_X^K \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1/1 & 1/1 & 0 \\ 0 & -1/1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/1 & -1/1 & 0 \\ 0 & 1/1 & -1/1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} P_X \\ M_Y \\ M_Y \\ M_Z \\ M_Z \\ M_X \end{pmatrix} \quad (6)$$

В векторной форме выражение (6) будет иметь вид

$$P^* = a^* S,$$

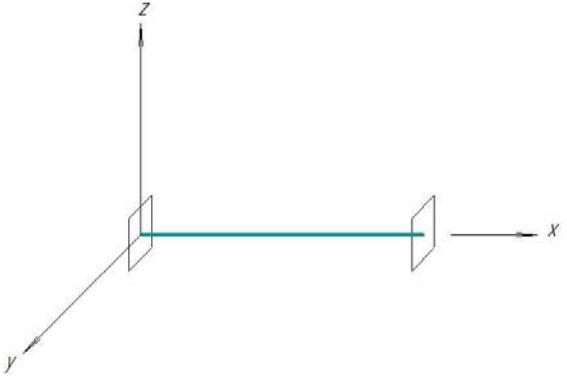
где a^* - матрица уравнений равновесия стержня в локальной системе координат.

Аналогичным образом могут быть составлены матрицы уравнений равновесия и податливости для любого варианта закрепления стержня.

Рассмотрим варианты структурной оптимизации варьированием типов узлов соединений металлоконструкции на примере схемы, приведенной на рисунке 3.

В рамках данной схемы с точки зрения металлоемкости представляет интерес вид соединения пролетного соединения 1 с опорой 2, подкосом 3, а также опоры с подкосом и балкой ходовых тележек 4. Для соединения главной балки с опорой при условии сохранения геометрической неизменяемости системы возможны два варианта: жесткое соединение и соединение с помощью цилиндрического шарнира с осью, параллельной рельсовому пути. Аналогичные варианты возможны и для соединения подкосов с опорой и пролетным строением. На основании приведенных вариантов делаем вывод о четырех возможных в данной схеме видах закрепления стержней: жесткое закрепление с обеих сторон, жесткое закрепление справа и цилиндрический шарнир слева, жесткое закрепление слева и цилиндрический шарнир

Таблица 1- Матрица уравнений равновесия и податливости пространственных прямолинейных стержней постоянного сечения

№ п/п	Вариант закрепления	Матрица a^*	Матрица b_j
1.			
$\bar{P} = [P_X^H, P_Y^H, P_Z^H, m_Y^H, m_Z^H, m_X^H, P_X^K, P_Y^K, P_Z^K, m_Y^K, m_Z^K, m_X^K]^T; \bar{S} = [P_X, M_y^H, M_y^K, M_Z^H, M_Z^K]^T; \bar{\sigma} = [\Delta l, \Delta y_Y^H, \Delta y_Y^K, \Delta y_Z^H, \Delta y_Z^K, \Delta y_X]^T$			
		$\begin{vmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1/1 & 1/1 & 0 \\ 0 & -1/1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/1 & -1/1 & 0 \\ 0 & 1/1 & -1/1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} l_j/EF & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & l_j/6EI_Y & l_j/6EI_Y & 0 & 0 & 0 \\ 0 & l_j/6EI_Y & l_j/3EI_Y & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & l_j/3EI_Z & l_j/6EI_Z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & l_j/6EI_Z & l_j/3EI_Z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & l_j/GI_X \end{vmatrix}$

Примечание. Аналогично составляются матрицы уравнений равновесия и податливости для других стержней согласно рисунка 3.

слева, закрепление с помощью цилиндрического шарнира с обеих сторон.

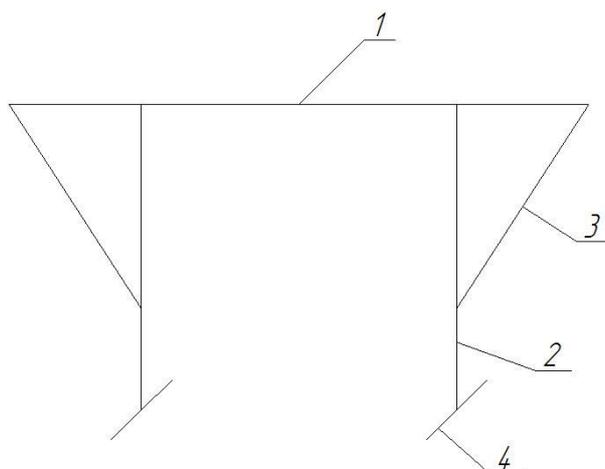


Рисунок 3 - Структурная схема оптимизируемой металлоконструкции

По примеру составленных нами уравнений податливости (5) и равновесия (6) для жесткого закрепленного с двух сторон стержня, составим уравнения равновесия и податливости для всех возможных в данной системе вариантах закрепления и сведем их в таблице 1.

Решение поставленной задачи необходимо проводить с использованием методов конечных либо граничных элементов для определения внутренних напряжений и металлоемкости в каждом из рассматриваемых вариантов для всей системы. Исходя из минимальной металлоемкости определяется оптимальная структурная схема крана.

Подобным образом может быть оптимизирована схема любого крана, имеющего сложную пространственную структурную схему.

Рассматривая различные варианты соединения стрелы пространственных рамных металлоконструкций можно добиться снижения металлоемкости конструкции даже при неизменной структурной схеме металлоконструкции. Добавление варьирования вариантами закрепления стержней при решении задачи оптимального проектирования пространственных металлоконструкций даст возможность существенно расширить область возможных значений целевой функции и как следствие получить истинное значение минимума металлоемкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цейтлин, А. И. Методы граничных элементов в строительной механике [Текст] / А. И. Цейтлин, Л. Г. Петросян. – Ереван: «Луис», 1987. – 357 с.
2. Ржаницын, А. Р. Строительная механика [Текст]: Учеб. пособие для строит. спец. ВУЗов. – 2-е изд, перераб. – М.: Высш. шк., 1991. – 439 с.
3. Смирнов, А. Ф. Строительная механика. Стержневые системы [Текст] / А. Ф. Смирнов, А. В. Александров, Б. Я. Лашеников и др. – М.: Стройиздат, 1981. – 512 с.

Кобзев Роман Анатольевич

Балаковский институт техники, технологии и управления (филиал) Саратовского государственного технического университета

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

Адрес: г. Саратов

Тел.: +7(937)2446900

E-mail: cobzev.roman@yandex.ru

R. A. KOBZEV

STRUCTURAL OPTIMIZATION OF THE METALWARE OF GANTRY CRANES

In connection with development in heavy mechanical engineering of cranes with a spatial frame design there is an important problem of decrease in weights of such cranes. By optimization of such designs on a metal consumption minimum the greatest effect is reached by structural optimization at the expense of a variation by types of the hinges connecting spatial elements. In work the equations of balance and a pliability for different types of hinges in a matrix kind are resulted. A priori it is impossible to foresee distribution of internal efforts in elements of a metalware.

Keywords: optimization, metalware, the hinge, matrix, the equations of balance, the pliability equation

BIBLIOGRAPHY

1. TSeytlin, A. I. Metody granichnykh elementov v stroitel'noy mekhanike [Tekst] / A. I. TSeytlin, L. G. Petrosyan. - Erevan: "Luis", 1987. - 357 s.
2. Rzhnitsyn, A. R. Stroitel'naya mekhanika [Tekst]: Ucheb. posobie dlya stroit. spets. VUZov. - 2-e izd, pererab. - M.: Vyssh. shk., 1991. - 439 s.
3. Smirnov, A. F. Stroitel'naya mekhanika. Sterzhnevye sistemy [Tekst] / A. F. Smirnov, A. V. Alek-sandrov, B. YA. Lashchenikov i dr. - M.: Stroyizdat, 1981. - 512 s.

Kobzev Roman Anatolyevich

Balakovo Institute of Technique, Technology and Management (branch) of Saratov State Technical University
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair of «Material Handling Equipment»

Tel.: +7(937)2446900

E-mail: kobzev.roman@yandex.ru

Д.И. ПЕТРАКОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРНЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЯГОВЫХ КАЧЕСТВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Исследованию процессов в паре трения «колесо-рельс» уделяется большое внимание. Обеспечение требуемой точности измеряемых параметров наряду с относительно небольшой стоимостью испытаний делает натурные испытательные стенды наиболее приемлемым видом исследования.

Ключевые слова: колесо, рельс, коэффициент сцепления, стенд, испытания.

Приоритетными направлениями развития железнодорожного транспорта является повышение безопасности движения, снижение эксплуатационных расходов на топливно-энергетические ресурсы, содержание инфраструктуры железных дорог и подвижного состава [1], что в совокупности со стремлением к увеличению пропускной и провозной способности железных дорог ставит перед исследователями целый комплекс сложнейших задач. При этом их решение в большинстве случаев невозможно в отрыве от проблем взаимодействия пути и подвижного состава в системе «колесо-рельс».

Сложность процессов, происходящих в контакте колеса с рельсом, обуславливает необходимость выделения влияния отдельных факторов на процесс сцепления, что может быть обеспечено только лишь лабораторными испытаниями. В то же время предъявляемые требования высокой точности делают нецелесообразным использование модельных установок, способных дать только лишь качественную картину процессов, протекающих в системе «колесо-рельс». Выходом из данной ситуации является применение натуральных испытательных стендов, которые уже давно прочно обосновались в исследовательских лабораториях как один из наиболее точных и при этом относительно дешевый способ исследований. Кроме того, натурные испытательные стенды позволяют воспроизводить условия, соответствующие критическим эксплуатационным, что в случае натуральных испытаний является крайне затруднительным, дорогостоящим и небезопасным процессом.

Анализ натуральных испытательных стендов показал, что точность получаемых на них результатов зависит от специализации установки, количественного соотношения натуральных и модельных элементов стенда, а также особенностей моделирования внешних факторов, действующих на систему «колесо-рельс» в реальных условиях. При этом все указанные стенды без исключения оснащены натурной колесной парой, а главное различие заключается в способе моделирования рельсового полотна, привода и действия внешних факторов.

К числу стендов с наиболее широким спектром решаемых задач относятся катковые стенды (рис.1, 2, 4а), рельсовый путь в которых представлен в форме катка. Главным преимуществом стендов данного класса является возможность проведения ресурсных испытаний колесных пар [2] или отдельных колес [3]. Одними из наиболее успешных катковых стендов являются испытательная установка, расположенная в Исследовательско-технологическом центре железных дорог Германии (FTZ) (рис.1) и стенд, разработанный во Всероссийском научно-исследовательском и конструкторско-технологическом институте подвижного состава (ВНИКТИ) (рис.2). Отличительной особенностью указанных стендов является способность моделировать извилистое движение колесной пары в колее с различными углами набегания колеса на рельс, исследовать влияние твердых и жидких загрязнений, а также различных фрикционных материалов, вводимых в зону контакта, на трибологические характеристики системы «колесо-рельс».

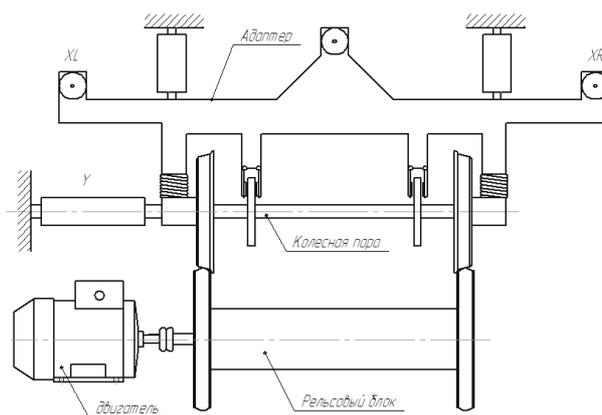


Рисунок 1 – Катковый стенд (Исследовательско-технологический центр железных дорог Германии)

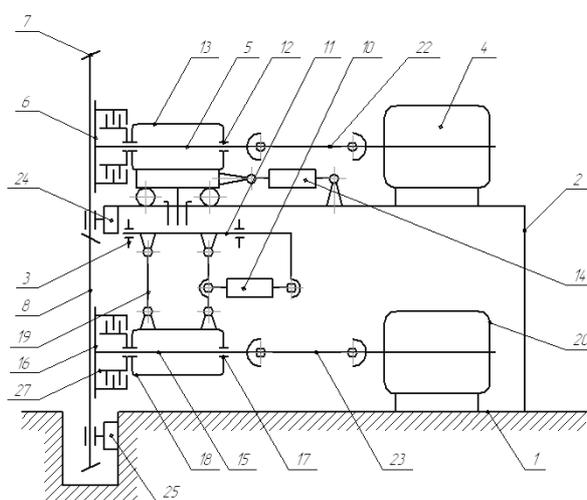


Рисунок 2 – Катковый стенд (ВНИКТИ)

- 1-основание; 2-стойка; 3-опора; 4-двигатель; 5-вал; 6-маховик; 7-колесо; 8-каток;
 9-механизм радиального нагружения; 10-механизм бокового нагружения;
 11-рычаг; 12-подшипниковая опора; 13-платформа; 14-механизм нагружения
 для имитации извилистого движения; 15-вал; 16-маховик; 17-подшипниковая опора;
 18-дополнительный корпус; 19-тяга; 20-электрический генератор; 21-пружина;
 22, 23-карданные валы; 24, 25-тормозные устройства колодочного типа; 26, 27-дисковые тормоза

Всем без исключения натурным катковым стендам присущ значительный недостаток, вызванный самой конструкцией катка, заключающийся в существенном отличии формы и площади моделируемого на них пятна контакта от натурального (до 35% и более [4]), перераспределению напряжений по пятну контакта и, как следствие, зон скольжения и сцепления. Это ведет к значительному снижению точности результатов, получаемых при исследовании тяговых свойств железнодорожного транспорта.

Для наиболее полного изучения процессов, протекающих в зоне контакта колеса подвижного состава с рельсом, применяются более узкоспециализированные стенды, оснащенные помимо натурной колесной пары (или колеса) отрезком натурального рельса различной длины (рис. 3, 4б, 5). Это позволяет получить в лабораторных условиях пятно контакта полностью соответствующее натурному и наиболее полным образом исследовать влияние внешних факторов на тяговые свойства подвижного состава. Кроме того, наличие в конструкции стендов устройств динамического нагружения, эмитирующих влияние колебаний подрессоренных масс на условия взаимодействия колеса с рельсом, а также систем термического воздействия на поверхность катания [6] в целях воссоздания в зоне контакта соответствующих тепловых параметров режима торможения позволяет еще больше приблизить моделируемые условия к натурным. Оборудование стендов различной

контрольно-измерительной аппаратурой, основанной на методе скоростной киносъемки, магнитной записи, стробоскопическом методе; методе, основанном на эффекте Доплера или телеэлектронном методе «контрастных точек» [4] и т.д. позволяет изучить относительное проскальзывание, а также другие параметры, характеризующие систему «колесо-рельс».

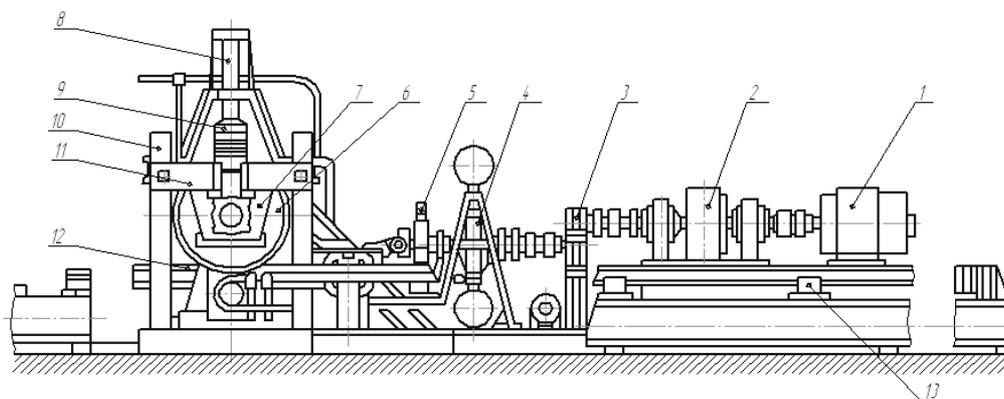


Рисунок 3 – Испытательный стенд (Ворошиловградский машиностроительный институт)

- 1-электродвигатель; 2-маховик; 3-мультипликатор; 4-гидротрансформатор;
5-вспомогательный тормоз; 6-колесо; 7-буксовый узел; 8-гидроцилиндр;
9-комплект упругих элементов; 10-рама; 11-балка; 12-образец рельса;
13-магнито-рельсовый тормоз

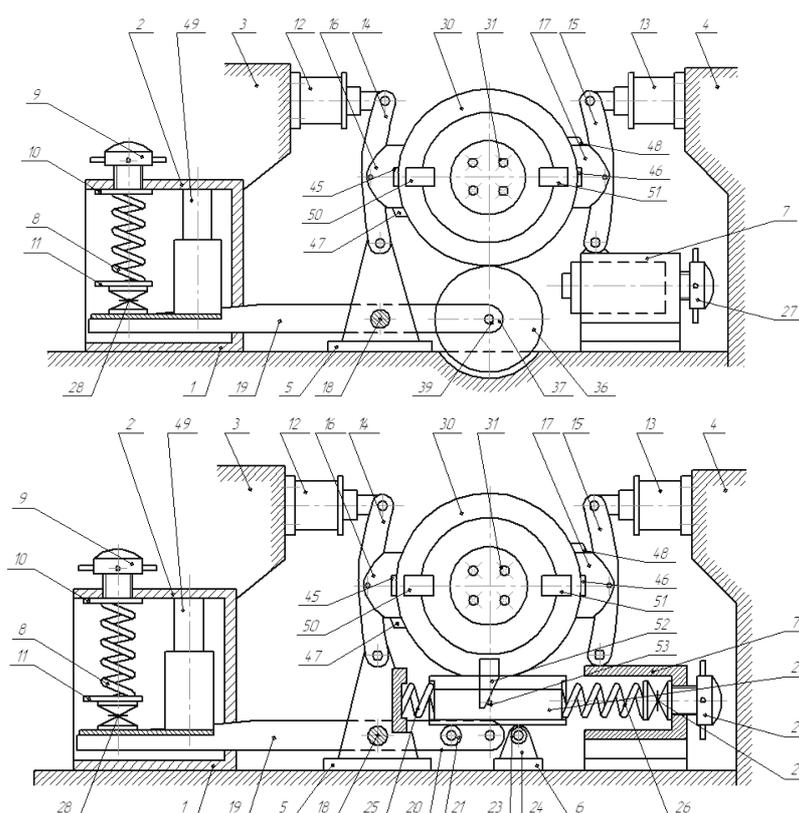


Рисунок 4 – Натурный испытательный стенд (ВНИКТИ)

а) вариант с катком (сверху); б) вариант с рельсом (снизу)

- 1-основание; 2, 3, 4-стойки; 5, 6, 7-опоры; 8-пружина; 9-винт; 10, 11-опорные чашки;
12, 13-пневмоцилиндры; 14, 15-рычаги; 16, 17-тормозные колодки; 18-ось; 19-рычаг;
20-ролик; 21-ось; 22-отрезок рельса; 23-роликовая опора; 24-ось; 25, 26-пружины;
27-винт; 28, 29-месдозы; 30-колесо; 31-вал; 32-маховик; 33, 34-подшипники;
35-электродвигатель; 36-каток; 37-ось; 38, 39-подшипники; 40-винт; 41-пружина;
42-упор; 43-шарикоподшипник; 44-48-месдозы; 49-динамический нагрузжатель;
50, 51, 52-стопорные планки; 53-упор; 54-пневмоцилиндр

Для сохранения возможности проведения ресурсных испытаний в сочетании с высокой достоверностью моделируемых процессов взаимодействия колеса подвижного состава с рельсом служат универсальные натурные стенды (рис.4), имеющие возможность замены рабочего образца рельса на каток [5]. На испытательных установках этого класса можно не только изучать материаловедческие аспекты системы «колесо-каток», но и исследовать с достаточной точностью влияние внешних факторов на коэффициент сцепления. Вместе с тем сложность конструкции обуславливает трудности как при замене отрезка рельса на каток (или обратно), так и одного образца рельса на другой.

С учетом анализа существующих конструкций испытательных установок создан натурный стенд (рис.5), содержащий не только натурное колесо и отрезок натурального рельса, но и тяговый редуктор, идентичный применяемому на подвижном составе, представляющий собой рычаг второго рода. Это позволяет с большой точностью моделировать условия взаимодействия колес подвижного состава и пути, а также измерять силу тяги не только на ободу колеса, так и по центру колесной оси, чего не могли обеспечить вышерассмотренные стенды. Уникальная система крепления отрезка рельса позволяет свести к минимуму не только время на замену рабочих образцов, но и сопротивление перемещению рельса в ходе эксперимента. При этом моделирование основного сопротивления движению подвижного состава осуществляется пластинчатой пружиной, соединенной через продольную тягу с образцом рельса и воспринимающей касательную силу тяги. Возможность перемещения колеса в поперечном направлении в купе с устройством бокового нажатия позволяет моделировать все варианты взаиморасположения колеса с рельсом, наблюдаемые в ходе эксплуатации подвижного состава.

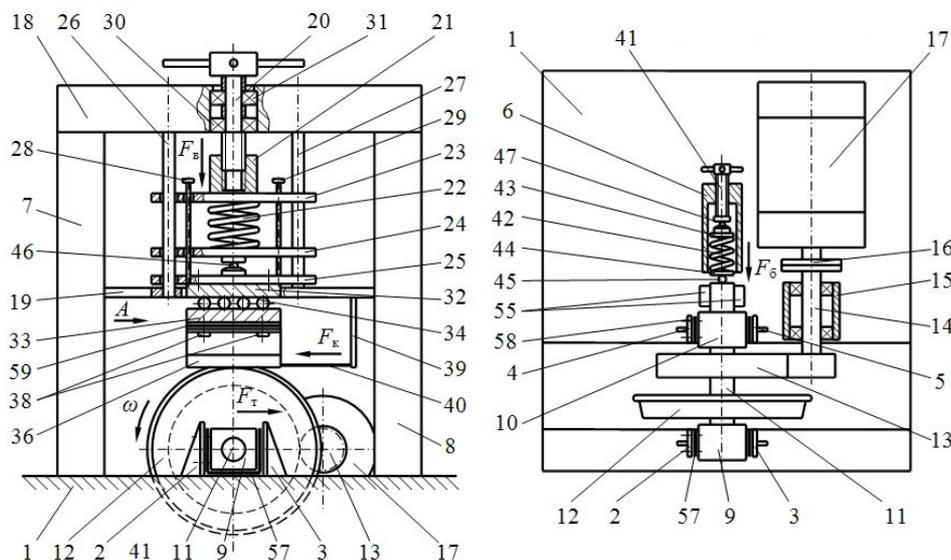


Рисунок 5 – Натурный испытательный стенд (БГУ)

- 1-основание; 2, 3, 4, 5, 6-опоры; 7, 8-стойки; 9, 10-буксы; 11-колесная ось; 12-колесо; 13-тяговый редуктор; 14-промежуточный вал; 15-подшипниковый узел; 16-муфта; 17-электродвигатель; 18, 19-блок; 20-винт; 21-гайка; 22-пружина; 23, 24, 25-опорные планки; 26, 27-направляющие штанги; 28, 29-тяги; 30, 31-подшипники; 32, 33-неподвижная и подвижная составляющие соответственно; 34-ролики; 35-фиксирующие шарики; 36-отрезок рельса; 37, 38-винтовые зажимы; 39-пластинчатая пружина; 40-тяги; 41-винт; 42-пружина; 43, 44-опорные чашки; 45-шарикоподшипник; 46, 47-месдозы

Кроме того, стенд позволяет исследовать влияние электрического тока и магнитного потока на коэффициент сцепления при пропускании их через зону контакта, в результате чего последний может быть увеличен в два раза и даже более [4, 8].

Таким образом, указанный стенд позволяет провести комплексное исследование процессов в зоне контакта системы «колесо-рельс», выявить влияние внешних факторов на

коэффициент сцепления, а также отработать новые способы повышения тяговых свойств подвижного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гапанович В.А. Железнодорожный транспорт и некоторые проблемы механики/Труды VI Международного симпозиума по трибофатике МСТФ 2010, Т.1. – МИНСК, БГУ, 2010, - С.155-164.
2. M. Luke et al. Eisenbahntechnische Rundschau, 2001, № 4, S. 211–217.
3. Патент №2232380 от 25.12.2002. Стенд для исследования взаимодействия ходового колеса с рельсом железнодорожного транспорта / Г.И. Михайлов, А.К. Кириков, В.И. Грек.
4. Ткаченко, В.П. Кінематичний опір руху рейкових екіпажів: моногр. / В.П. Ткаченко. - Луганськ: Видавництво Східноукраїнського державного університету, 1996.- 200 с.- Рос. мовою.
5. Патент №2115908 от 20.07.1998. Стенд для исследования взаимодействия колеса с рельсом железнодорожного транспорта (варианты) / Г.И. Михайлов, В.И. Грек, А.Н. Савоськин и др.
6. Голубенко, О.Л. Зчеплення колеса з рейкою: моногр. О.Л. Голубенко. – К.: Фірма «ВІПОЛ», 1993. – 448 с.
7. Воробьев, Д.В. Трибологические характеристики металл-металлических пар при воздействии на контакт электрического и магнитного полей / Д.В. Воробьев, В.П. Тихомиров, А.И. Ивахин // Вестн. БГТУ. – Брянск, 2005. – № 2. – С. 33-36.

Петраков Дмитрий Иванович

Брянский государственный технический университет, г. Брянск
Аспирант кафедры «Вагоны»
г. Брянск, бульвар 50-летия Октября, д.7
(4832)560466
E-mail: Petrakov.bstu@mail.ru

D.I. PETRAKOV

USE OF THE NATURAL TEST INSTALLATIONS FOR RESEARCH OF TRACTION QUALITIES ROLLING STOCK

The investigation of processes in a pair of friction "wheel-rail" paid much attention. Ensuring the required accuracy of measurements along with the relatively small cost of testing full-scale test facilities makes the most appropriate type of research.

Keywords: wheel, rail, adhesion coefficient, the study stand.

BIBLIOGRAPHY

1. Gapanovich V.A. Zheleznodorozhnyj transport i nekotorye problemy mehaniki/Trudy VI Mezhdunarodnogo simpoziuma po tribofatike MSTF 2010, T.1. – MINSK, BGU, 2010, - S.155-164.
2. M. Luke et al. Eisenbahntechnische Rundschau, 2001, № 4, S. 211–217.
3. Patent №2232380 от 25.12.2002. Stend dlja issledovanija vzaimodejstvija hodovogo kola s rel'som zheleznodorozhnogo transporta / G.I. Mihajlov, A.K. Kirikov, V.I. Grek.
4. Tkachenko, V.P. Kinematichnij opir ruhu rejkovih ekipazhiv: monogr. / V.P. Tkachenko. - Lugans'k: Vidavnicтво Shidnoukraїns'kogo derzhavnogo universitetu, 1996.- 200 s.- Ros. movoju.
5. Patent №2115908 от 20.07.1998. Stend dlja issledovanija vzaimodejstvija kola s rel'som zheleznodorozhnogo transporta (varianty) / G.I. Mihajlov, V.I. Grek, A.N. Savos'kin i dr.
6. Golubenko, O.L. Zcheplennja kola z rejkoju: monogr. O.L. Golubenko. – K.: Firma «VIPOL», 1993. – 448 s.
7. Vorob'ev, D.V. Tribologicheskie harakteristiki metall-metallicheskih par pri vozdejstvii na kon-takt jelektricheskogo i magnitnogo polej / D.V. Vorob'ev, V.P. Tihomirov, A.I. Ivahin // Vestn. BGТУ. – Brjansk, 2005. – № 2. – S. 33-36.

Petrakov Dmitrij Ivanovich

Bryansk state technical university, Bryansk
The post-graduate student of chair "Cars"
Bryansk, parkway of the 50 anniversary of October, d.7
(4832)560466
E-mail: Petrakov.bstu@mail.ru

БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

УДК 656.11 (075.8)

И. Е. ИЛЬИНА, М. М. ИСХАКОВ, М. М. АЛЕНИН

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРОИСШЕСТВИЯ ПРИ
АКВАПЛАНИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЯ**

Дорожно-транспортные происшествия являются основной причиной гибели людей. Они происходят по многим причинам, среди которых есть как технологические, так и человеческие факторы. Погодный фактор может быть довольно значимым и влияющим на результат исхода дорожно-транспортного происшествия. Предложена формула определения остановочного пути автомобиля при аквапланировании. При расследовании конкретного столкновения автомобилей определено наличие возможности предотвращения ДТП.

Ключевые слова: аквапланирование, дорожно-транспортное происшествие, погодные условия.

Автомобильный транспорт является самым небезопасным из всех доступных человеку. По всем данным именно дорожно-транспортные происшествия ставят на первое место по числу погибших и пострадавших. По этим параметрам автомобили значительно обгоняют железнодорожный, авиационный и водный транспорт.

Дорожно-транспортные происшествия являются основной причиной гибели людей. Они происходят по многим причинам, среди которых есть как технологические, так и человеческие факторы. Авария может случиться по вине уставшего водителя, из-за обледенения дорожного покрытия или неисправности тормозной системы. Однако на риск попасть в ДТП часто влияют сторонние факторы - такие как день недели, погодные условия и качество асфальтового покрытия.

Погодный фактор может быть довольно значимым и влияющим на результат исхода дорожно-транспортного происшествия. Конечно, большинство аварий произошло на сухом покрытии, но доля ДТП с мокрым покрытием достаточно велика.

Согласно данным гидрометеорологического центра Российской Федерации среднее число дней и продолжительность за год с осадками в виде дождя от 1 до 10 мм для территории России наблюдается от 45 до 50 дней и от 400 до 500 часов. Проезжая часть при выпадении осадков в виде дождя становится влажной, скользкой и мокрой, что ухудшает сцепные качества дорожного покрытия и вызывает рост и тяжесть дорожно-транспортных происшествий. Государственная Инспекция Безопасности Дорожного Движения (ГИБДД), не учитывает в статистике дорожно-транспортные происшествия, вызванные аквапланированием транспортных средств, что в свою очередь не совсем правильно, так как ДТП на влажном покрытии с низким коэффициентом сцепления имеют высокую долю в общей статистике.

При прямолинейном движении транспортного средства по воде на колесо транспортного средства действуют следующие силы: сила тяги на ведущих колесах, сила реакции дороги на опору колеса, сила сопротивления боковому скольжению, сила сопротивления качению, сила инерции, сила давления на криволинейную стенку и т.д. [1].

Аквапланирование (гидроскольжение, глиссирование) – скольжение колеса транспортного средства по слою воды между беговой дорожкой шины и поверхностью дорожного покрытия, приводящее к потере управляемости автомобилем. Аквапланирование довольно часто происходит на ровных дорожных покрытиях при скоростях, соответствующим условиям движения по автомагистрали, и соблюдении определенных условий:

- толщине слоя воды на поверхности дорожного покрытия;
- величине шероховатости поверхности дорожного покрытия;
- рисунке и степени износа протектора;

- при необеспеченном стоке воды с поверхности дорожного покрытия;
- давлении воздуха в шине;
- при небольших продольных и поперечных уклонах дорожного покрытия.

При скорости движения 85 – 90 км/ч время прохода расстояния, равного базе автомобиля, составляет около 0,1 с. После прохода передних колес, вода не успевает восстановить первоначальный уровень, и глубина воды в луже перед задними колесами настолько мала, что не оказывает существенного влияния на движение автомобиля. По этой причине занос при аквапланировании всегда происходит передней оси, не зависимо от привода автомобиля.

При движении на автомобиль действуют аэродинамическая, гидродинамическая и гидростатическая подъемные силы. Гидростатическая подъемная сила при движении автомобильного колеса по луже очень мала и ей пренебрегают. Аэродинамическая сила вызывает перераспределение веса между передней и задней осями, что уменьшает скорость начала аквапланирования. При изношенном рисунке протектора скорость движения, при которой начинается аквапланирование меньше, чем для шины с допустимой нормами глубиной рисунка протектора.

Скорость v , при которой колесо транспортного средства отрывается от покрытия и начинается аквапланирование, определяем для шины с нормальным рисунком протектора, углом кривизны беговой дорожки 90 градусов, в пределах смоченной поверхности шины и при условии равенства гидродинамической силы вертикальной нагрузке на колесо по формуле:

$$v_{ак} = \sqrt{\frac{2 \cdot G_{к}}{\pi \cdot \rho \cdot n_1 \cdot h \cdot b_1}}$$

где $G_{к}$ – вертикальная нагрузка на переднее колесо (с учетом его массы), Н;

π - отношение длины окружности к диаметру $\pi = 3,14$;

ρ – плотность воды, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$;

h – толщина слоя воды на покрытии, м.

b_1 – ширина беговой дорожки шины, м;

n_1 – степень увеличения глубины воды перед колесом автомобиля.

Скорость начала аквапланирования определенная аналитически-расчетным методом при толщине слоя воды 2-10 мм представлена на рисунке 1.

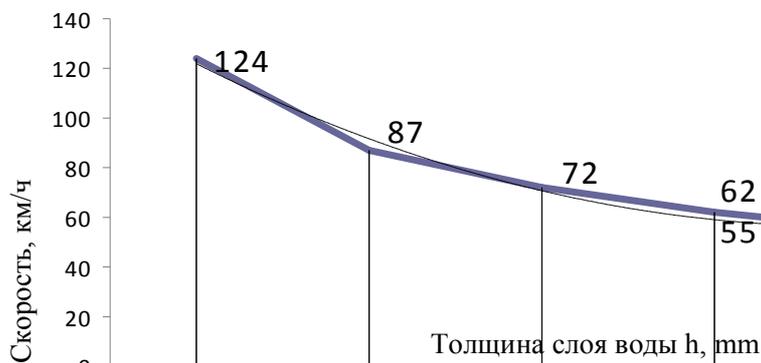


Рисунок 1 - Зависимость скорости начала аквапланирования от толщины слоя воды

Величина остановочного пути транспортного средства при различном состоянии асфальтированной дороги (сухое покрытие, влажное и при аквапланировании) представлен на рисунке 2.

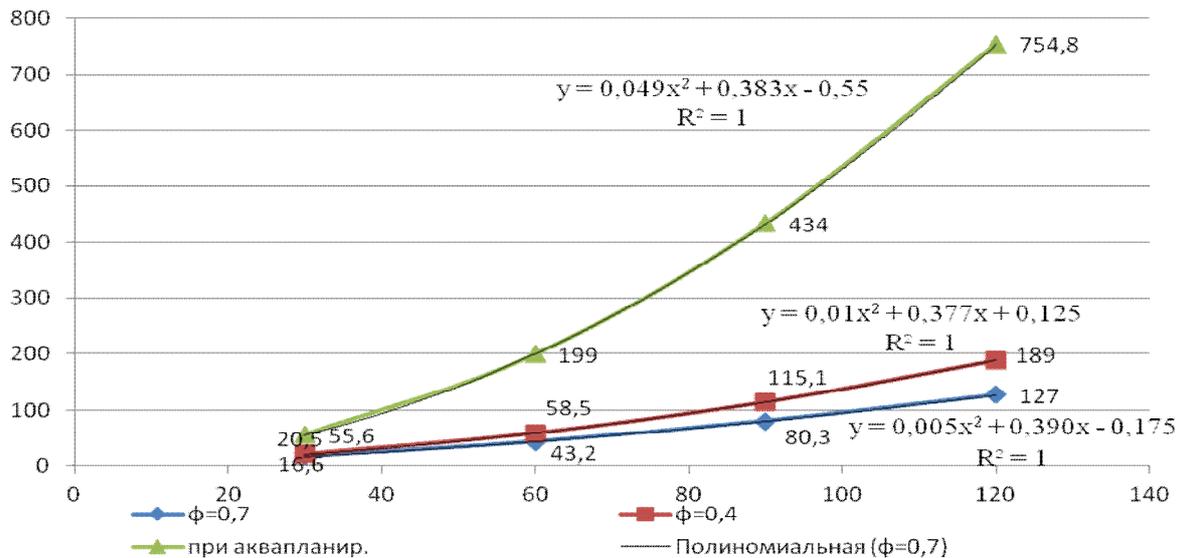


Рисунок 2 - Остановочный путь при разных значениях коэффициента сцепления шин с дорогой

На основании проведенных расчетов построены графики зависимости остановочного пути от скорости движения транспортного средства $S_0 = \varphi(V)$.

При движении транспортного средства по сухой асфальтовой дороге график изменения остановочного пути будет определяться по формуле $y = 0,005x^2 + 0,390x - 0,175$. При этом коэффициент корреляции $R^2 = 1$.

При движении транспортного средства по мокрой асфальтовой дороге график изменения остановочного пути будет определяться по формуле $y = 0,01x^2 + 0,377x + 0,125$. При этом коэффициент корреляции $R^2 = 1$.

При движении транспортного средства по мокрой асфальтовой дороге остановочный путь с учетом возникновения аквапланирования в процессе торможения будет определяться зависимостью $y = 0,049x^2 + 0,383x - 0,55$. При этом коэффициент корреляции $R^2 = 1$.

С помощью полученных функций, возможно, определить остановочный путь транспортного средства при различных исходных скоростях и коэффициентах сцепления шин с дорогой.

Рассмотрено дорожно-транспортное происшествие, с участием автомобиля ГАЗ 3307 и Альфа Ромео 164, погода- дождь, состояние автодороги - мокрое. По имеющимся исходным данным была определена техническая возможность предотвращения ДТП. На основании построенного графика определен остановочный путь транспортных средств по сырой дороге с учетом, что у автомобиля Альфа Ромео 164 началось аквапланирование. Проведены расчеты и определена техническая возможность предотвращения дорожно-транспортного происшествия, при условии, что автомобиль ГАЗ 3307 двигался по сухой дороге, а автомобиль Альфа Ромео 164 попал в водную преграду и началось аквапланирование.

Предотвратить встречное столкновение водителям, движущимся по одной полосе, удастся лишь в том случае, если оба успеют затормозить и остановить автомобили. Если хотя бы один из автомобилей не остановится, ДТП будет неизбежным [2].

Рассмотрим возможность предотвращения встречного столкновения. На рисунке 3 в координатах «путь—время» показан процесс сближения двух автомобилей 1 и 2. цифрами отмечены следующие их положения: 1 - в момент, когда водители могли оценить сложившуюся дорожную обстановку как опасную и должны были принять необходимые меры для ее ликвидации; 2 - в моменты, когда каждый из водителей в действительности начал реагировать на возникшую опасность; 3 - в моменты, соответствующие началу образования следов, юза на покрытии (начало полного торможения); 5 - в момент столкновения автомобилей.

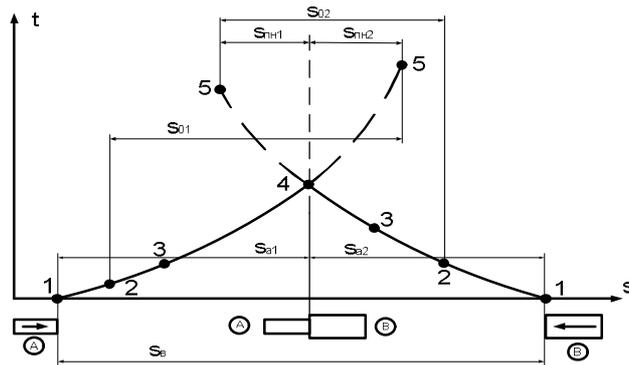


Рисунок 3 - График движения автомобиля при встречном столкновении

Цифрами 5 отмечены положения автомобилей, в которых они остановились бы, если бы не столкнулись, а продолжали двигаться в заторможенном состоянии (предположительная версия).

Расстояние между автомобилями в момент возникновения опасной обстановки S_B . Участок 2 - 3 соответствует движению автомобилей при встречном столкновении с постоянными скоростями за суммарное время T_1 (T_2). Расстояния S_{a1} и S_{a2} отделявшие автомобили от места столкновения в начальный момент, должны быть определены следственным путем, так же, как их начальные скорости V_{a1} и V_{a2} .

Очевидное условие возможности предотвратить столкновение: расстояние видимости должно быть не меньше суммы остановочных путей обоих транспортных средств: $S_B = S_{a1} + S_{a2} \geq S_{o1} + S_{o2}$, где индексы 1 и 2 относятся к соответствующим автомобилям. Для реализации этого условия водители должны одновременно реагировать на возникшую опасность для движения и без промедления начать экстренное торможение. Однако, как показывает экспертная практика, такое случается редко. Обычно водители некоторое время продолжают сближаться, не снижая скорости, и тормозят со значительным опозданием, когда столкновение невозможно предотвратить. Особенно часты такие ДТП в ночное время, когда один из водителей выезжает на левую сторону дороги, а недостаточная освещенность затрудняет определение расстояний и распознавание транспортных средств.

Остановочный путь транспортного средства

$$S_o = T \cdot V_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot j}$$

Остановочный путь транспортного средства с учетом аквапланирования

$$S_o = T \cdot V_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot j} + \frac{V_a^2}{2 \cdot j^*}$$

где j^* - замедление при аквапланировании;

$$j^* = \frac{g \cdot \varphi_x}{K_3}$$

где $\varphi_x = 0,1$ - коэффициент сцепления шин с дорогой при аквапланировании.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты исследования возможности предотвращения столкновения двух транспортных средств при различных коэффициентах сцепления шин с дорогой.

Таблица 1 - Результаты исследований при $\varphi_x = 0,4$

ТС	V, км/ч (м/с)	φ_x	j, м/с ²	T, с	K_x	$S_{b, м}$	$S_{\sigma, м}$	наличие ТВ избежать ДТП $S_b \geq S_{\sigma 1} + S_{\sigma 2}$
1 тс	60(16,7)	0,4;	3,9;	1,4	1,0	220	199	не имеет ТВ не имеет ТВ не имеет ТВ
	90(25)	акв.	0,98				434	
	120(33,3)						754,8	
2 тс	80(22,2)	0,4	3,9	1,4	1,0	220	94,3	

Таблица 2 - Результаты исследований при $\varphi_x = 0,7$ и $\varphi_x = 0,4$

ТС	V, км/ч (м/с)	$\varphi_1 x$	$\varphi_2 x$	J_1 , м/с ²	J_2 , м/с ²	T, с	K_x	$S_{b, м}$	$S_{\sigma, м}$	наличие ТВ избежать ДТП $S_b \geq S_{\sigma 1} + S_{\sigma 2}$
1 тс	60(16,7)	0,4;	-	3,9;	-	1,4	1,0	220	199	не имеет ТВ не имеет ТВ не имеет ТВ
	90(25)	акв.		0,98					434	
	120(33,3)			754,8						
2 тс	80(22,2)	-	0,7	-	6,9	1,4	1,0	220	67	

В результате проведенного исследования конкретного дорожно-транспортного происшествия – столкновения двух транспортных средств, произошедшего на мокрой автодороге определена возможность водителей предотвратить столкновение. Исследования проведены при различной скорости движения транспортных средств и при разном состоянии дорожного покрытия. В расчетах учтена возможность возникновения аквапланирования одного из транспортных средств. Были получены следующие результаты:

- при движении транспортных средств по мокрой дороге (коэффициент сцепления 0,4) водитель легкового автомобиля не имел технической возможности избежать ДТП, даже двигаясь со скоростью 60 км/ч.

- при движении транспортных средств по мокрой дороге и с учетом возникновения аквапланирования легкового автомобиля совершение ДТП неизбежно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евзович В. Е. Автомобильные шины, диски и ободья [Текст] / В. Е. Евзович, П. Г. Райбман. - М.: Автополис-плюс, 2010. - 144 с.
2. Домке, Э. Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий [Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Э. Р. Домке. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 287 с.

Ильина Ирина Евгеньевна

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Адрес: 440028, Пенза, ул. Титова, 28
Тел.: +7(8412)498330
Email: dekauto@pguas.ru

Исхаков Марат Маликович

Оренбургский государственный университет
Старший преподаватель
Адрес: 460018, г. Оренбург, ГСП, пр. Победы, 13
Тел.: +7(83532)754182
Email: trf@mail.osu.ru

Аленин Михаил Михайлович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Студент

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

Тел.: +7(8412)498330

Email: dekauto@pguas.ru

I. E. ILINA, M. M. ISHAKOV, M. M. ALENIN

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF PREVENTING THE ROAD ACCIDENT AQUAPLANING CAR

Road traffic accidents are the main cause of death of people. They occur for many reasons, among which there are both technological, and human factors. The weather factor can be quite significant and influencing the result of a road traffic accident. It provides a formula for determination of stopping the path of the car hydroplaning. During the investigation of a specific car crash determined the presence of the possibility of preventing the road accident.

Keywords: *Aquaplaning, road accidents, weather conditions.*

BIBLIOGRAPHY

1. Evzovich V. E. Avtomobil`nye shiny, diski i obod`ya [Tekst] / V. E. Evzovich, P. G. Raybman. - М.: Avtopolis-plyus, 2010. - 144 s.
2. Domke, E. R. Rassledovanie i ekspertiza dorozhno-transportnykh proisshestviy [Tekst]: uchebnyk dlya stud. vyssh. ucheb. zavedeniy / E. R. Domke. - М.: Izdatel`skiy tsentr "Akademiya", 2009. - 287 s.

Ilyin Irina Evgenevna

Penza state university of architecture and building

Cand.Tech.Sci., the senior lecturer

Address: 440028, g. Penza, Titov's street, 28

Tel.: +7(8412)498330

Email: dekauto@pguas.ru

Iskhakov Marat Malikovich

Orenburg state university

Teacher

Address: 460018, str. Orenburg, GSP, etc. Victory, 13

Tel.: +7(83532)754182

Email: trf@mail.osu.ru

Alenin Michael Mihajlovich

Penza state university of architecture and building

Student

Address: 440028, Penza, Titov's street, 28

Tel.: +7(8412)498330

Email: dekauto@pguas.ru

И. А. НОВИКОВ, А. Г. ШЕВЦОВА

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА КОЛИЧЕСТВО РЕЖИМОВ РАБОТЫ СВЕТОФОРНОГО ОБЪЕКТА

Регулирование дорожного движения с помощью светофорных объектов является достаточно сложным, но эффективным процессом. При этом существует необходимость в определении рационального количества планов управления на основных магистралях, что позволит минимизировать задержки транспортных средств, увеличить экономию топлива и сократить количество выхлопных газов. Данное количество может быть определено на основании анализов перепадов интенсивности в течение недели и выявления влияния этих перепадов на общую картину задержек.

Ключевые слова: изменение интенсивности, исходный цикл работы, оптимизированный цикл, уменьшение задержек, экономия топлива.

На сегодняшний день использование АСУДД является крайне важной задачей при повышении эффективности функционирования улично-дорожной сети населенного пункта. При этом существует необходимость в определении рационального количества планов управления на основных магистралях. Данное количество может быть определено на основании анализов перепадов интенсивности на отдельных пересечениях УДС населенного пункта в течение недели и выявления влияния этих перепадов на общую картину задержек при изменении последних.

Положительный аспект данной работы состоит в определении влияния и взаимосвязи интенсивности движения на величину фаз и циклов работы светофорного объекта и выявлении зон, позволяющих использовать одинаковые режимы работы.

В городе Белгороде одним из самых высоконагруженных перекрестков является пересечение пр-та Ватутина и ул. Костюкова. На сегодняшний день на данном пересечении действует 6 программ управления работы светофорной сигнализации. С понедельника по четверг введен единый режим чередования сигналов светофора в зависимости от времени суток, в пятницу, субботу и воскресенье данный временной промежуток изменяется.

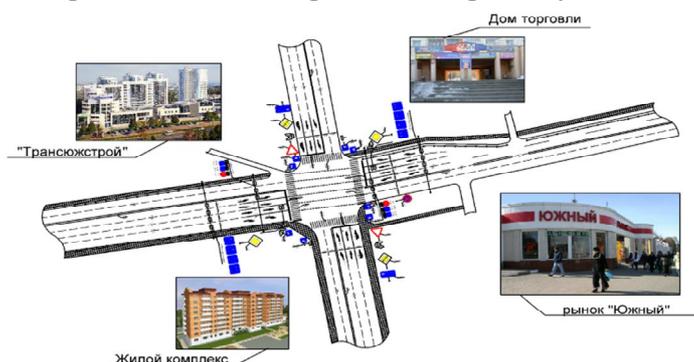


Рисунок 1 – Пересечение пр-та Ватутина – ул. Костюкова

В районе пересечения пр-та Ватутина – ул. Костюкова (рис.1) находятся: жилые дома, магазины, рынок и остановочные комплексы, которые являются центрами притяжения транспортных и пешеходных потоков. Наличие центров притяжения людских потоков создает вероятность возникновения ДТП с участием пешеходов. Данный перекресток располагается в непосредственной близости от рынка «Южный», что способствует росту интенсивности легковых и маршрутных транспортных средств.

Перепады интенсивностей в часы пика и межпика в течение недели приведены на графике 1. Как видно из представленного графика значения интенсивностей значительно отличаются в рабочие и выходные дни (максимальный перепад интенсивности составляет 2821 авт./час), т.е. уже на первоначальном этапе видна необходимость как минимум 2 планов управления по дням недели, т.е. в рабочие и выходные дни.

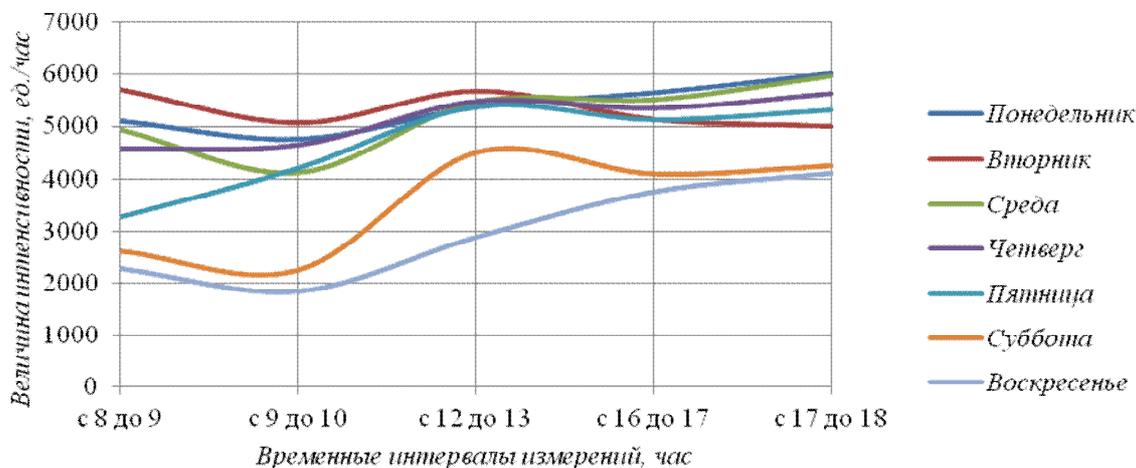


График 1 – Перепады интенсивностей в часы пика и межпика в течение недели

Для дальнейшего анализа необходимо разнести эти рабочие и выходные дни по отдельным графикам. Рассмотрим сначала более подробно выходные дни (график 2, график 3).

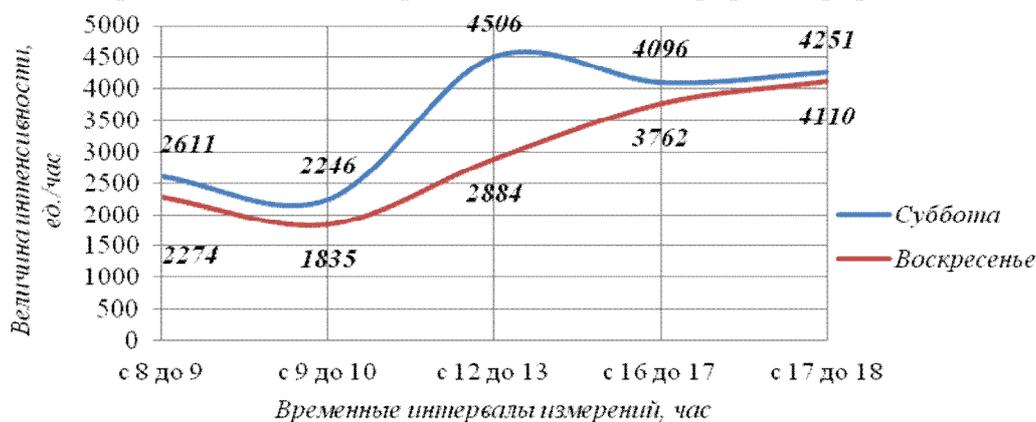


График 2 – Перепады интенсивностей в часы пика и межпика в выходные дни

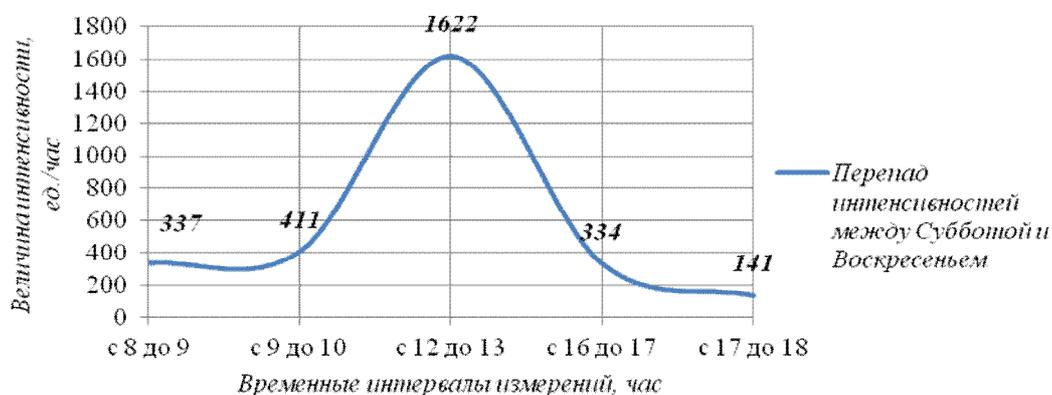


График 3 – Перепад интенсивностей в часы пика и межпика между субботой и воскресеньем

Как видно из графика 3, максимальный перепад интенсивностей будет наблюдаться в дневной час пик, когда показатели в субботу больше на 1622 авт./час, а минимальный в вечерний час пик 141 авт./час, т.е. уже наблюдается явная необходимость ввода как минимум еще двух дополнительных режимов – выходного субботнего и воскресного дневного часа пик. Аналогичным образом рассмотрим графики интенсивностей рабочих дней недели (график 4).

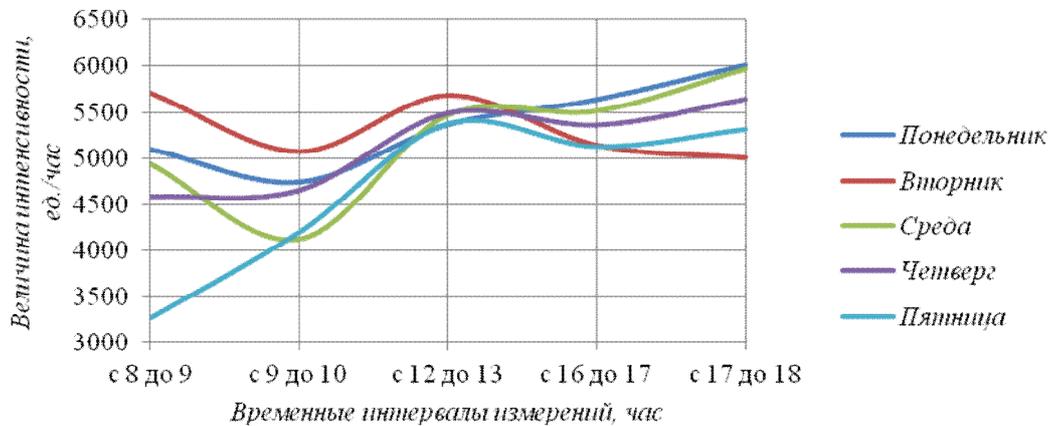


График 4 – Перепады интенсивностей в часы пика и межпика в будние дни

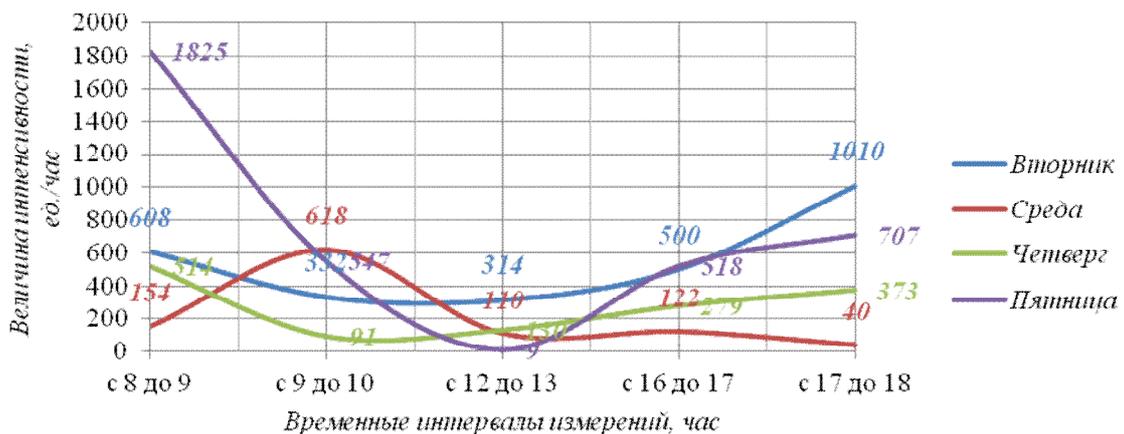


График 5 – Перепады интенсивностей в часы пика и межпика в будние дни относительно понедельника

Как видно из данного графика перепады интенсивностей по рабочим дням тоже значительны, т.е. если перепады по понедельнику составляют от 270 авт./час до 923 авт./час, то разница между утренним часом пик в пятницу и вторник составит 2433 авт./час. Этот показатель говорит о необходимости более подробного изучения изменения интенсивностей в течение рабочих дней недели. Возьмем за основу работу светофорного объекта, т.е. плана управления в понедельник и рассмотрим отличия каждого дня недели относительно него.

Как видно из графика 5, наиболее существенно интенсивность относительно понедельника отличается в пятницу, от 9 авт./час в обеденный час пик, до 1825 авт./час в утренний час пик, разница между понедельником и вторником находится в пределах от 314 авт./час, до 1010 авт./час, между понедельником и средой от 40 до 618 авт./час, между понедельником и четвергом от 91 до 514 авт./час. Полученные перепады очень существенны. Необходимо определить какой показатель изменения интенсивности значительно повлияет на изменения фаз работы светофорного объекта, а в итоге и задержки транспортных средств. С этой целью просчитаем 10 планов регулирования, для данного пересечения, взяв за основу показания по интенсивностям значения понедельника и установив смещение 180 авт./час и определим график изменения задержек по основным направлениям относительно базового режима. За основные направления согласно карте интенсивностей (рис.2) можно взять 2 и 12

направления, для утреннего часа пик. Учитывая пропорции изменения трафика 12 направления относительно 2, которое составляет 0,1299, можно просчитать значения для данных направлений в случаях снижения и увеличения трафика (табл.1, табл.2).

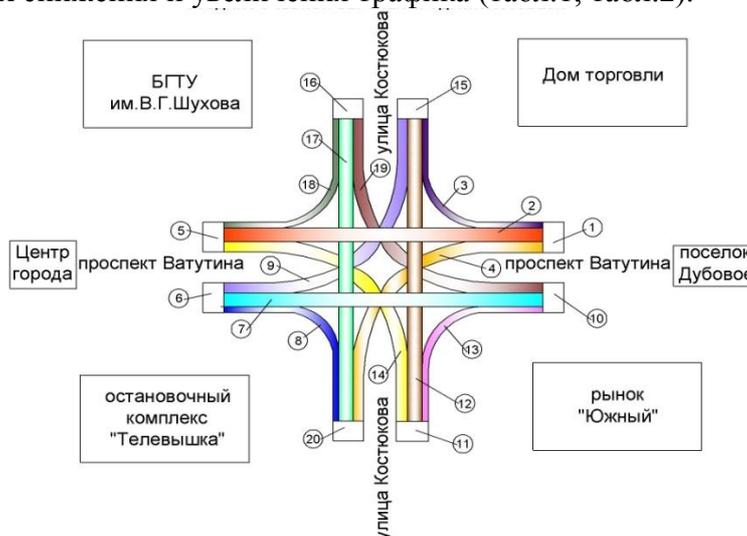


Рисунок 2 – Направления движения на пересечении пр-та Ватутина – ул. Костюкова

Таблица 1 – Увеличение трафика

Направление 2	2156	2336	2516	2696	2696	2876	3056	3236	3416	3596
Направление 12	280	303	327	350	350	374	397	420	444	467

Таблица 2 – Уменьшение трафика

Направление 2	2156	1976	1796	1616	1436	1256	1076	896	716	536
Направление 12	280	257	233	210	186	163	140	116	93	70

В результате расчета в TRANSYT – 7FR [1] получены следующие величины задержек, которые сведены в таблицу 3.

Произведем анализ данных режимов с точки зрения задержек транспорта. Для этого используем расчет с собственными данными по интенсивности и сравним их с предложенными вариантами режимов.

Как видно из полученных данных при минимальной интенсивности данного направления, до 1256 авт./час достаточно сохранить план регулирования утреннего часа пик понедельника, т.е. режим работы понедельника можно использовать в понедельник, среду, субботу и воскресенье (режим 1). Интенсивность движения автомобилей в пятницу, очень близка по показателям к четвергу, т.е. в эти дни можно использовать один общий режим работы в утренний час пик (режим 3). В то время как во вторник имеется значительное отклонение от всех рассматриваемых периодов, т.е. для него необходим свой собственный режим (режим 2). В итоге таблица режимов в утренний час пик будет иметь следующий вид (табл. 4).

Таблица 3 – Величина задержек относительно исходного режима работы светофорного объекта при изменениях интенсивности

Зоны изменения N	N, ед./час	Задержки по оптимизации для N, сек/авт.	Задержки по режиму понедельника, сек/авт.	Разница между задержками	Отклонение в % относительно оптимизированного значения режима	Необходимость ввода нового режима	
Зона уменьшения	356	16	16,8	0,8	4,8	Нет	Зона работы существующего плана
	536	16	16,9	0,9	5,3	Нет	
	716	16	16,9	0,9	5,3	Нет	
	869	16	17,3	1,3	7,5	Нет	
	1076	16,3	18,3	2	10,9	Нет	
	1256	17,5	21,7	4,2	19,4	Нет	
	1436	20,2	30,5	10,3	33,8	Да	
	1616	27,6	43,9	16,3	37,1	Да	
	1796	40,8	61,4	20,6	33,6	Да	
	1976	53,8	84,5	30,7	36,3	Да	
Зона увеличение	2156	68,9	68,9	0	0	План относительно, которого рассчитывалось смещение	Зона ввода новых планов
	2336	83	127	44	34,6	Да	
	2516	99,2	152	52,8	34,7	Да	
	2696	119	178	59	33,1	Да	
	2876	141	205	64	31,2	Да	
	3056	166	232	66	28,4	Да	
	3236	190	260	70	26,9	Да	
	3416	215	290	75	25,9	Да	
	3596	249	321	72	22,4	Да	
	3776	281	355	74	20,8	Да	
3956	310	390	80	20,5	Да		

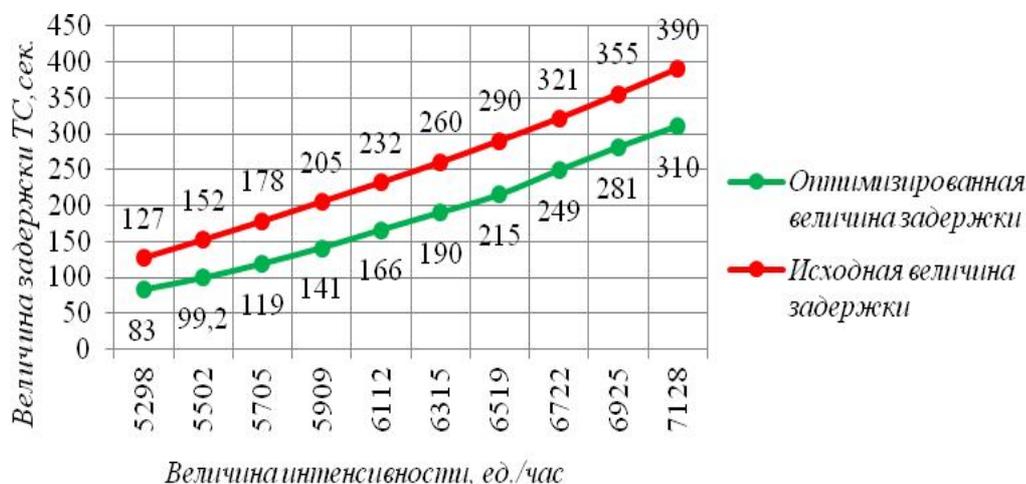


График 6 - Изменение величины задержки ТС при увеличении N ТП

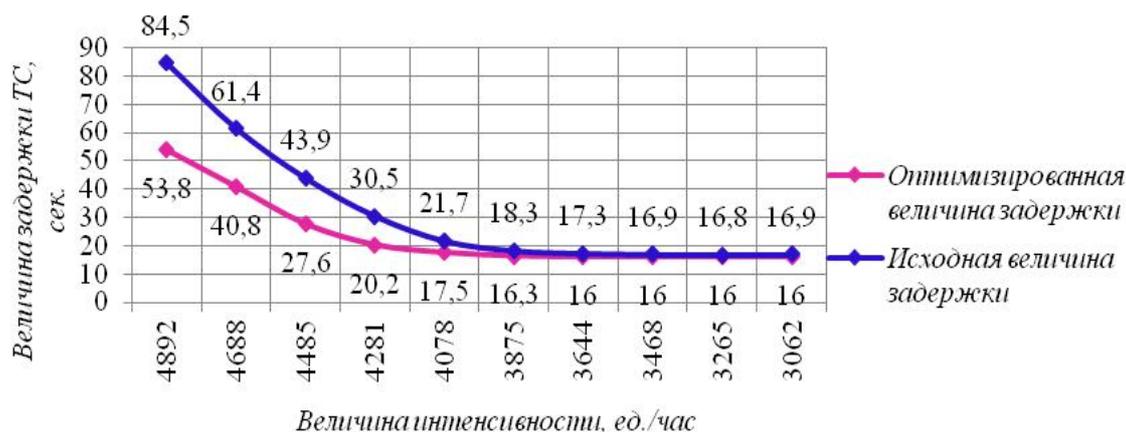


График 7 - Изменение величины задержки ТС при уменьшении N ТП

Таблица 4 – Режимы работы светофорных объектов в утренний час пик

Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота	Воскресенье
2156	2751	1332	1602	1640	568	384
Режим 1	Режим 2	Режим 1	Режим 3	Режим 3	Режим 1	Режим 1

В результате данного анализа выявлена возможность использования 3-х режимов вместо 7. Причем как показали расчеты режим, рассчитанный по показателям понедельника, может быть применен и при малой интенсивности, т.е. в выходные дни. Используя аналогичный метод, можно определить все вероятные комбинации по режимам работы данного светофорного объекта в остальные промежутки времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Robertson, D. I. «TRANSYT: Traffic Network Study Tool» Fourth International Symposium on the Theory of Traffic Flow, Karlsruhe, Germany, 1968.

Новиков Иван Алексеевич

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г.Шухова
Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедры теории транспортных процессов
Адрес: г. Белгород, ул. Костюкова, 46
Тел.: +7(4222)230533
E-mail: a.e.borovskoy@gmail.com

Шевцова Анастасия Геннадьевна

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова
Аспирант
Адрес: г. Белгород, ул. Костюкова, 46
Тел.: +7(4222)230533
E-mail: shevcova-anastasiya@mail.ru

I. A. NOVIKOV, A. G. SHEVCOVA

INFLUENCE OF CHANGE OF DELAYS OF VEHICLES ON QUANTITY OF OPERATING MODES TRAFFIC LIGHT OBJECT

Regulation of traffic by means of traffic lights objects is quite complex, but effective process. Thus there is a need to define a reasonable number of management plans on the main roads, which will help to minimize delays of vehicles, to increase fuel economy and reduce the amount of exhaust gases. This quantity may be determined on the basis of analysis of changes in intensity during the week and revealing the impact of these changes on the overall picture delays.

Keywords: change the intensity, the initial cycle of work, optimized cycle, reduction of delays, fuel savings.

BIBLIOGRAPHY

1. Robertson, D. I. "TRANSYT: Traffic Network Study Tool" Fourth International Symposium on the Theory of Traffic Flow, Karlsruhe, Germany, 1968.

Novikov Ivan Alekseevich

Belgorod State Technological University. Shukhov
Ph.D., Associate Professor, Head. Department of Transport Processes
Address: Belgorod, ul. Kostyukov, 46
Tel.: +7(4222)230533
E-mail: a.e.borovskoy @ gmail.com

Shevcova Anastasiya Gennad'evna

Belgorod State Technological University. Shukhov
graduate student
Address: Belgorod, ul. Kostyukov, 46
Tel.: +7(4222)230533
E-mail: shevcova-anastasiya@mail.ru

УДК 656.135.073

А. Н. НОВИКОВ, С. Ю. РАДЧЕНКО, А. Л. СЕВОСТЬЯНОВ, А. С. БОДРОВ,
А. А. КАТУНИН, В. В. ЖУКОВ, А. П. ТРЯСЦИН, Д. О. ЛОМАКИН,
М. В. КУЛЕВ, А. В. КУЛЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКОВ И ТРАНСПОРТНОЙ ПОДВИЖНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В ГОРОДЕ ОРЛЕ

В статье приводятся результаты исследования пассажиропотока в г. Орле. Материал служит основанием для корректировки маршрутной схемы отдельных маршрутов, составления расписания движения автобусов, выбора типа автобусов, распределения их по маршрутам, назначения остановочных пунктов, а так же для разработки мероприятий по улучшению обслуживания населения в час пик.

Ключевые слова: маршрутная транспортная сеть, маршрут, остановочный пункт, транспортная подвижность, маршрутное транспортное средство, пассажир.

В настоящее время жизнь любого достаточно крупного города не возможна без соответствующего развития транспортной инфраструктуры, так как на долю общественного транспорта в Российской Федерации приходится более 80% городских перевозок [1].

До недавнего времени перевозка пассажиров в г. Орле была монополизирована муниципальными предприятиями пассажирского транспорта. Распределение маршрутов между ними исключало эксплуатацию одного маршрута несколькими предприятиями. В условиях перехода к рыночным отношениям произошло изменение системы городского пассажирского транспорта (ГПТ), связанное, прежде всего, с появлением и ростом числа частных перевозчиков и одновременным упадком муниципальных предприятий.

В настоящее время в структуру ГПТ г. Орла входят два муниципальных предприятия: муниципальное унитарное пассажирское автотранспортное предприятие №1 (МУ ПАТП-1) и муниципальное унитарное предприятие «Трамвайно-троллейбусное предприятие» (МУП ТТП), а так же более 5-ти крупных перевозчиков различных форм собственности (партнерства): ИП «ЦППП», СРООПП «Альтернатива», ООО «Гепард», ИП Стариков, ИП Гвоздев, ИП Грачев. Общее количество транспортных средств муниципальных предприятий составляет 310 ед., частных перевозчиков – 456 ед. Общее количество маршрутов составляет 71 ед.

Непрерывное расширение границ городов за счет интенсивного периферийного жилищного строительства, повышение материального и культурного уровня трудящихся, возросшая в связи с этим подвижность населения предъявляют более высокие требования к условиям транспортного обслуживания населения. Эти сложные транспортные проблемы могут быть решены только на основе глубокого изучения потребности в перевозках, которые определяются объемом перевозок и характером распределения пассажиропотоков.

Для повышения качества предоставляемых автотранспортных услуг и обеспечения эффективности использования подвижного состава необходимо систематически исследовать пассажиропотоки, как на отдельных маршрутах, так и на всей маршрутной сети.

Данные об объеме и характере пассажиропотока - необходимое условие для объективного решения следующих задач: перспективного и текущего планирования перевозок; корректировки маршрутной сети; выбора вида подвижного состава; организации движения с учетом непрерывного улучшения качества перевозок, повышения рентабельности работы маршрутов, эффективного использования подвижного состава.

В ходе анализа методов исследования пассажиропотоков (рис. 1) был выбран комбинированный метод на основе анкетного, табличного и визуального методов. Сочетание данных методов обеспечивает наибольший объем и полноту информации, получаемой в результате исследования, а так же ее высокую достоверность [3].

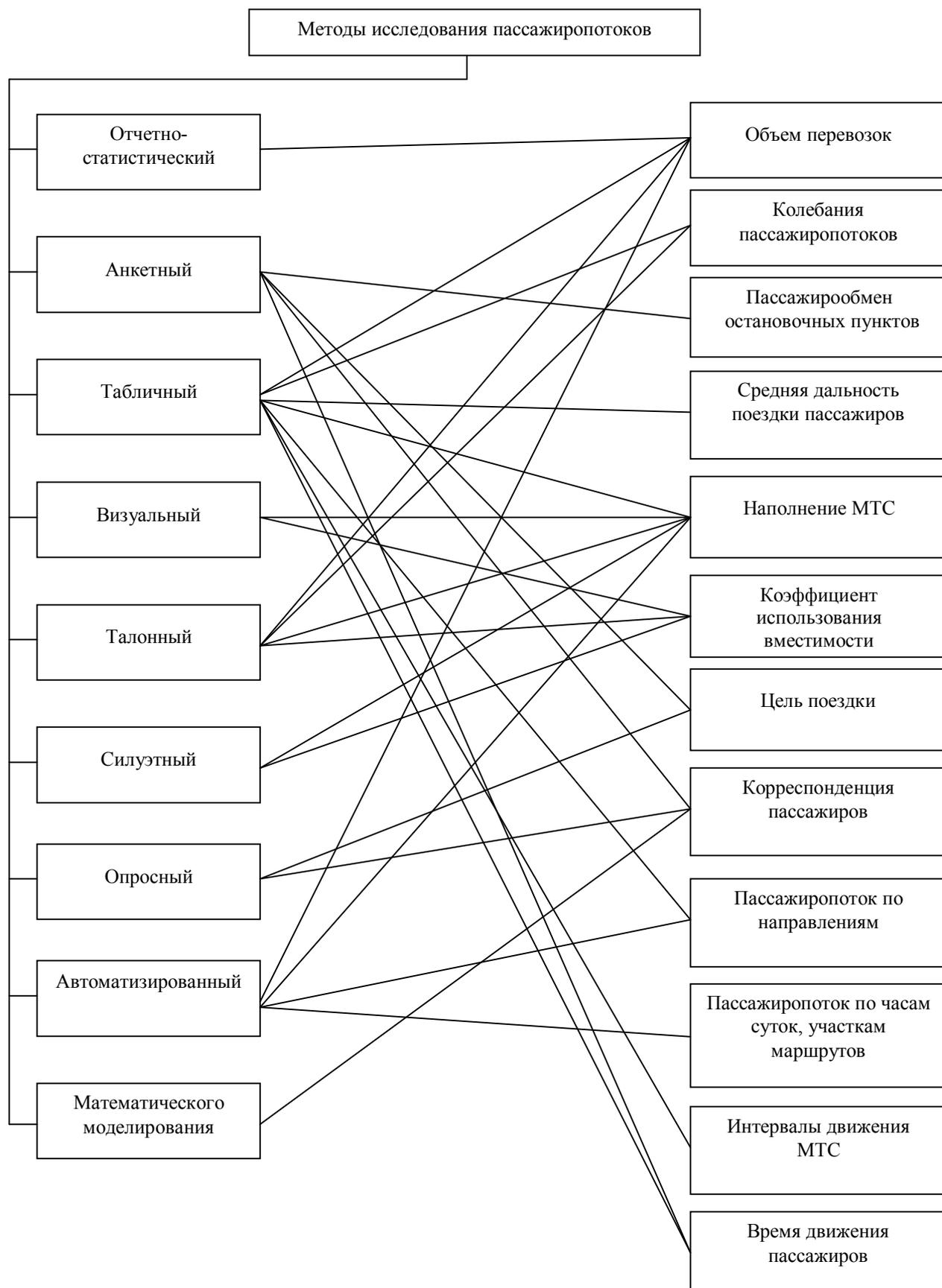


Рисунок 1 – Классификация методов обследования пассажиропотоков

Характерной особенностью системы городского пассажирского транспорта г. Орла является одновременная работа на маршрутах различных видов транспортных средств (автобусы особо большого, большого, среднего, малого и особо малого классов, троллейбусы, трамваи) и форм собственности (муниципальная, частная). Это затрудняет количественную оценку показателей процесса перевозок пассажиров системой городского пассажирского транспорта и вызывает необходимость адаптации существующих методик к указанным условиям.

Натурные обследования транспортной подвижности населения г. Орла во внутригородских сообщениях, выполненные анкетным методом позволили установить:

- Частоту приобретения проездного билета различными категориями граждан (рис. 2);

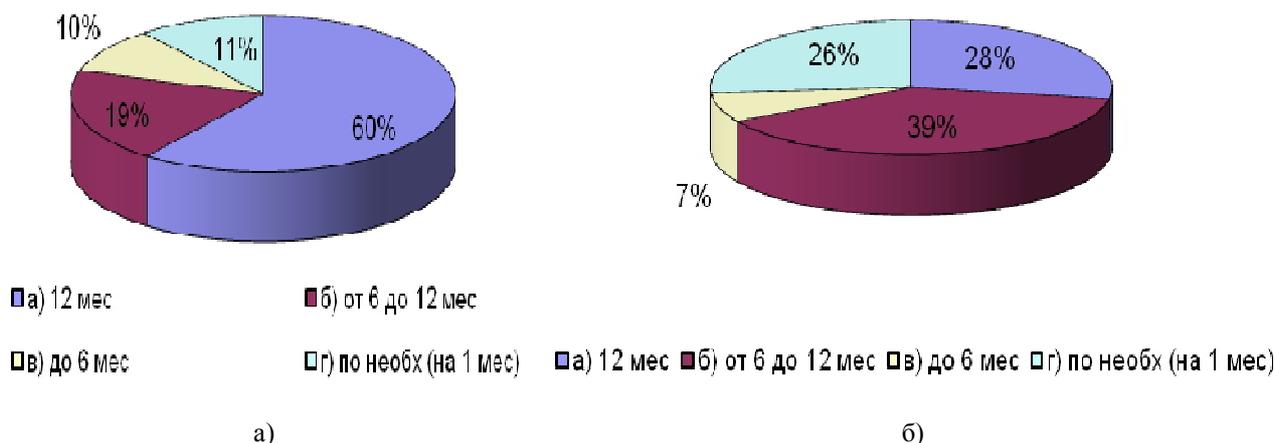


Рисунок 2 – Диаграмма распределения частоты покупки проездного билета различными категориями граждан, а - пенсионер, б - школьник

- Частоту использования видов транспорта различными категориями граждан (рис. 3);



Рисунок 3 – Диаграмма распределения частоты использования видов транспорта различными категориями граждан, а - трамвай, б – троллейбус

- Частоту поездок в день различными категориями граждан (рис. 4);



Рисунок 4 – Диаграмма распределения частоты поездок в день различными категориями граждан, а - пенсионер, б - школьник

- Частоту пересадок различных категорий граждан (рис. 5);

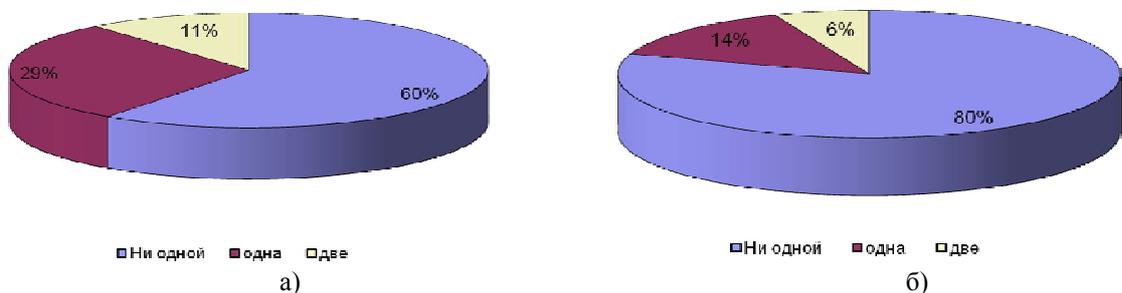


Рисунок 5 – Диаграмма распределения частоты пересадок различных категорий граждан, а - пенсионер, б - школьник

- Количество пересадок по районам города Орла (рис. 6);

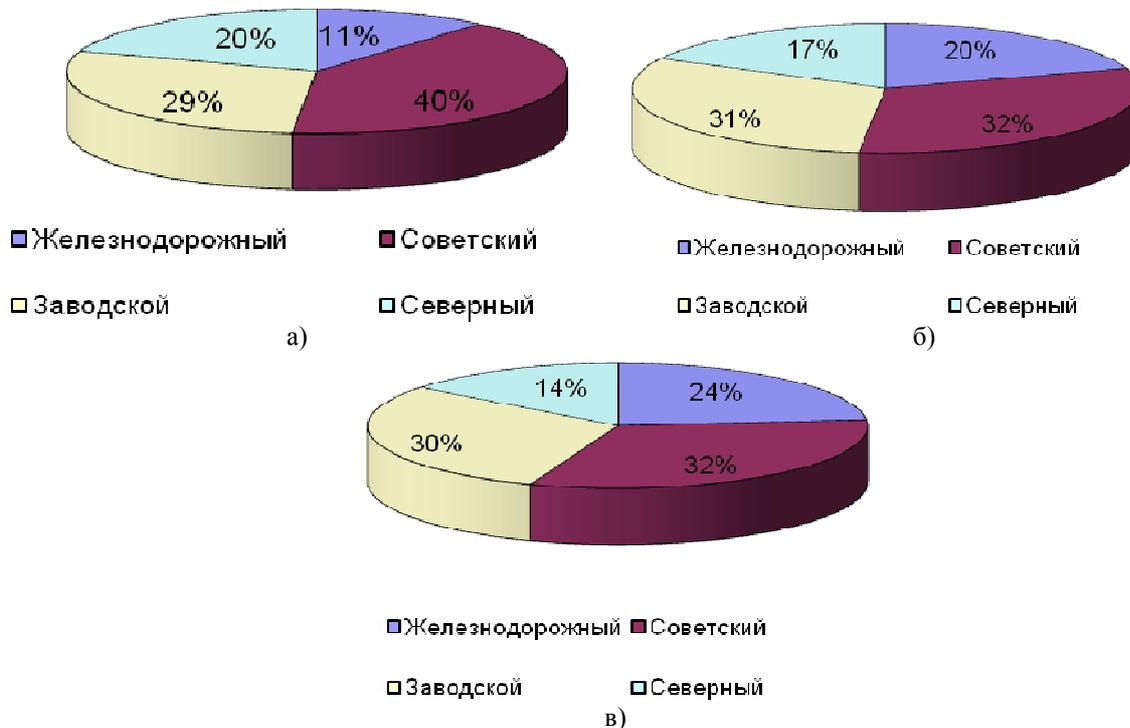


Рисунок 6 – Диаграмма распределения количества пересадок по районам города Орла, а - ни одной, б - одна, в – две

- Предпочтения граждан по виду транспорта по районам (рис. 7);

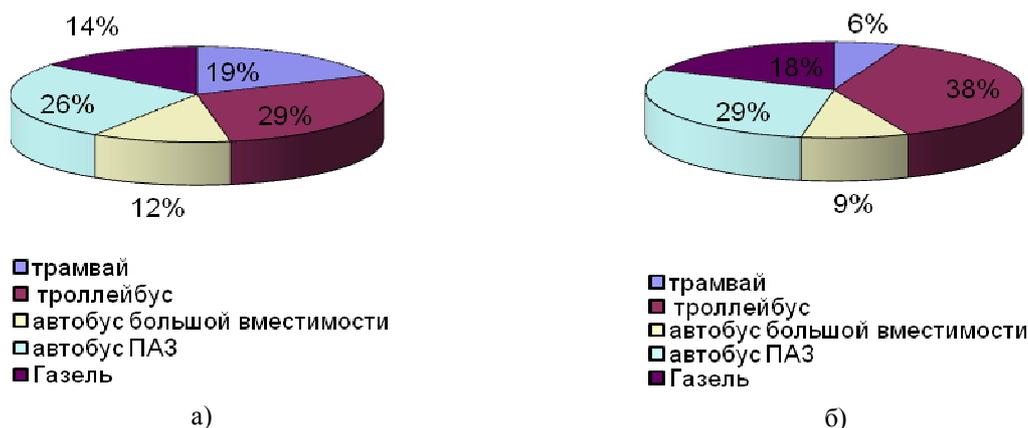


Рисунок 7 – Диаграмма распределения предпочтений граждан по виду транспорта по районам, а - Железнодорожный, б - Советский, в - Заводской, г - Северный

- Проблемные остановочные пункты.

Транспортная подвижность населения (поездки в день) города Орла среднем по всем категориям пассажиров составляет 2,48 поездки в день, троллейбусами – 2,59 поездки в день, трамваями – 2,47 поездки в день, автобусами – 2,39 поездки в день, всеми видами – 2,48 поездки в день.

Натурные исследования транспортной подвижности населения г. Орла во внутригородских сообщениях, выполненные табличным методом позволили установить:

- объемы перевозок и пассажирооборот на остановочных пунктах г. Орла (рис. 8);

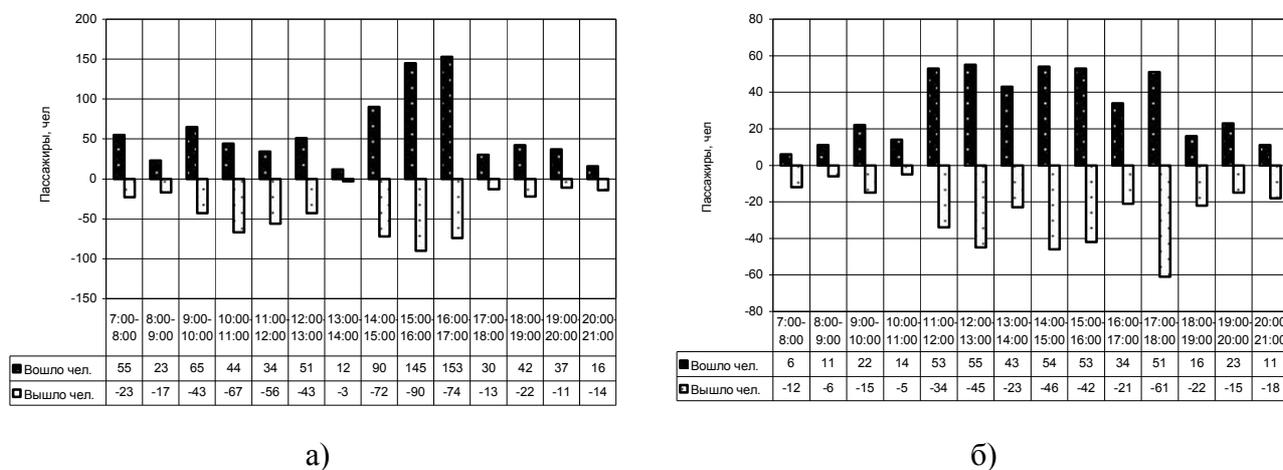


Рисунок 8 - Объемы перевозок и пассажирооборот на остановочных пунктах города Орел, а - к-р Родина (на ЖД-вокзал), б - ул. Роза Люксембург

- Объемы перевозок и пассажирооборот различными маршрутными транспортными средствами;

- Среднюю наполняемость маршрутных транспортных средств.

Информация о транспортной подвижности населения, полученной в ходе исследования пассажиропотока г. Орла, позволила составить оптимальную маршрутную сеть, удовлетворяющую потребности в перевозках всех пассажиров, а так же определить рациональное количество транспортных средств на маршрутах. Транспортные связи основных остановочных пунктов г. Орла представлены графом (рис. 8).

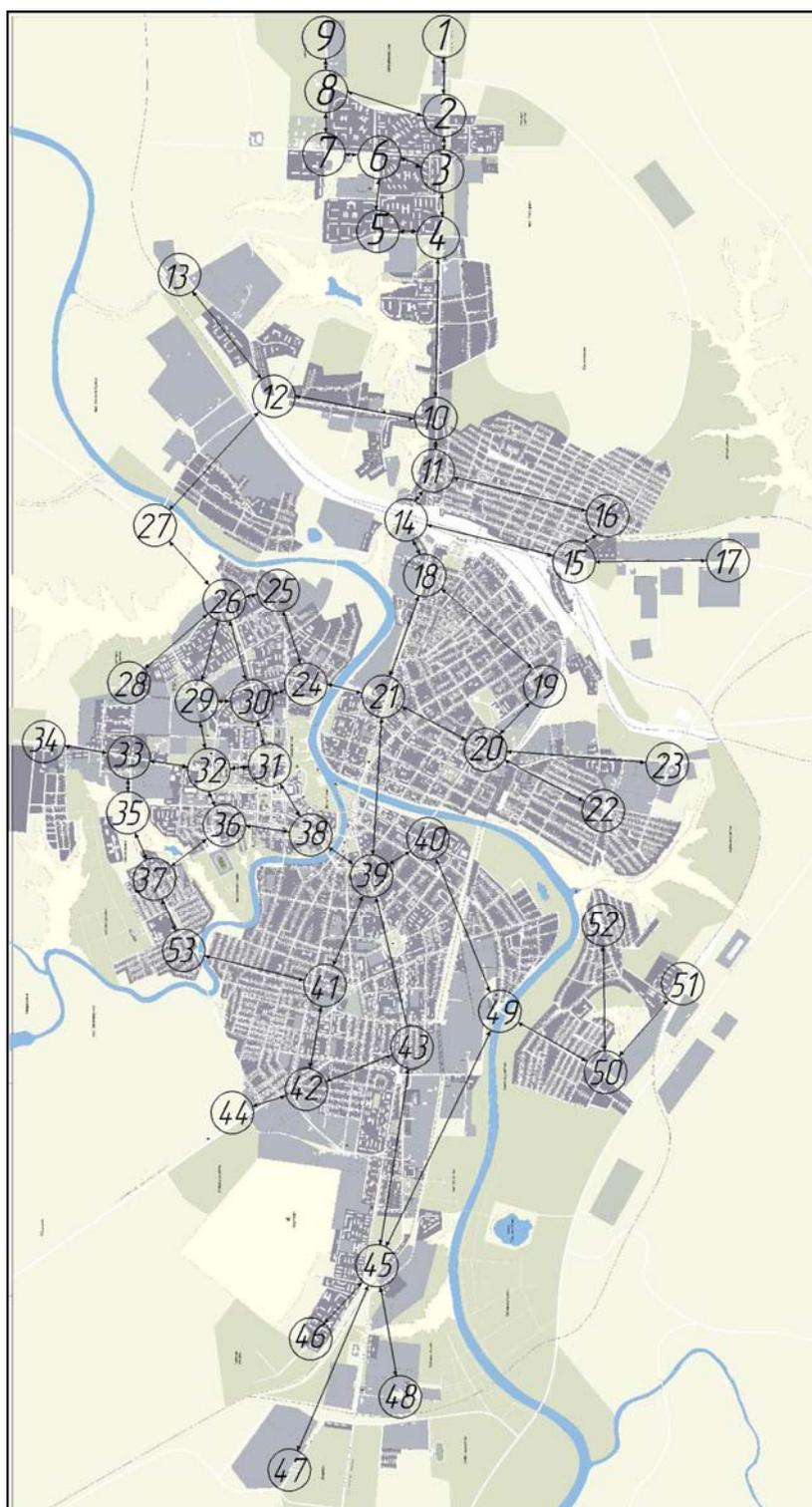


Рисунок 8 – Граф транспортных связей г. Орла

Исследование пассажиропотоков в г. Орле позволило определить рациональное количество автобусных маршрутов равное 38 (троллейбусные и трамвайные маршруты изменять нет необходимости). Количество маршрутных транспортных средств на автобусных маршрутах рекомендуется принять равным 278 ед. различной вместимости. Рекомендуется увеличить общее количество троллейбусов на 25 % по маршрутам №3, №5, №8, №10, сократить количество троллейбусов на маршруте № 1 на 10 %, оставить неизменным количество трамваев.

Степень загрузки маршрутной транспортной сети высокая и превышает расчетное значение на 86,6 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методологические рекомендации по проведению обследования по определению степени использования общественного транспорта различными категориями граждан (транспортной подвижности граждан). – Письмо Госкомстата ОР-09-23/692 от 14.02.2002.

2. Рассоха, В. И. Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта на основе разработанных научно-технических, технологических и управленческих решений [Текст] : дис. ... докт. техн. наук : 05.22.10 : защищена 24.12.10 / Рассоха Владимир Иванович. — Оренбург, 2010. — 449 с. — Библиогр.: с. 143—213.

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

Радченко Сергей Юрьевич

Госуниверситет-УНПК

Д-р техн. наук, профессор, проректор по научной работе

Адрес: г. Орел, ул. Наугорское шоссе, 29

Тел.: +7(8462)419841

E-mail: sapr@ostu.ru

Севостьянов Александр Леонидович

Госуниверситет-УНПК

Канд. техн. наук, директор института транспорта, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел.: +7(4862)734360

E-mail: srmostu@mail.ru

Бодров Андрей Сергеевич

Госуниверситет-УНПК

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел.: +7(8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Катунин Андрей Александрович

Госуниверситет-УНПК

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел.: +7(8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Жуков Вячеслав Васильевич

Госуниверситет-УНПК

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел.: +7(8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Трясцин Антон Павлович

Госуниверситет-УНПК

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел.: +7(8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Ломакин Денис Олегович

Госуниверситет-УНПК

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 Максим Владимирович

Государственный университет-УНПК
Канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры «Сервис и ремонт машин»
Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77
Тел.: +7(8462)734350
E-mail: srmostu@mail.ru

Кулев Андрей Владимирович

Государственный университет-УНПК
Ассистент кафедры «Сервис и ремонт машин»
Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77
Тел.: +7(8462)734350
E-mail: srmostu@mail.ru

A. N. NOVIKOV, S. U. RADCHENKO, A. L. SEVOSTIANOV, A. S. BODROV,
A. A. KATUNIN, V. V. ZHUKOV, A. P. TRYASCIN, D. O. LOMAKIN,
M. V. KULEV, A. V. KULEV

SURVEY OF PASSENGER AND TRANSPORT MOBILITY OF THE POPULATION IN THE CITY OF OREL

In this article the results of research of passenger traffic in the city of Orel. Material serves as a basis to adjust the routing scheme of separate routes, schedule of buses, select the type of buses, their distribution on the route, destination staging areas, as well as for development of actions on improvement of service of the population in the rush hour.

Key words: route transport network, the route, stopping point, the transport mobility, fixed-run the vehicle, the passenger.

BIBLIOGRAPHY

1. Metodologicheskie rekomendatsii po provedeniyu obsledovaniya po opredeleniyu stepeni ispol'zovaniya obshchestvennogo transporta razlichnymi kategoriyami grazhdan (transportnoy podvizhnosti grazhdan). - Pis'mo Goskomstata OR-09-23/692 ot 14.02.2002.

2. Rassokha, V. I. Povyshenie effektivnosti ekspluatatsii avtomobil'nogo transporta na osnove razrabotannykh nauchno-tekhnicheskikh, tekhnologicheskikh i upravlencheskikh resheniy [Tekst] : dis. ... dokt. tekhn. nauk : 05.22.10 : zashchishchena 24.12.10 / Rassokha Vladimir Ivanovich. - Orenburg, 2010. - 449 s. - Bibliogr.: s. 143-213.

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

Radchenko Sergey Yurievich

State University-UNPK
Dr. tech. , Professor, vice-rector on scientific work
Address: g. Orel, Naugorskoe shosse Street., 29
Tel.: +7 (8462)419841
E-mail: sapr@ostu.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

Bodrov Andrei Sergeevich

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

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

Zhukov Vyacheslav Vasil'evich

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

Tryascin Anton Pavlovich

State University-UNPK
Cand. tech. sciences, associate professor
Address: g. Orel, Moscows Street., 77
Tel.: +7(8462)734350
E-mail: srmostu@mail.ru

Lomakin Denis Olegovich

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 Maxim Vladimirovich

State University-UNPK
Cand. tech. sciences, senior lecturer 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

УДК 621.3.067: 614.8

Е. В. БОНДАРЕНКО, Р. Х. ХАСАНОВ, Е. С. СИДОРИН, В. С. ГОЛОВАНОВ

О ВЗАИМОСВЯЗИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье обоснована актуальность темы статьи, представлены распределение пожаров по видам автотранспортных средств, результаты анализа противопожарной безопасности автомобилей, результаты распределения отказов элементов автомобилей, распределение отказов элементов электрооборудования автомобилей. Впервые представлен детальный анализ основных причин пожаров на автотранспортных средствах, определены аварийные режимы работы электрооборудования и факторы, влияющие на режим ее работы,

Ключевые слова: автотранспортные средства, безопасность, пожары, возгорания, работа электрооборудования, техническое состояние.

В последние годы в нашей стране не снижается тенденция увеличения количества эксплуатируемых автотранспортных средств. Официальные данные агентства «Автостат» констатируют тот факт, что в 2010 году в Российской Федерации было продано 1,91 млн. автомобилей, что на 30% больше, чем в 2009 (1,46 млн. автомобилей). При этом, прогноз продаж автомобилей на 2011 год ожидается на уровне 2,24 млн. автомобилей [1]. Таким образом, в России настоящее время автомобильный транспорт является самым массовым видом транспорта, аналогична ситуация и в мире.

Благоприятными обстоятельствами данной ситуации являются относительно незначительные затраты на покупку, обслуживание и ремонт автотранспортных средств, возможность эксплуатации в различных дорожных и природно-климатических условиях, невысокие требования к знаниям и навыкам при управлении автомобилем и др.

При этом, современный автомобиль является сложным техническим механизмом, вмещающим в себе передовые конструктивно-технологические разработки. Следует отметить, что, несмотря на совершенствование технико-эксплуатационных свойств, на автомобилях вследствие разных причин имеется риск возникновения пожаров. По данным Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС РФ) пожары в автотранспортных средствах по своему количеству занимают второе место после пожаров в жилом секторе [2]. Пожары на автотранспортных средствах приносят значительный ущерб в результате частичных повреждений или полного уничтожения огнем автомобиля и окружающей среды, а также сопровождаются, как правило, особо тяжелыми последствиями для водителей и пассажиров – ожогами, отравлением продуктами горения или гибелью людей.

В таблице 1 представлено распределение пожаров в Российской Федерации по видам транспортных средств за 2007-2009 гг.

Обоснованием того, что автомобили обладают достаточно высоким уровнем потенциальной пожарной опасности, является высокая энергонасыщенность, функционирование силовых установок с большими усилиями и высокими скоростями движения, реализация процесса сжигания топлива с выбросом высокотемпературных отработанных газов, наличием в нем большого количества горючих материалов [2].

Анализ результатов литературных источников и данных официальных сайтов государственных структур [3, 4] позволил выделить основные причины пожаров на автотранспортных средствах, которые представлены в таблице 2.

Таблица 1 - Распределение пожаров в Российской Федерации по видам транспортных средств за 2007-2009 гг.

Вид транспортного средства	Количество пожаров, ед.		
	2007	2008	2009
Грузовой автомобиль	3187	3153	2806
Легковой автомобиль	17516	18519	18542
Мототранспорт	169	187	132
Автобус	738	649	621
Итого	21610	22508	22101

Таблица 2 – Распределение основных причин пожаров на автотранспортных средствах

Причины пожаров	Проценты
Неисправность систем, механизмов и узлов	25,2
Поджоги	22,2
Нарушение правил технической эксплуатации электрооборудования	15
Неосторожное обращение с огнем	9,7
Дорожно-транспортные происшествия	7,1
Нарушение правил противопожарной безопасности при монтаже и эксплуатации электрооборудования	4,4
Прочие причины	16,4

На основании полученных данных можно сделать следующий вывод, что более трети причин пожаров связано с неисправностью и нарушением правил монтажа, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта электрооборудования автотранспортных средств.

Кроме того, автомобили со значительным сроком (5 и более лет) эксплуатации не являются многочисленными в статистике пожаров на автотранспорте. Современные автомобили, как правило, переоснащенные дополнительным электрооборудованием, подвергаются воспламенению по причине аварийного режима работы этого оборудования, что является следствием энергонасыщенности.

Проведенный опрос специалистов автообслуживающих и автосервисных предприятий города Оренбурга показал, что в автомобиле возникают следующие аварийные режимы работы электрооборудования, которые приводят к возгоранию:

- 1) короткое замыкание;
- 2) устойчивое перенапряжение вследствие механических нарушений в работе регулирующих аппаратов (распределители, нарушение контактов в результате вибрации и т.д.);
- 3) кратковременное перенапряжение, возникающее при коммутации мощных электрифицированных механизмов и аппаратов (установка мощных нештатных аудиосистем, нарушение работы охранных систем и т.д.);
- 4) длительное коррозионное воздействие на контакты и электронные системы.

Проявление этих неисправностей в работе двигателя и систем автомобиля отличается большим многообразием и не всегда может быть идентифицировано в процессе диагностирования даже высококвалифицированными специалистами сервисных предприятий [2].

Отдельно следует выделить, часть пожаров автомобилей возникающих при ДТП. Так за 2010 год в РФ зарегистрировано 199431 ДТП [4]. Несмотря на колоссальные усилия, прилагаемые для уменьшения числа ДТП не только в плане федеральных законов, проектов, а также действий различных общественных, профессиональных и других российских и иностранных организаций ситуация, коренным образом не изменяется [5,6]. При этом, по офи-

циальным данным более чем в 5% случаях ДТП заканчиваются возгоранием даже при соблюдении правил противопожарной безопасности автомобилей [7].

Аналогичная пожарная ситуация при ДТП наблюдается и в развитых странах. Например, в Италии, насчитывающей более 9 млн. автомобилей, ежегодно происходит 350 тыс. столкновений, из которых 0,03 % заканчиваются возгоранием автомобилей. В США по статистическим исследованиям в 32065 случаях были определены, как «тяжелые» ДТП, в которых один человек или более был ранен. Такие ДТП в 148 случаях (0,46 %) сопровождалось возгоранием автомобилей.

Анализ опроса специалистов МЧС РФ по Оренбургской области предопределил, что основными причинами возгораний при ДТП, как правило, являлись нарушение герметичности топливной системы и короткое замыкание электрооборудования автомобиля.

Следует выделить, что техническая неисправность элементов автомобилей явилась причиной 5% ДТП (с 100% вероятностью), до 13% ДТП (с вероятностью не менее 80%), до 25% ДТП (с вероятностью менее 80%) [8,9].

Детальная обработка данных об отказах и неисправностях автомобилей, собранных с предприятий автотранспортного комплекса города Оренбурга, представлена на рисунке 1 в виде диаграммы распределений отказов по агрегатам, узлам и системам автомобилей.

Согласно полученным данным в среднем до 25 % отказов автомобиля приходится на элементы тормозной системы, до 17 % - на элементы электрооборудования, до 15 % - на элементы трансмиссии, более 10 % - на элементы топливной системы. Таким образом, в общей структуре отказы элементов электрооборудования автомобилей находятся на втором месте после элементов тормозной системы.

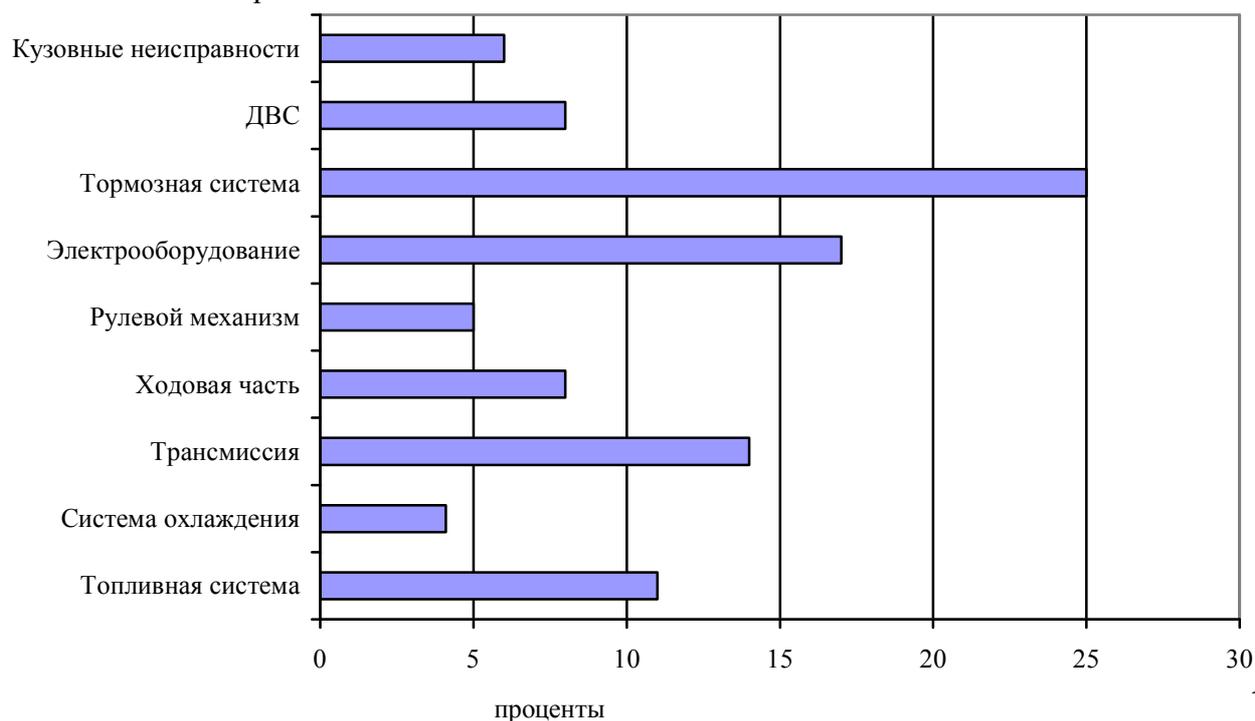


Рисунок 1 – Диаграмма распределения отказов по агрегатам, узлам и системам автомобилей

При этом, анализ ряда работ показывает, что установлены взаимосвязи эксплуатационных и технологических параметров для элементов автомобилей, обеспечивающих активную и пассивную безопасность, не только качественном, но и на аналитическом уровнях [10].

При анализе причин отказов электрооборудования автомобиля обозначим отказы его элементов, представленный на диаграмме распределения отказов системы электрооборудования (рис. 2).

Данные представленные на диаграмме показывают, что более 25 % отказов приходится на стартер и систему зажигания автомобиля, более 20 % отказов относятся к световой сигнализации, 16 % отказов зафиксировано у контрольно-измерительных приборов и генератора. При этом, следует отметить, что среди перечисленных наиболее нагруженными элементами электрооборудования считаются стартер, система зажигания и генератор автомобиля, которые, по-нашему мнению, являются наиболее вероятными источниками возникновения возгорания при эксплуатации.

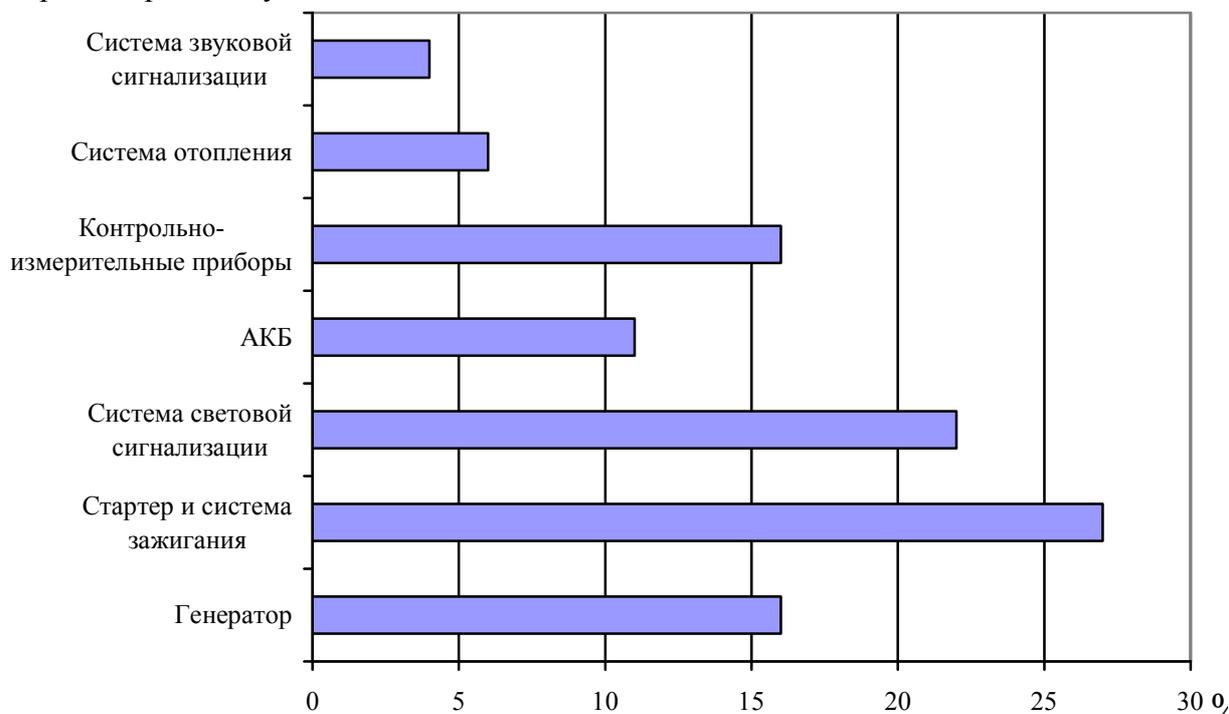


Рисунок 2 – Диаграмма распределения отказов системы электрооборудования

Так как электрооборудование автомобилей после топливной системы является самой пожароопасной системой в двигателе, она играет особую роль в пожарной опасности автомобиля.

Кроме того, элементы электрооборудования автомобиля сосредоточены в таких местах ее эксплуатации, как моторный отсек и салон автомобиля, где присутствуют факторы, влияющие на режим ее работы:

- высокая температура поверхностей узлов и агрегатов двигателя;
- высокое тепловое излучение от двигателя;
- наличие топливопроводов, при повреждении которых электрооборудование становится потенциальным источником воспламенения;
- наличие арматуры системы охлаждения и смазки;
- возможность образования конденсата при резких колебаниях температур, как в двигательном отсеке, так и в салоне автомобиля.

Распространенным аварийным режимом работы электрооборудования, приводящим к пожару, является короткое замыкание. Часто короткое замыкание возникает в результате нарушений изоляции электропроводки и из-за технической неисправности электрооборудования. При коротком замыкании ток, протекая по проводнику, вызывает значительное его нагревание, при котором возможно загорание изоляции проводника, а затем контактирующих с ним сгораемых материалов. К пожароопасным относятся проводники, которые эксплуатируются без специальной защиты, к таким проводникам специалисты относят элементы системы зажигания и стартер. Кроме того, выделяется режим прямого короткого замыкания полюсных выводов батарей (например, замыкание положительной клеммы аккумулятора на

корпус при нарушении изоляции). В этом случае возникает мощная электрическая дуга, которая может привести к мгновенному воспламенению паро- и газоздушных смесей.

Особое место имеет процесс воспламенения изоляции проводника при микроповреждениях, который до настоящего времени исследовался очень мало.

При возгорании электрической изоляции часть ее под воздействием высокой температуры в результате пиролиза переходит в газообразное состояние. Самостоятельное горение наблюдается в том случае, если газообразные продукты термического разложения смешиваются с воздухом в соответствующей пропорции и объекту передается достаточная для достижения температуры воспламенения энергия.

Горение электрической дуги в этом случае имеет другую природу и не требует наличия окислителя. Известно, что температура самовозгорания изоляции проводников из ПВХ (поливинилхлорида) составляет 390 °С.

При возникновении коротких замыканий в системе электрооборудования автомобилей общее сопротивление уменьшается, что приводит к увеличению токов в ее ветвях по сравнению с токами нормального режима, а это вызывает снижение напряжения отдельных точек системы электроснабжения, которое особенно велико вблизи места короткого замыкания.

В зависимости от места возникновения и продолжительности повреждения его последствия могут иметь местный характер или отражаться на всей системе электроснабжения.

При большой удаленности короткого замыкания величина тока короткого замыкания может составлять лишь незначительную часть номинального тока питающих генераторов и возникновение такого короткого замыкания воспринимается ими как небольшое увеличение нагрузки. Сильное снижение напряжения получается только вблизи места короткого замыкания, в то время как в других точках системы электроснабжения это снижение менее заметно. Следовательно, при рассматриваемых условиях опасные последствия короткого замыкания проявляются лишь в ближайших к месту короткого замыкания частях системы электроснабжения.

Ток короткого замыкания, являясь даже малым по сравнению с номинальным током генератора, обычно во много раз превышает номинальный ток ветви, где произошло короткое замыкание. Поэтому и при кратковременном протекании тока короткого замыкания он может вызвать дополнительный нагрев токоведущих элементов и проводников выше допустимого.

Токи короткого замыкания вызывают между проводниками большие механические усилия, которые особенно велики в начале процесса короткого замыкания, когда ток достигает максимального значения. При недостаточной прочности проводников и их креплений могут иметь место разрушения механического характера.

Ранее утверждалось, что воспламенение токопроводящих кабелей происходит только при наличии трех основных составляющих горения в так называемом «треугольнике горения» включающим:

- источник зажигания в рассматриваемом случае источник воспламеняющей энергии - электрический ток;
- горючее вещество для изоляции кабелей применяют различные пластические материалы, в данном случае горючее вещество - ПВХ;
- окислитель, которым в процессе горения является кислород воздуха.

В классическом случае, при отсутствии хотя бы одной из этих трех составляющих воспламенения не происходит. Однако при горении элементов электрооборудования автомобилей третья составляющая – окислитель на начальном этапе может отсутствовать. Таким образом, подчеркивается значимость темы дальнейшего теоретического и практического исследования.

При воздействии источника зажигания (в данном случае - тока утечки) электрическая изоляция разлагается с образованием горючих продуктов распада. Воспламенение изоляции

возникает при нагреве ее поверхности до такой температуры, при которой скорость выделения с поверхности летучих веществ, станет достаточной для возникновения в присутствии источника зажигания и окислителя в воздухе реакции горения в газовой фазе над поверхностью изоляции.

Согласно анализа литературных источников и проведенных экспериментальных исследований горение электрической дуги имеет другую природу и не требует наличия окислителя. Известно, что температура самовозгорания ПВХ составляет 390 °С.

Для воспламенения изоляции необходимо воздействие мощности от 40 до 60 Вт (по данным ФГУ ВНИИ противопожарной обороны МЧС РФ - от 20 Вт). Выделение такой мощности возможно при протекании токов утечки в месте повреждения изоляции или возникновении «горячей точки» в месте некачественного контакта (незатянутые клеммы и т.п.).

На основании вышеописанного можно сделать вывод, что на теоретические и практические исследования, направленные на развитие и совершенствование противопожарной безопасности подвижного состава автомобильного транспорта не уделяется требуемого внимания, поэтому проблема обеспечения этого вида безопасности на автомобилях массового использования остается актуальной и своевременной. Кроме того, значимая часть возникновения пожаров определяется техническим состоянием элементов электрооборудования автомобилей. Таким образом, наличие качественной взаимосвязи противопожарной безопасности и параметров технического состояния автомобилей очевидно. Дальнейшие исследования будут направлены на поиск и разработку мероприятий по снижению уровня пожарной опасности автомобилей в процессе эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистика автомобильного рынка // Официальный ресурс аналитическое агентство АВТОСТАТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.autostat.ru>.
2. Данилова, Д. Неутешительная статистика [Текст] / Д. Данилова // Пожарное дело.–2009- №5 – С. 22.
3. Статистика по пожарам за 2010 год по России // Официальный ресурс МЧС России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru>.
4. Статистика ДТП по России // Официальный ресурс ГИБДД МВД РФ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru>.
5. Российская федерация. Законы. О безопасности дорожного движения: федер. закон: [принят Гос. Думой 15 ноября 1995г.]. – М.: Маркетинг, 2010. – 11с.
6. Технический регламент «О безопасности колесных транспортных средств»: постановление Правительства РФ от 10.09.2010 N 706. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.tehreg.ru>
7. Хасанов, Р. Х. О повышении противопожарной безопасности автомобилей [Текст] / Р. Х. Хасанов, Е. С. Сидорин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. - № 10. – С. 68-73
8. Гудков, В. А. Безопасность транспортных средств (автомобили) [Текст]: учебное пособие для вузов / В. А. Гудков, Ю. А. Комаров, А. И. Рябчинский, В. Н. Федотов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 431 с.: ил.
9. Хасанов, Р. Х. Основы технической эксплуатации автомобилей [Текст]: учеб. пособие / Р. Х. Хасанов. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 193 с.
10. Бондаренко, Е. В. К вопросу влияния технического состояния передней части кузова легкового автомобиля на углы установки управляемых колес в эксплуатации [Текст] / Е. В. Бондаренко, В. П. Апин, И. Х. Хасанов // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2006. - N 12, прил., ч. 2 С. 438-444

Бондаренко Елена Викторовна

Оренбургский государственный университет

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

Адрес: 460018, г. Оренбург, проспект Победы, 13

Тел.: +7(3532)756399

E-mail: tera@mail.osu.ru

Хасанов Рустем Халилович

Оренбургский государственный университет

Канд. техн. наук, доцент кафедры автомобилей и безопасности движения
Адрес: 460018, г. Оренбург, проспект Победы, 13
Тел.: +7(3532)756399, +7(912)8485443
E-mail: hasanov_r@mail.ru

Сидорин Евгений Сергеевич

Оренбургский государственный университет
Аспирант кафедры автомобилей и безопасности движения
Адрес: 460018, г. Оренбург, проспект Победы, 13
Тел.: +7(3532)756399, +7(932)5517397
E-mail: ххха7@mail.ru

Голованов Виталий Сергеевич

Оренбургский государственный университет
Аспирант кафедры автомобилей и безопасности движения
Адрес: 460018, г. Оренбург, проспект Победы, 13
Тел.: +7(3532)756399, +7(987)8860498
E-mail: mixadance1989@mail.ru

E. V. BONDARENKO, R. H. KHASANOV, E. S. SIDORIN, V. S. GOLOVANOV

ABOUT INTERRELATION OF FIRE-PREVENTION SAFETY AND PARAMETERS OF THE TECHNICAL CONDITION OF CARS

In article the urgency of a theme of article is proved, results of the analysis of fire-prevention safety of cars, results of distribution of refusals of elements of cars, distribution of refusals of elements of an electric equipment of cars are presented distribution of fires by kinds of vehicles. For the first time the detailed analysis of principal causes of fires on vehicles is presented, emergency operation of work of an electric equipment and the factors influencing a mode of its work are defined.

Keywords: *vehicles, safety, fires, ignitions, electric equipment work, a technical condition.*

BIBLIOGRAPHY

1. Statistika avtomobil'nogo rynka // Ofitsial'nyy resurs analiticheskoe agent-stvo AVTOSTAT [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.autostat.ru>.
2. Danilova, D. Neuteshitel'naya statistika / D. Danilova // Pozharnoe delo. - 2009 - №5 - S. 22.
3. Statistika po pozharam za 2010 god po Rossii // Ofitsial'nyy resurs MCHS Ros-sii. [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.mchs.gov.ru>.
4. Statistika DTP po Rossii // Ofitsial'nyy resurs GIBDD MVD RF. [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.gibdd.ru>.
5. Rossiyskaya federatsiya. Zakony. O bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya: feder. za-kon: [prinyat Gos. Dumoy 15 noyabrya 1995g.] - M.: Marketing, 2010. - 11s.
6. Tekhnicheskii reglament "O bezopasnosti kolesnykh transportnykh sredstv": po-stanovlenie Pravitel'stva RF ot 10.09.2010 N 706. [Elektronnyy resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.tehreg.ru>.
7. Hasanov, R.H. O povyshenii protivopozharnoy bezopasnosti avtomobiley [Tekst] / Hasanov R.H., Sidorin E.S. // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universi-teta. - 2011. - № 10. - S.68-73.
8. Bezopasnost' transportnykh sredstv (avtomobili) [Tekst] / V.A. Gudkov, YU.A. Komarov, A.I. Ryabchinskiy, V.N. Fedotov. Uchebnoe posobie dlya vuzov. - M.: Goryachaya liniya - Telekom, 2010. - 431s.: il.Osnovy tekhnicheskoy ekspluatatsii avtomobiley: ucheb. posobie. / R.H. Hasanov. Orenburg: GOU OGU, 2004. - 193s.
10. Bondarenko, E. V. K voprosu vliyaniya tekhnicheskogo sostoyaniya peredney chasti ku-zova legkovogo avtomobilya na ugly ustanovki upravlyaemykh koles v ekspluatatsii [Tekst] / Bondarenko E. V., Apsin V. P., Hasanov I. H. // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2006. - N 12, pril., ch. 2 S. 438-444.

Bondarenko Elena Viktorovna

Orenburg state university
Dr.Sci.Tech., the professor of chair of technical operation and car repairs
Adress: 460018, g. Orenburg, Victory prospectus, 13
Tel: +7(3532)756399
E-mail: tera@mail.osu.ru

Khasanov Rustem Halilovich

Orenburg state university
Cand.Tech.Sci., senior lecturer of chair of cars and traffic safety
Adress: 460018, g. Orenburg, the Victory prospectus, 13
Tel: +7(3532)756399
E-mail: hasanov_r@mail.ru

Sidorin Evgenie Sergeevich

Orenburg state university
Post-graduate student of chair of cars and traffic safety
Adress: 460018, g. Orenburg, Victory prospectus, 13460018, 13
Tel: +7(3532)756399
E-mail: xxxa7@mail.ru

Golovanov Vitaly Sergeevich

Orenburg state university
Post-graduate student of chair of cars and traffic safety
Adress: 460018, g. Orenburg, the Victory prospectus, 13460018, 13
Tel: +7(3532)756399
E-mail: mixadance1989@mail.ru

УДК 574 (262.5.05)

А. П. ЛАПИН, Ю. Н. БАРАНОВ, П. А. ЛАПИН, Р. Р. САДЫКОВ

МЕТОДЫ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТА

В связи с широким использованием нефтепродуктов в промышленности возникает проблема по определению их содержания в различных продуктах производства. Трудности количественного и качественного определения нефтепродуктов в воде связаны с неопределенностью состава этого загрязнителя, поскольку нефти различного происхождения и тем более нефтепродукты весьма различны по свойствам. Методы и средства определения этих загрязнений рассмотрены в данной статье. Выявлены проблемы и недостатки этих методов, рассмотрены перспективные пути решения данных проблем.

Ключевые слова: нефтепродукты, загрязнения, спектрометрия, хроматография.

Эта неопределенность вынудила Международный симпозиум в Гааге в 1968 году принять следующую формулировку: «За «нефтепродукты» при анализе вод следует принимать сумму неполярных и малополярных соединений растворимых в гексане». Применение методов анализа, в которых за «нефтепродукты» принимают содержание каких-либо других веществ, близких им по свойствам, может привести к большим ошибкам. Примером могут служить компоненты смолы древесины, которые при анализе определяются как нефтепродукты. Эти компоненты экстрагируются как нефтепродукты и дают аналитический сигнал при обычно рекомендуемых обобщенных аналитических сигналах (например, люминесцируют). И только хроматографическим методом можно идентифицировать некоторые основные углеводороды, специфические для нефти и нефтепродуктов [1].

При работе с нефтепродуктами, подлежащими контролю, следует провести предварительные исследования, на которых затем будет строиться система контроля:

- изучение состава нефтесодержащей воды на предмет определения групп веществ, определяемых как «нефтепродукты»;
- обоснование и выбор стандарта для калибровки при анализе нефтепродуктов;
- исходя из установленного состава воды, выбирается метод анализа и оценивается его пригодность для контроля за данным объектом. Для количественного и качественного определения нефтезагрязнения в воде используются различные средства и методы.

Наиболее опасными и распространенными загрязнениями вод являются сырая нефть и жидкое топливо, моторные и смазочные масла. Вещества эти частично теряются при перевозке и передаче по трубопроводам, на местах выдачи бензина в авторемонтных и производственных мастерских. Они попадают в бытовые сточные воды, проникают в поверхностные и даже в грунтовые воды. Эти загрязнения обнаруживаются уже по внешним признакам, по перламутровой масляной пленке, мути или по запаху и вкусу [2].

Ввиду высокой токсичности ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилола и т.п.) представляет интерес отдельное определение их суммарного содержания.

Прежде всего, надо выяснить, загрязнена ли вода бензинами, маслами и высококипящими фракциями нефти. Определить эти соединения можно по их летучести и испаряемости. Эти показатели определяются двумя величинами: во-первых, растворимостью в воде углеводородов, во-вторых, специфической интенсивностью запаха и вкуса.

Рассмотрим некоторые методы по разложению и определению углеводородов.

В экстрактах, полученных обработкой пробы органическими растворителями, содержание углеводородов можно определить различными методами. Если определение не должно охватывать летучие углеводороды, то из экстракта можно выпарить кипящий при более

низкой температуре растворитель, полученный остаток взвесить и выделить из него адсорбцией на глинозема или флоризиле «полярные» компоненты, не являющиеся инертными углеводородами, например природные жиры.

При использовании эталонного растворителя с определенными свойствами, в достаточной степени отличающимися от свойств углеводородов, получают бинарные смеси, состав которых устанавливается с помощью соответствующих физических измерений. Так, при использовании растворителя с высокой плотностью можно определить содержание углеводородов с меньшей плотностью, определяя плотность смеси в пикнометре. Такие методы предлагались с применением четыреххлористого углерода в качестве растворителя. Еще лучше применять для этой цели тетраброметан, потому что этот растворитель имеет очень большую плотность.

Растворы углеводородов в четыреххлористом углероде можно анализировать методом ИК-спектрометрии, но специфической для СН-группы длине волны, при которой этот растворитель не поглощает света. Для полуколичественного определения высших углеводородов может служить и их способность люминесцировать.

Если требуется определить только легколетучие углеводороды, например, бензин или петролейный эфир, то их можно выделить из пробы выпариванием, а затем определить содержание их в прах методом элементного анализа - сжиганием до CO_2 в специальном газоанализаторе, адсорбцией углеводородов на активном угле с последующим определением по увеличению массы или по реакции помутнения. Экстракты углеводородов можно далее разделить хроматографически в тонком слое и проявить с помощью соответствующей цветной реакции [2].

Известны многочисленные методики, по которым разделение и определение углеводородов проводится методами газовой хроматографии, причем нелетучие вещества предварительно подвергаются пиролизу.

При мониторинге почв, загрязненных углеводородами, особое внимание уделяется определению полициклических ароматических углеводородов люминесцентными газохроматографическими методами.

Для обнаружения в объектах окружающей среды (воздухе, воде или почве) токсичных химических соединений и их метаболитов используется весь арсенал современных аналитических методов. Безусловно, среди многочисленных видов анализа следует выделить хроматографический и спектрометрический методы. Газо-жидкостная хроматография, благодаря высокой разрешающей способности и гибкости вследствие применения различных детекторов, остается наиболее широко распространенным способом анализа природных объектов.

Для определения содержания металлов в объектах природы начали использоваться такие высокоточные методы, как атомно-абсорбционная спектрофотометрия и нейтронно-активационный анализ.

В качестве примера высокой чувствительности и перспективности в решении проблем мониторинга в таблице 1 представлены результаты анализа некоторых газов и воды на содержание экологически вредных элементов, полученные методом ионной хроматографии.

Таблица 1 – Анализ на содержание органических веществ в газах и в различных видах воды

Объекты исследования	Содержание примесей, мас. %	
	C_1	S
Кислород технический	1×10^{-5}	2×10^{-6}
Азот технический	1×10^{-6}	$< 10^{-6}$
Воздух	$1,5 \times 10^{-6}$	$0,8 \times 10^{-6}$
Водопроводная вода	$2,5 \times 10^{-5}$	3×10^{-5}
Деионизированная вода	$7,7 \times 10^{-5}$	2×10^{-4}
Вода «Святой источник»	4×10^{-5}	$7,8 \times 10^{-5}$

Из таблицы видно, что пределы обнаружения этих элементов весьма низки, в большинстве случаев значительно ниже ПДК.

Согласно требованиям Международной конвенции по предотвращению загрязнения моря с судов, все судовые очистные установки должны иметь в своем составе приборы непрерывного измерения концентрации нефтепродуктов в очищенной воде.

Характеризуя состояние проблемы в вопросе измерения концентрации нефти и нефтепродуктов в очищенной воде, можно сделать вывод, что все известные приборы не отвечают предъявленным требованиям по нижнему порогу измерения или индексации. При создании приборов необходимо использовать бесконтактный принцип измерения, причем сам прибор должен быть нечувствителен к составу воды, природе нефтепродуктов, механических и газовых включений. Прибор должен обеспечить измерение с погрешностью не более 10-12%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пирогов, С. В. Экологическая безопасность применения нефтепродуктов в сельскохозяйственном производстве [Текст] / С. В. Пирогов, А. П. Лапин, А. Н. Бобков, Б. М. Тюриков, М. Д. Мамонов. - Брянск, 2003. - 592 с.

2. Садыков, Р. Р. Опасное и вредное воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду [Текст] / А. П. Лапин, Р. Р. Садыков // Мир транспорта и технологических машин. - 2009. - № 1/24. - С. 98-107.

Лапин Алексей Павлович

Госуниверситет-УНПК, г. Орел

Заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, профессор кафедры «Сервис и ремонт машин»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел.: +7(4862)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Баранов Юрий Николаевич

Госуниверситет-УНПК, г. Орел

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

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел.: +7(4862)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Лапин Павел Алексеевич

Орловской государственной университет, г. Орел

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

Тел.: +7(4862)415407

Садыков Раджаб Рустамович

Госуниверситет-УНПК, г. Орел

Старший преподаватель кафедры «Сервис и ремонт машин»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел.: +7(4862)734350

E-mail: rodger2000@mail.ru

A. P. LAPIN, YU. N. BARANOV, P. A. LAPIN, R. R. SADYKOV

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE METHODS DEFINITIONS OF PETROLEUM PRODUCTS

Due to the wide use of petroleum products in the industry, there is a problem to determine their content in different products production. Difficulties of quantitative and qualitative determination of oil in the water associated with the uncertainty of this pollutant, as oil of various origins and the more refined products are very different in properties. Methods and means of identifying those contaminants considered in this paper. Identified problems and shortcomings of these methods are considered forward-looking solutions to these problems.

Keywords: petroleum, pollution, spectrometry, chromatography.

№ 4(35) 2011 (октябрь-декабрь) Вопросы экологии

Lapin Alexey Pavlovich

State University-UNPK, Orel

Honored Worker of Science, Doctor of Technical Sciences, Department of "Service and repair of ma-shin"

Tel.: +7 (4862) 73 43 50

E-mail: srmostu@mail.ru

Baranov Yuriy Nikolaevich

State University-UNPK, Orel

Doctor of Technical Sciences, Department of "Service and repair of ma-shin"

Tel.: +7(4862)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

Lapin Pavel Alexseevich

Orel State University, Orel

Ph.D., assistant professor of "Life Safety"

Tel.: +7(4862)415407

Sadykov Rajab Rustamovich

State University-UNPK, Orel

Senior lecturer in the "Service and repair of machines"

Tel. +7(4862)734350

E-mail: rodger2000 @ mail.ru

УДК 159.9:629.113(075)

Ю. В. РОДИОНОВ, А. С. ВЕТОХИН

ДИНАМИЧЕСКИЙ АВТОТРЕНАЖЕР

Статья посвящена решению проблемы повышения надежности водителей за счет формирования безопасных навыков управления автотранспортными средствами в процессе обучения в автошколе до получения водительского удостоверения с помощью предлагаемых современных средств, построенных с учетом последних достижений педагогики, психологии, биомеханики и компьютерных технологий.

Ключевые слова: водитель, обучение, тренажер.

Для действий в различных опасных дорожных ситуациях у водителей необходимо выработать специфические навыки. Если водитель не приобретает таких навыков во время обучения в автошколе, то он вынужден получать их в реальных опасных ситуациях в процессе своей трудовой деятельности. Отсутствие таких навыков у молодых водителей является одной из главных причин ДТП. Однако формирование их в автошколах встречает большие трудности: вследствие нехватки времени и технических средств обучения, позволяющих формировать эти специфические навыки.

Ввиду невозможности обучения водителей действиям в критических аварийных ситуациях в реальных дорожных условиях возникает необходимость моделирования таких ситуаций с помощью различных технических средств. Основным требованием к такому моделированию является психологическая тождественность процесса взаимодействия водителя с автотранспортным средством и дорогой в реальных условиях.

Обучение водителя действиям в таких ситуациях способствует тому, что он приобретает навыки безопасного управления автомобилем, а внезапность, неожиданность становятся привычными и любая опасная ситуация воспринимается обычной, с некоторым повышением нервного напряжения, но не нарушением его способности логически мыслить и действовать [1].

Важным преимуществом обучения водителей на современных технических средствах, моделирующих опасные дорожные ситуации, является то, что процесс обучения и тренировки протекает целенаправленно, ускоренно, систематизировано, и само главное – безопасно.

Но до сих пор такое техническое средство обучения еще ни кто не предложил, и с научной точки зрения не обосновал, что на нем можно обучать безопасным навыкам управления автотранспортным средством (АТС).

Результаты исследований, проведенные авторами в течение 10 лет на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта» ПГУАС с применением методов теории вероятности, теории подобия и моделирования, достижений в области педагогики, психологии, биомеханики, учета опыта тренажерного обучения в других видах транспорта, а так же использования последних достижений в области компьютерных технологий, показали, что такой динамический тренажер (ДАТр) уже в настоящее время можно создать и внедрить в автошколах. Это позволит получить в процессе обучения водителей величину вероятности безопасного управления $P_g(t) = 0,8...0,9$. Существующая методика обучения водителей, как показывают расчеты, обеспечивает величину $P_g(t) = 0,2$ для АТС категории В; $P_g(t) = 0,3$ - категории С; $P_g(t) = 0,5$ - категории Д.

В основу ДАТр принята модель системы «водитель-АТС-дорога-среда» (ВАДС). Модель рабочего места обучаемого (рис.) на ДАТр и рабочее место водителя на АТС должны быть подобны геометрически, динамически и информационно, выполнение которых будут гарантировать и психологическую тождественность [$\Phi(t)$].

Геометрическое подобие обеспечивается применением в автотренажере части реальной кабины АТС с органами управления, приборами и сиденьем.

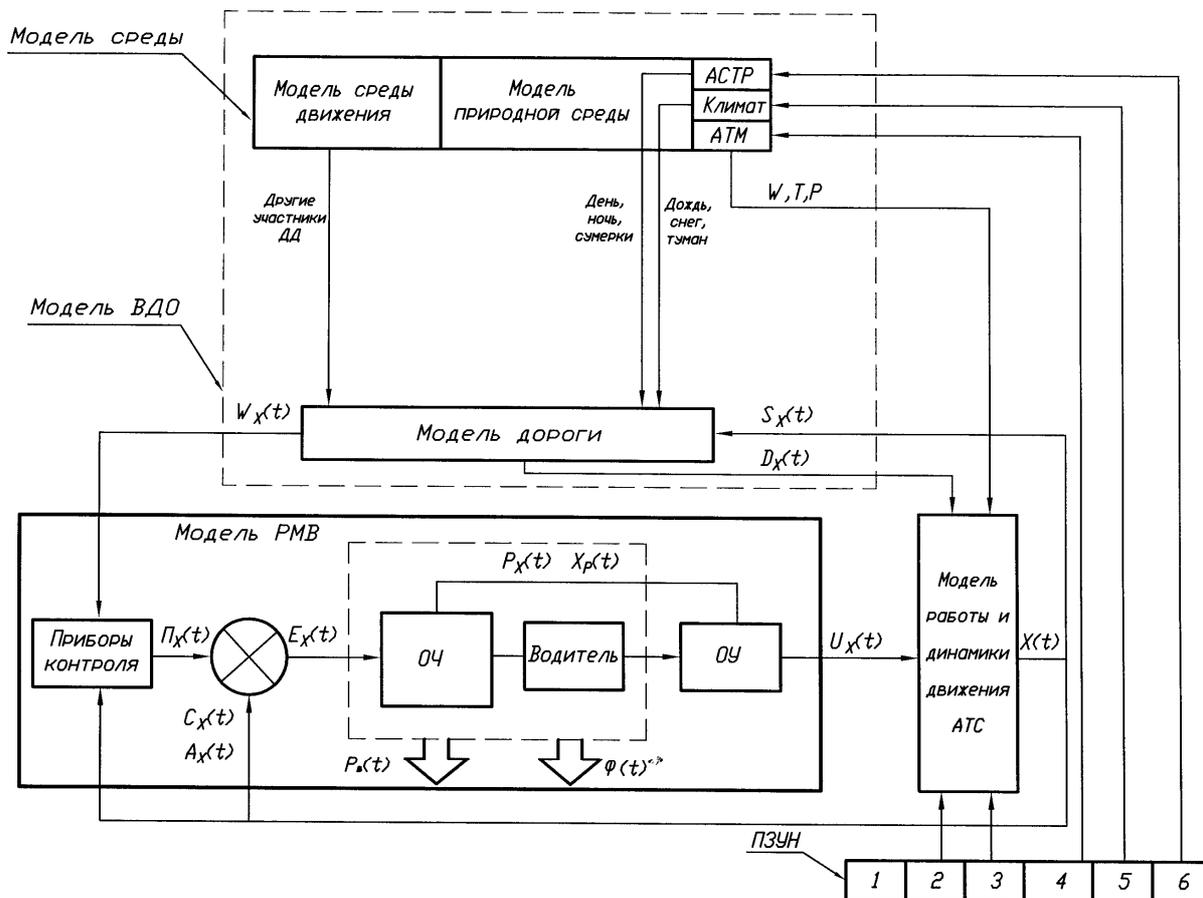


Рисунок 1 - Структурная схема модели ВАДС для ДАТр

Динамическое подобие обеспечивается моделированием динамики движения АТС в реальном масштабе времени, а также моделированием подвижных объектов: (других АТС, пешеходов и т.д. в модели внешней дорожной обстановки (ВДО), включающей в себя модель дороги и модель среды, которая в свою очередь состоит из модели среды движения и модели природной среды. Последняя включает в себя астрономическую, климатическую и атмосферную среду.

Информационное подобие (внутренняя кабинная обстановка) обеспечивается моделированием:

- приборной информации $P_x(t)$;
- зрительной информации дорожной обстановки $W_x(t)$;
- слуховой информации $C_x(t)$;
- инерционной и вибрационной информации $A_x(t)$;
- тактильной информации: усилий $P_x(t)$ и величин перемещения $X_p(t)$ на органах управления (ОУ) АТС.

Все виды информации поступают на органы чувств (ОЧ) обучающегося.

Для обучения безопасным навыкам управления АТС в отличие от ранее известных автотренажеров в предлагаемом ДАТр моделируется влияние дороги на характеристики АТС с помощью формирования в модели ВДО параметров дороги $D_x(t)$ - продольного и поперечного уклона, радиуса поворота дороги в плане, коэффициентов скольжения и качения, ширины дорожного полотна. Для объективной оценки обученности водителя в модели работы и динамики движения АТС решается траектория движения АТС с учетом скорости и расстояния до подвижных и неподвижных объектов, находящихся в данный момент на дороге $S_x(t)$. Раз-

личные опасные, нестандартные, аварийные дорожные ситуации моделируются с помощью пульта задания и управления недетерминированностью (ПЗУН) инструктором обучения, где:

- 1 – ввод и управление моделью среды движения;
- 2 – задание веса полезного груза АТС;
- 3 – ввод отказов и неисправностей АТС;
- 4 – задание параметров атмосферной среды (величина и направление ветра W , температура T и давление наружного воздуха P ;
- 5 – задание параметров климатической среды (дождь, снег, туман);
- 6 – задание параметров астрономической среды (день, ночь, сумерки).

На основании объединения модели ВАДС и схемы взаимодействия обучаемого (водителя) и обучающего (инструктор), или подсистемы управления АТС и подсистемы обучения предложена структурная схема ДАТр [2].

Техническая реализация предложенного ДАТр особых трудностей не вызывает. Основная трудность задержки внедрения таких тренажеров в автошколах была в отсутствии дешевой компьютерной техники с большой памятью и достаточным быстродействием и дисплеем с необходимой разрешающей способностью при моделировании ВДО. В настоящее время такой проблемы не существует и относительно дешевые компьютеры, работающие совместно с SD-ускорителями позволяют моделировать цифровым методом на дисплеях с большим разрешением реальную дорожную обстановку совместно с оптико-коллимационным устройством (ОКУ).

Расчеты показывают, что стоимость серийного ДАТр для потребителя обойдется в зависимости от типа АТС около миллиона рублей при пропускной способности 20...25 водителей в год. Стоимость современного автодрома (АДр) составляет порядка 160 миллионов рублей при пропускной способности 1000 водителей в год [2].

При равной пропускной способности в 1000 водителей в год внедрение ДАТр обойдется более чем в три раза дешевле, чем подобный АДр. Следовательно, концепция, изложенная в целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в России на 2006...2012 г.г.», в которой рекомендуется в качестве основного технического средства обучения (ТСО) – автодром, экономически не обоснована. Выполнение задачи сокращения числа погибших в 1,5 раза в 2012 г. по сравнению с 2004 г. маловероятно, так как внедрение ДАТр в масштабах всей страны позволит снизить количество ДТП по вине водителей на 49%, а внедрение АДр – только на 24%, поскольку не все опасные дорожно-транспортные ситуации и не все природно-климатические условия можно моделировать на автодроме, кроме того, обучение на них не полностью безопасно.

Сложность решения проблемы надежности водителей, в частности, в создании современного динамического автотренажера, объясняется многообразием собственников АТС и, как следствие, невозможностью выделения значительных сил и средств за счет всех сторон транспортного процесса. Такая проблема может решаться только путем разработки государственной целевой программы.

Кроме того, с научной точки зрения нет единого подхода к решению данной проблемы. Одни предлагают в качестве ТСО – автодромы, другие – психодиагностические комплексы [3], третьи - упрощенный автотренажер (НПП «Электронно-механических систем» г. Муром). В МГТУ (МАДИ) ведутся работы по созданию исследовательского стенда для создания интеллектуальной системы помощи водителю [4].

Передовая технология обучения водителей в настоящее время в странах с высокой автомобилизацией предусматривает «защитное вождение» или концепцию «нулевой смертности», в отличие от самообучения, когда водителю самому приходится выходить из критической ситуации, в которую он попал. Суть «защитного вождения» заключается в том, чтобы развивать навыки предупреждения и выхода из опасных ситуаций, не попадая в них, путем обучения на специально созданных для этих целей технических средствах обучения.

Следовательно, предлагаемая концепция и технология обучения в нашей стране может быть реализована и принята как основное направление повышения надежности водителей в системе ВАДС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романов, А. Н. Надежность водителя [Текст] / А. Н. Романов, П. А. Пегин // Хабаровск: ТОГУ. – 2006. – 376.
2. Родионов Ю. В. Современная концепция обучения и повышения квалификации водителей на автомобильных тренажерах [Текст] / Ю. В. Родионов, А. С. Ветохин // Автотранспортное предприятие. - 2008. - №6. – С.20-26.
3. Нейроком сделает дороги безопасными [Текст] // Автотранспортное предприятие.-2010.-№10. – С.20-22.
4. Трофименко, Ю. В. Транспортная интеллектуальная система и надежность водителя [Текст] / Ю. В. Трофименко, Т. Ю. Григорьева, Е. В. Шашкина // Автотранспортное предприятие. - 2010. - №10. – С.16-19.

Родионов Юрий Владимирович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Д-р техн. наук, профессор, директор автомобильно-дорожного института
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28
Тел.: +7(8412)498330
E-mail: dekauto@pguas.ru

Ветохин Анатолий Семенович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28
Тел.: +7(8412)498330
E-mail: avto@pguas.ru

YU. V. RODIONOV, A. S. VETOHIN

DYNAMIC AVTOTRENAZHER

The article is devoted to the problem of improving drivers reliability forming safe manner of driving transport vehicles in the process of their teaching in automobile school up to the time they get drivers license. It is done with the help of modern equipment on the basis of the latest achievements in pedagogic, psychology, biomechanics, computer technologies.

Keywords: driver, teaching, trainer.

BIBLIOGRAPHY

1. Romanov, A. N. Nadezhnost` voditelya [Tekst] / A. N. Romanov, P. A. Pegin // Habarovsk: TOGU. - 2006. - 376.
2. Rodionov YU. V. Sovremennaya kontseptsiya obucheniya i povysheniya kvalifikatsii voditeley na avtomobil`nykh trenazherakh [Tekst] / YU. V. Rodionov, A. S. Vetokhin // Avtotransportnoe predpriyatie. - 2008. - №6. - S.20-26.
3. Neyrokom sdelaet dorogi bezopasnymi [Tekst] // Avtotransportnoe predpriyatie.-2010.-№10. - S.20-22.
4. Trofimenko, YU. V. Transportnaya intellektual`naya sistema i nadezhnost` voditelya [Tekst] / YU. V. Trofimenko, T. YU. Grigor`eva, E. V. Shashkina // Avtotransportnoe predpriyatie. - 2010. - №10. - S.16-19.

Rodionov Yuri Vladimirovich

Penza State University of Architecture and Construction
Dr. tech. , Professor, Director of Automobile and Road Institute
Address: 440 028, g. Penza, ul. Titov, 28
Tel.: +7(8412)498330
E-mail: dekauto@pguas.ru

Vetokhin Anatoliy Semenovich

Penza State University of Architecture and Construction
Candidate. tech. Sciences, Associate Professor of "Operation Road Transport"
Address: 440 028, g. Penza, ul. Titov, 28
Tel.: +7(8412)498330

Г. В. БУКАЛОВА

ПРОГНОСТИЧНОСТЬ НОРМ РЕЗУЛЬТАТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРОФИЛЯ

Автором раскрывается значение прогностичности процедуры образовательного нормирования как способа определения необходимого содержания результата профессиональной подготовки к производственной деятельности в сфере автотранспортного комплекса.

Ключевые слова: образовательное нормирование, прогнозирование содержания образовательных норм, прогнозы в социальной сфере, компетенции выпускника вуза.

Образовательным нормам, отражающим требуемый результат профессиональной подготовки, свойственна прогностичность в силу того, что выпускник начинает трудовую деятельность после четырех-пяти лет обучения в вузе. Таким образом, прогнозирование имманентно присуще нормированию результата профессионального образования технического профиля.

В общенаучном понимании термин «прогноз» (от греч. prognosis) представляется как обоснованное суждение о вероятном состоянии какого-либо объекта в будущем [1]. Отсюда процедуру прогнозирования справедливо связать с отражением действительности, имеющим опережающий характер. Известно, что достоверность прогноза определяется его научной основой и соответствующей методологией предвидения будущей реальности. На основании этого можно отметить, что в образовательном нормировании прогнозирование выступает как способ определения необходимого содержания результата профессиональной подготовки в зависимости от достижений научно-технического прогресса профильной сферы производства, ожидаемых изменений будущих ее потребностей в трудовых ресурсах и возможного ресурсного обеспечения образовательной среды данного вуза. При этом важно принять положение о том, что прогнозирование, входящее в структуру процесса образовательного нормирования, является именно социологическим прогнозированием. Основанием для этого служит соответствие системы профессиональной подготовки технического профиля социальному институту образования. В силу этого справедливым представляется положение о том, что прогнозу в области образовательных норм присущи особенности, характерные для социологического прогнозирования. Следовательно, основную особенность прогнозирования образовательных норм можно связать с вероятностным характером образовательного процесса как процесса социального, т. к. его субъектом и объектом выступает обучающийся, имеющий собственную волю, определенные потребности и цели. Также принимая положение о том, что прогнозирование, применяемое в ходе образовательного нормирования, является социологическим прогнозированием, в качестве его особенности, как указывается известным исследователем в области социологии Г. В. Осиповым, следует отметить необходимость «...интенсивной обратной связи между прогнозированием и принятием решения, ... между целеполаганием и действием» [2, с. 839]. Экстраполируя этот тезис на процедуру нормирования содержания результата профессионального образования, можно сделать вывод о необходимости оценки вновь разрабатываемых образовательных норм со стороны профессионального сообщества соответствующего профиля. Однако при этом следует учитывать, что прогноз содержания образовательных норм это еще не сам результат профессиональной подготовки, выраженный в форме компетенций, реально освоенных выпускником вуза, а совокупность их возможных альтернатив. При этом прогнозные разработки справедливо рассматривать лишь как материал для обеспечения оптимальности отбора необходимых компетенций выпускника вуза, которые составят содержание именно образовательных норм.

Основой для прогнозирования содержания образовательных норм, соответствующих направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», выступают требования к персоналу сферы производства автотранспортного комплекса. В свою очередь эти требования обуславливаются тенденциями развития социально-технических и технологических условий данной сферы производства. Очевидно, что будущее состояние любой сферы технического производства не может быть однозначно определенным. Оно всегда одно из множества возможных, прогнозируемых потенциальных состояний в силу того, что процесс социально-технического развития производства технического профиля имеет вероятностный характер. Г. В. Осипов указывает, что в социальных процессах (каким и является процесс профессионального образования автотранспортной направленности) действуют законы, описывающие «...вероятностный характер причинно-следственной взаимосвязи, которая выступает как тенденция развития процесса, что предопределяет альтернативность возможных результатов» [2, с. 839].

Прогнозирование, осуществляемое в ходе формирования образовательных норм, обуславливается большим количеством обстоятельств объективного и субъективного характера. Известно, что прогнозы, осуществляемые в социальной сфере, по степени детерминированности подразделяются на следующие типы [3]. Прогнозы *детерминированные*, характеризуются однозначной причинно-следственной предопределенностью. *Стохастические* прогнозы, для обеспечения достоверности которых, необходимо учитывать элементы рассматриваемых процессов, возникающие случайно. *Смешанные* прогнозы, для описания которых необходимы и детерминированная, и стохастическая формы. Исходя из данной классификации, представленной, можно отметить, что прогнозы, используемые в процедуре образовательного нормирования, относятся к смешанному типу. В силу того, что отдельные элементы образовательных норм могут быть представлены в детерминированном варианте, другие – только в стохастическом. Так, например, структура компетентностной модели выпуска вуза может прогнозироваться по детерминированному варианту с учетом требований федерального государственного стандарта высшего профессионального образования. Содержание же профессиональных компетенций, отражающих требования региональной профильной сферы производства, могут быть описаны лишь в стохастическом варианте, т.к. обеспечение достоверности прогноза в этом отношении требует учета немалого количества случайных составляющих. К таким факторам можно отнести следующие: степень освоения региональными автотранспортными предприятиями достижений научно-технического прогресса; состояние трудовой занятости на предприятиях данного профиля; динамику спроса на услуги этих предприятий. Отсюда, правомерным представляется вывод о том, что прогнозирование в области образовательных норм связано с частными прогнозами распространения достижений научно-технического прогресса в профильной сфере производства, изменений на рынке труда, содержания деятельности профильных предприятий. Следовательно, формирование прогнозов в области образовательного нормирования представляет собой процесс комплексного прогнозирования. Социальный, а, соответственно, вероятностный характер и системы профессионального образования, и системы производства автотранспортного комплекса обуславливают особенность верификации прогнозов в области нормирования результата профессионального образования. В виду этого представляется возможным использование тезиса теории прогнозирования о том, что «...для любого прогноза его научная обоснованность не идентична истинности» [2, с. 840]. Соответственно этому выполнение верификации социальных прогнозов (которые составляют основу также и образовательного нормирования), по выражению Г.В.Осипова, достоверно только «...после перехода периода упреждения из будущего в прошлое». Таким образом, реальное выявление соответствия нормативного содержания результата профессионального образования, принятого на основе прогноза, требованиям профильной сферы производства возможно в результате соответствующей оценки первых лет трудовой деятельности выпускников вуза, работающих в соответствии с направлением профессиональной подготовки.

Многофакторность и сложность процесса создания образовательных норм обуславливают необходимость прогнозирования содержания производственной деятельности, профиль которой соответствует подготовке выпускников вуза по данному направлению (специальности). Следовательно, правомерным представляется предположение о взаимосвязи проблемы обеспечения прогностичности образовательных норм с проблемой прогнозирования содержания производственной деятельности, свойственной предприятиям автотранспортного комплекса региона, в период ближайших четырех-пяти лет.

В условиях компетентностно-ориентированного профессионального образования обеспечиваются принципиально новые условия для обеспечения дифференцированной по специализации профессиональной подготовки, соответствующей потребностям профильных предприятий региона в трудовых ресурсах. Выявление конкретных потребностей в содержании профессиональной подготовки производственных кадров микротерриториальной отраслевой структуры, представление этих потребностей в виде норм результата образования создают условия для целенаправленного освоения обучающимися соответствующего технологического оборудования и востребованных в реальном производстве технологий. Указанный подход обеспечивает ориентацию образовательного процесса вуза на своевременное освоение обучающимися новшеств техники и технологии. Кроме этого, фактические сведения, об актуальном содержании профессионального образования, формируемые в ходе образовательного нормирования, создают условия для предоставления вузом образовательных услуг в отношении повышения квалификации или переподготовки персонала профильных предприятий региона. Это способствует формированию между вузом и профильными предприятиями партнерских отношений, что в свою очередь обеспечивает определенную возможность для использования в учебных целях производственных мощностей региональных предприятий-партнеров.

С целью обеспечения оптимальности содержания образовательных норм, представляющих результат профессионального образования, целесообразно проведение исследования качественной и количественной потребности региональных предприятий профильной сферы производства [4]. При этом исследованию подлежит следующее: состав и динамика профессионально-квалифицированной структуры региональных предприятий данного профиля; структура их потребностей в трудовых ресурсах; перспектива стратегического развития профильного производства и соответствующий этому характер профессиональной подготовки персонала; возможности сотрудничества вуза с предприятиями профильного территориально-профессионального комплекса; интересы обучающихся в отношении специализации профессиональной подготовки; ориентации их желаемого трудоустройства; причины миграции трудовых ресурсов данной категории; возможные источники экономической помощи в финансовом обеспечении образовательного процесса; существующие в регионе формы юношеского бизнеса профильного данной профессиональной подготовке; транспортные и жилищные проблемы выпускников вуза, сопутствующие трудоустройству в данном регионе. Сведения, соответствующие этим вопросам, могут составить основу для разработки образовательных норм, с высокой степенью вероятности представляющих востребуемые в будущем компетенции выпускника вуза [5]. Кроме этого обеспечение достаточно высокой прогностичности образовательных норм требует получения сведений об осуществлении однопрофильной профессиональной подготовки на различных уровнях образования (начальное профессиональное, среднее специальное, высшее) другими учебными заведениями, а также - о видах и формах применяемого производственного обучения. Выявленное таким образом содержание образовательных норм позволяет выделить в содержании профессиональной подготовки необходимую совокупность объектов изучения. Это, в свою очередь, составляет основу для определения необходимых средств и адекватных установленным образовательным нормам методов обучения. Таким образом, возможна реализация достаточно обоснованных и практически востребованных норм результата профессиональной подготовки. Важным при этом представляется создание условий для оперативного обновления и гибкого

реагирования образовательной системы вуза, обеспечивающей профессиональную подготовку по данному направлению (специальности), на социально-производственные изменения, характерные для профильных предприятий данного региона.

Нормирование результата образования в соответствии со специфическими социально-техническими условиями профильной сферы производства региона позволяет: установить базовый уровень профессиональной подготовки, обеспечивающий повышенную вероятность востребованности выпускников вуза на региональном профильном рынке труда; повысить качество профессионального образования за счет целенаправленного освоения обучающимися техники и технологий с учетом прогрессивных тенденций их развития; обеспечивает для обучающихся, как потребителей образовательной услуги, действительную реализацию правового аспекта достаточной гарантированности установленной направленности профессиональной подготовки; одновременно с ориентацией на требования к трудовым ресурсам региональной сферы профильного производства создает условия для надежной конвертируемости профессионального образования внутри страны - на межрегиональных рынках труда автотранспортного комплекса.

Решение проблемы прогностичности образовательных норм представляется правомерным связать с наличием механизмов современных рыночных отношений, влияющих на логику педагогического регулирования процесса профессиональной подготовки. В связи с этим при разработке содержания образовательных норм необходимо концентрировать внимание на высокой заинтересованности обучающихся, как потребителей образовательной услуги, в востребованности результата получаемого ими образования и на региональном, и на более широком рынке труда. Удовлетворение этих запросов обучающихся представляется возможным при наличии самоорганизационных и саморегулируемых механизмов образовательной системы вуза. Эти, объективно необходимые процессы, находят свое выражение в процедурах образовательного нормирования, представляющих с достаточной степенью прогностичности установленные нормы результата профессиональной подготовки в виде компетенций выпускника вуза и в общенаучных тенденциях, влияющих на нормирование результата профессионального образования, как направление теоретического педагогического знания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефремова, Т. Ф. Новый словарь русского языка. Толково-словообразовательный [Текст] / Т. В. Ефремова. - М.: Русс. яз., 2000. – Т.1: А – О. - 1209 с.
2. Социология. Основы общей теории [Текст]: Учебник для вузов / Отв. редактор академик РАН Г. В. Осипов, действительный член РАН Л. Е. Москвичев. – М.: Норма, 2005. – 550 с.
3. Основы экономического и социального прогнозирования [Текст]: Учебник для вузов / Под ред. В. В. Мосина, Д. М. Крука. - М., 1985. – 316 с.
4. Букалова, Г. В. Содержание производственной деятельности – основа структурного состава образовательных норм [Текст] / Г. В. Букалова // Мир транспорта и технологических машин № 3(34) 2011. – С. 83-88.
5. Новиков, А. Н. Оптимизация компетентности персонала автообслуживающего предприятия [Текст] / А. Н. Новиков, Г. В. Букалова, А. В. Мавлюбердинова // Международный научный журнал. – Выпуск №5, 2010г.

Букалова Галина Васильевна

Госуниверситет-УНПК

Канд. пед. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

Тел.: +7(8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

G. V. BUKALOVA

PREDICTABILITY NORMAL RESULT OF VOCATIONAL EDUCATION OF MOTOR PROFILE

The author reveals prognostic significance of the educational procedure of normalization as a way to determine the required contents of the result of training for industrial activity in the motor industry.

Keywords: *educational valuation, forecasting, educational content standards, predictions in the social sphere of competence of the graduate school.*

BIBLIOGRAPHY

1. Efremova, T. F. Novyy slovar` russkogo yazyka. Tolkovo-slovoobrazovatel`nyy [Tekst] / T. V. Ef-remova. - M.: Russ. yaz., 2000. - T.1: A - O. - 1209 s.
2. Sotsiologiya. Osnovy obshchey teorii [Tekst]: Uchebnik dlya vuzov / Otv. redaktor akademik RAN G. V. Osipov, deystvitel`nyy chlen RAN L. E. Moskvichev. - M.: Norma, 2005. - 550 s.
3. Osnovy ekonomicheskogo i sotsial`nogo prognozirovaniya [Tekst]: Uchebnik dlya vuzov / Pod red. V. V. Mosina, D. M. Kruka. - M., 1985. - 316 s.
4. Bukalova, G. V. Soderzhanie proizvodstvennoy deyatel`nosti - osnova strukturnogo sostava obrazovatel`nykh norm [Tekst] / G. V. Bukalova // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin № 3(34) 2011. - S. 83-88.
5. Novikov, A. N. Optimizatsiya kompetentnosti personala avtoobsluzhivayushchego predpriyatiya [Tekst] / A. N. Novikov, G. V. Bukalova, A. V. Mavlyuberdinova // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. - Vypusk №5, 2010g.

Bukalova Galina Vasilyevna

State University-UNPK

Candidate. ped. Sciences, Associate Professor of "Service and repair of machinery"

Address: g. Orel, Moscows Street., 77

Tel.: +7 (8462)734350

E-mail: srmostu@mail.ru

УДК 658.512: 656.13

В. И. САРБАЕВ, Д. Г. СУМАТОХИН

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

Представлены основные характеристики, архитектура и возможности единой автоматизированной системы управления финансово-хозяйственной деятельностью крупной транспортной компании.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, городской транспорт.

ВВЕДЕНИЕ. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГУП «МОСГОРТРАНС» И НЕОБХОДИМОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ

ГУП «Мосгортранс» - крупнейшая в мире транспортная компания, осуществляющая городские наземные перевозки пассажиров на территории города Москвы и частично Московской области. В состав компании входят 18 автобусных, 8 троллейбусных парков, 5 трамвайных депо, ряд заводов и предприятий инфраструктуры городского транспорта, – всего около 50 предприятий.

Эффективное управление такой большой сложной системой возможно только на основе современных информационных технологий и соответствующих технических средств.

СТРУКТУРА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕДИНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ГУП «МОСГОРТРАНС»

В настоящее время управление ГУП «Мосгортранс» осуществляется на базе единой автоматизированной системы управления финансово-хозяйственной деятельностью (ЕАСУ ФХД).

ЕАСУ ФХД построена на базе трехуровневой архитектуры «клиент-сервер»:

1. Презентация – собственно приложение для конечного пользователя. Используется для формирования графического интерфейса пользователя, проверки вводимых значений на допустимость и соответствие формату, несложные операции (сортировка, группировка, подсчет значений) с данными, уже загруженными на терминал.

2. Сервер приложений – используется для выполнения программ бизнес-логики.

3. СУБД – используется для управления базами данных.

Каждая рабочая станция пользователя ЕАСУ ФХД должна иметь собственное подключение к локальной вычислительной сети (ЛВС). Для организации коллективного использования средств печати (принтеров) установлены дополнительные точки сетевого подключения.

Подключение рабочих станций пользователей и сетевых принтеров к ЛВС, производится стандартными патчкордами Ethernet через сетевые адаптеры Ethernet 10/100 Mbit.

Все данные хранятся на сервере в единой базе данных под управлением СУБД Oracle. Такая архитектура прикладного программного обеспечения SAP позволяет сохранить работоспособность системы в целом при выходе из строя рабочего места пользователя системы, а также при отказе линии связи или сегмента локальной вычислительной сети.

Основной трафик в локальной вычислительной сети автобусного парка представляет собой пересылку экранных форм и данных отчетов для печати между сервером приложений и пользователем (рис. 1).

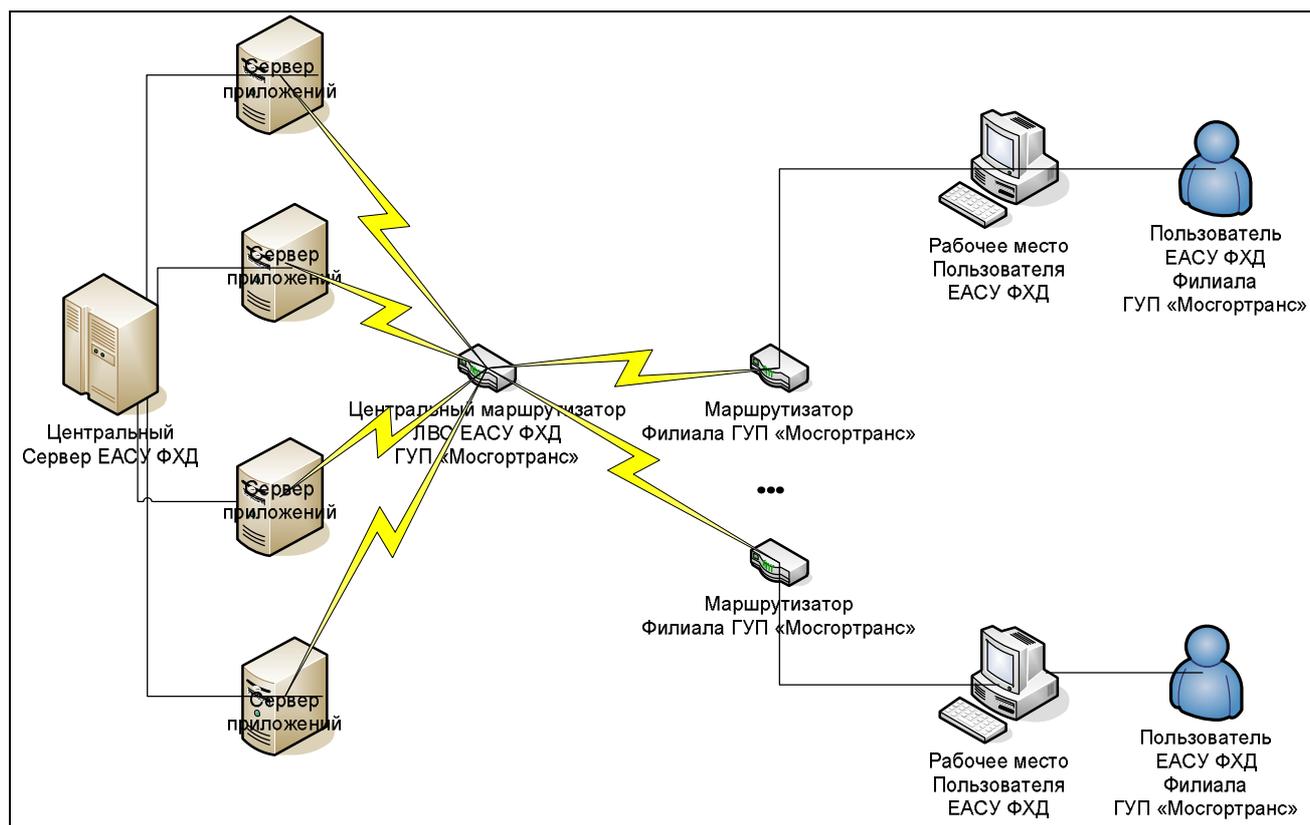


Рисунок 1 - Трехуровневая архитектура клиент-сервер ЕАСУ ФХД ГУП «Мосгортранс»

Внедрение ЕАСУ ФХД в автобусном парке предполагает организацию около 65 автоматизированных рабочих мест.

На компьютере пользователя ЕАСУ ФХД устанавливается специализированное программное обеспечение - стандартный графический интерфейс пользователя SAP (SAPGUI, Graphical User Interface) SAP GUI for Windows. Соединения с системой осуществляется пользователем с компьютера с установленным специализированным программным обеспечением (SAP GUI), используя собственное уникальное имя пользователя в системе и пароль. Пользователь, запуская на своем рабочем месте SAP GUI (уровень презентации), подключается к диспетчеру сервера приложений, который, в свою очередь, запускает соответствующие рабочие процессы.

Для разграничения и управления доступом пользователей ЕАСУ ФХД к данным, реализована многоуровневая система контроля, включающая в себя:

классы объектов (эквивалентны подсистеме «Финансы», «Управление персоналом» и т.д.);

объекты полномочий, которые позволяют выполнять комплексные проверки полномочий на основе множественных условий;

полномочия, которые дают пользователю право выполнять определенные операции в системе на основе записи значения в поле в объекте полномочий;

профили - полномочия пользователей не присваиваются непосредственно основной записи пользователя, а группируются в виде профиля полномочий, после чего выполняется присвоение.

Таким образом, каждый пользователь ЕАСУ ФХД имеет определенный набор профилей и полномочий в системе, которые позволяют ему иметь доступ только к определенным функциям и объектам системы SAP.

ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ ЕАСУ ФХД

ЕАСУ ФХД ГУП «Мосгортранс» предназначена для автоматизации процессов управления финансово-хозяйственной деятельностью филиалов ГУП «Мосгортранс», а именно:

- планирование и учет работы подвижного состава;
- планирование и учет работ по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава;
- бухгалтерский и налоговый учет;
- администрирование персонала;
- расчет заработной платы персонала;
- планирование и учет затрат;
- расчет технико-экономических показателей;
- управление закупками, хранением и отпуском запасных частей, узлов, агрегатов и материалов.

Для реализации указанных функций в составе ЕАСУ ФХД ГУП «Мосгортранс» предусмотрена настройка следующих функциональных подсистем (модулей) SAP (рис. 2):

- «Специфические функции» (SF);
- «Техническое обслуживание и ремонт оборудования» (PM);
- «Управление материальными потоками» (MM);
- «Кадры и расчет зарплаты» (HR);
- «Финансы» (FI);
- «Контроллинг» (CO).

Перечисленные модули являются полностью интегрированным программным обеспечением, поддерживающим управление процессами на предприятии в реальном масштабе времени. Интеграция различных компонентов системы также достигается за счет использования общих «Основных данных».

Основные данные - это данные, используемые долгосрочно в системе SAP для нескольких хозяйственных процессов. К ним относятся данные материалов, поставщиков, клиентов, технологические карты и т.д.

Путем интеграции всех данных определенного типа в одном единственном объекте базы данных устраняется проблема избыточности данных. Сохраненные данные могут использоваться всеми областями, такими, как закупки, управление запасами, планирование потребности в материалах, контроль счетов и т.д.

Модуль «Специфические функции» позволяет вводить, редактировать, хранить всю учетную информацию по планированию, учету и анализу транспортной работы, выполняемой автобусными парками. Модуль «Специфические функции» осуществляет введение основных данных, составление наряда, ведение документов первичного учета, формирование отчетности по всем видам транспортной работы.

Модуль «Специфические функции» обеспечивает выписывание и обработку данных следующих форм путевых листов: автобуса (форма №6), автобуса необщего пользования (форма №6 (спец.)), легкового автомобиля (форма №3), специального автомобиля (форма №3 спец.) и грузового автомобиля (формы №4-С и №4-П).

Функция «Ведение основных данных» включает: ведение справочников маршрутов парков, ведение справочников нормирования расхода топлива, ведение справочников и классификаторов видов транспортных работ и ведение дополнительной нормативно-справочной информации.

Функция «Составление наряда» обеспечивает: составление наряда на маршрутные перевозки, составление наряда на выполнение заказных работ и составление заявок на транспортную работу.

Функция «Формирование документов первичного учета» обеспечивает: выписывание путевых листов, выписывание наряда на оплату за услуги транспорта и выписывание билетно-учетного листа.

Функция «Обработка документов первичного учета» позволяет выполнять обработку путевого листа, обработку наряда на оплату за услуги транспорта и обработку билетно-учетного листа.

Модуль «Специфические функции» также отвечает за импорт фактических показателей из внешних систем, например, таких как АСУ «Навигация».

Модуль «Техническое обслуживание и ремонт оборудования» осуществляет учет и движение транспортных средств, учет и движение составляющих транспортных средств, учет технического состояния подвижного состава, нормирование ТО и ремонта подвижного состава, планирование графиков постановки в ТО, учет внеплановых ремонтов, учет наличия, движения и ремонта автошин, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава.

Модуль «Управление материальными потоками» осуществляет регистрацию данных о закупке товарно-материальных ценностей и услуг, определение и расчет ценовых условий, управление запасами как в стоимостном, так и количественном выражении, планирование, ввод и документирование всех движений материалов, ведение данных о материалах, которые закупаются, хранятся или производятся предприятием, контроль счетов поставщиков (проверка позиции, цены) и правильности расчетов во входящих счетах-фактурах.

Модуль «Кадры и расчет зарплаты» осуществляет ведение и обработку данных сотрудников, ведение расчета заработной платы за проделанную работу для каждого сотрудника, ведение организационных данных, ведение необходимой нормативно-справочной информации, регистрацию и управление временными данными сотрудников, включая планирование, запись данных и оценку работы, выполненной сотрудником, и времени его отсутствия.

Модуль «Финансы» осуществляет запись всех финансово-хозяйственных операций (первичных проводок, а также расчетов из внутреннего учета), ведение операций по закрытию отчетного периода, запись бухгалтерских данных кредиторов и управление ими, запись бухгалтерских данных дебиторов и управление ими, ведение и управление основными средствами, ведения и контроля данных банковской выписки, а также ведения кассовых операций.

Модуль «Контроллинг» осуществляет ведение и организацию затрат, возникших в течение расчетного периода, учет и анализ затрат по местам возникновения затрат в соответствии с их источником в рамках предприятия, планирование, сбор и расчет затрат на внутренние мероприятия и задачи, распределение плановых и фактических затрат по видам деятельности подразделениях ГУП «Мосгортранс».

В филиалах ГУП «Мосгортранс» для ведения финансово-хозяйственных операций, а так же для учета затрат и составления соответствующей внутренней отчетности предприятия стандартизованы: организационная структура предприятий; распределение обязанностей сотрудников предприятий, работающих в ЕАСУ ФХД; процедуры документооборота по отделам предприятий; формы документов и отчетов, печатаемых из ЕАСУ ФХД; нормативно-справочная информация; процессы управления персоналом и расчета заработной платы (алгоритмы расчета, виды оплат, административные процедуры приема, перевода, увольнения и т.д.).

ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ

Одной из целей ЕАСУ ФХД является осуществление контроля объемов и себестоимости перевозок (в т.ч. стоимости топлива, запасных частей и заработной платы водителей) с возможностью сравнения и анализа накапливаемых данных. Система позволяет производить индивидуальный учет работы городских автобусов, троллейбусов и трамваев, включая их персональные характеристики (гаражный номер, модель подвижного состава, возраст, пробег с начала эксплуатации и др.), данные по потребляемым ресурсам (расход топлива, запасных частей, смазочных материалов и технических жидкостей и т.п.) и маршрутной сети (число остановок, светофоров, перекрестков и др.).

На основании данных, полученных от автоматизированной системы контроля проезда (АСКП), которая реализует учет перевозимых пассажиров, оплату проезда, проезд «льготных» пассажиров и т.п., ЕАСУ ФХД позволяет вести индивидуальный учёт количества перевезенных пассажиров на каждом маршруте, по каждой единице подвижного состава.

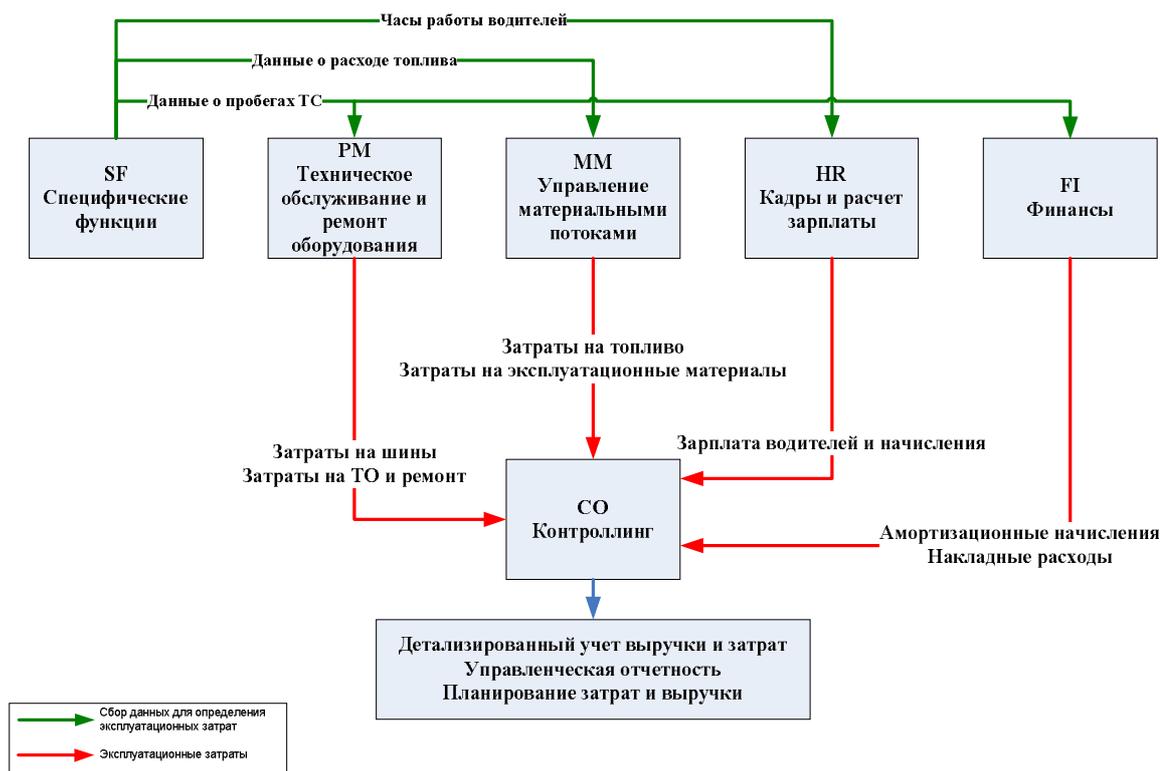


Рисунок 2 - Структурная схема ЕАСУ ФХД ГУП «Мосгортранс»

РЕЗЮМЕ

Таким образом, ЕАСУ ФХД позволяет, с одной стороны, составлять обоснованные планы по эксплуатационным, финансовым и др. показателям, с другой, - вести учет результатов работы филиалов по учитываемым показателям (вплоть до индивидуального учета условий и результатов работы отдельных автобусов, троллейбусов, трамваев), и, с третьей, - составлять периодические (годовые, квартальные и т.д.) отчеты как по филиалам, так по всей компании в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исмаилов, Р. И. Инновационная деятельность на уровне автобусного автотранспортного предприятия (теория, практика, реализация) [Текст]: Монография. – М.: МАДИ (ГТУ), 2006. – 458 с.

Сарбаев Владимир Иванович

Московский государственный индустриальный университет (ГОУ МГИУ)
Д-р техн. наук, профессор, почетный работник транспорта России, заведующий кафедрой эксплуатации транспортных средств

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

Тел.: +7(916)6889836, +7(495)6203943

E-mail: sarbaev@mail.msiu.ru

Суматохин Дмитрий Геннадьевич

Московский государственный индустриальный университет (ГОУ МГИУ)

Аспирант кафедры эксплуатации транспортных средств

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

Тел.: +7(916)4586358

E-mail: d_sum@mail.ru

V. I. SARBAEV, D. G. SUMATOKHIN

**APPLYING INFORMATION TECHNOLOGY TO FINANCIAL
AND OPERATIONAL ACTIVITIES OF A MAJOR
TRANSPORTATION COMPANY**

Key features, organization and capabilities of a common system of financial and operational activities management system of a major transportation company are specified.

Key words: automated management system, public transport.

BIBLIOGRAPHY

1. Ismailov, R. I. Innovatsionnaya deyatel'nost' na urovne avtobusnogo avtotransportnogo predpri-yatiya (teoriya, praktika, realizatsiya) [Tekst]: Monografiya. - M.: MADI (GTU), 2006. - 458 s.

Sarbaev Vladimir Ivanovich

Moscow State Industrial University (GOU MGIU)

Dr. tech. , professor, honored worker of transport of Russia, head of the operation of vehicles

Address: 115280, Moscow, ul. Avtozavodskaya, 16

Tel.: 7 (916) 6889836, 7 (495) 6203943

E-mail: sarbaev@mail.msiu.ru

Sumatohin Dmitry Gennadyevich

Moscow State Industrial University (GOU MGIU)

Graduate student at the operation of vehicles

Address: 115280, Moscow, ul. Avtozavodskaya, 16

Tel.: 7 (916) 4586358

E-mail: d_sum@mail.ru

С. Н. ГЛАГОЛЕВ, С. И. ГОЛОВИН, Н. С. СЕВРЮГИНА

ТЕОРИЯ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕРВИСА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Дана оценка условий эффективного функционирования предприятий автосервиса. Предприятие представлено в виде самостабилизирующейся и адаптирующейся системы. Введен комплексный показатель экономической устойчивости предприятия, позволяющий выполнить качественную оценку с учетом среды воздействия. Установлено, что требуется регулярный мониторинг среды воздействия для корректной оценки границ устойчивости.

Ключевые слова: предприятие, автомобиль, сервис, функционирование, система, устойчивость, факторы, среда воздействия, взаимодействие, эффективность, исследование.

ВВЕДЕНИЕ.

В основе функционирования предприятий оказывающих услуги сервиса автомобильному транспорту лежит принцип ориентации на приспособленность к условиям внешней среды, причем, процессы переориентации и изменения среды должны идти в параллели, а планирование деятельности должно осуществляться с учетом непрерывных прогнозов об изменениях внешней среды.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.

С точки зрения «стратегического подхода» основной целью предприятия является обеспечение его экономической устойчивости [2]. В свою очередь, экономическая устойчивость предприятия складывается из подцелей:

- обеспечения самосохранения предприятия как единого целого (самостабилизирующаяся система);
- обеспечение адаптации предприятия (адаптирующаяся система).

Большое значение имеет установление правильного баланса между этими двумя подцелями. Следует отметить, что самостабилизирующиеся системы сохраняют устойчивость в средах, в которых возмущения находятся в пределах диапазона их корректирующих воздействий, адаптирующиеся системы эволюционируют в более сложные и более жизнеспособные системы.

Теоретические аспекты представленного подхода применимы при исследовании экономической устойчивости предприятий сервиса автомобильного транспорта.

Для сервисного предприятия можно выделить различные грани устойчивости, по-разному влияющие на его экономическую устойчивость, например: ценовую, финансовую, технологическую, организационную. Грани экономической устойчивости взаимосвязаны и взаимозависимы. Уровень развития каждой оказывает свое влияние на общую экономическую устойчивость предприятия.

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕРВИСА.

С точки зрения ведущих экономистов А. Смита, А. Маршалла, Д. Кейнса и др., устойчивое состояние предприятия – такое состояние, при котором оно способно поддерживать прибыль на заданном уровне, при этом критерием выделяется результирующий вектор целей, обладающий только ей характерным комплексом свойств [1].

Устойчивость любой системы, в том числе и экономической, характеризуется наличием механизмов саморегуляции, здесь на первое место выходит способность адекватно реагировать на воздействия внешней и внутренней среды. Воздействия носят случайный характер и выводят систему из равновесного состояния, нарушая ее устойчивость. Эффективность управления в таких условиях заключается в установлении соответствующих параметров устойчивости и способов реакции системы на воздействия, определение эффективности и ско-

рости реакции на проблемные и кризисные ситуации, а также в разработке рекомендаций по увеличению устойчивости системы. Предприятие должно уметь целенаправленно изменяться в соответствии с изменяющимися условиями, приспосабливаясь к ним [1].

Устойчивое функционирование предприятия представляет собой совокупность различных показателей, равновесие каждого из которых формируют комплексный показатель устойчивости предприятия в целом.

Исследуя экономическую эффективность предприятий сервиса автомобильного транспорта необходимо выяснить, насколько они гармонируют с окружающей средой с точки зрения общественных отношений (социальных, экономических, политических и т.д.), т.е. следует рассмотреть стабильность системы «сервис – среда».

Общая среда, опосредованно влияющая на организацию, представляет собой своеобразный социум, в котором просматриваются области, каждая из которых обладает только ей присущими факторами и характеристиками: культурная, технологическая, область образования, политическая, юридическая, область природных ресурсов, демографическая, социальная, экономическая [2].

В отличие от общей среды влияние специфической среды на предприятие индивидуально. Специфическая среда включает компоненты, имеющие непосредственное отношение к сфере функционирования:

- потребители (автовладельцы, пользователи услуг);
- поставщики (поставщики материалов, оборудования, комплектующих, рабочей силы, капиталов);
- конкуренты (конкуренты по потребителям, поставщикам);
- социально-политический компонент (правительственный контроль отрасли, позиция общественности по отношению к отрасли).

Важно не только раскрыть содержание внешней среды, а показать, каким образом эта среда заставляет предприятие изменяться, приспосабливаться к ее динамике. Целесообразно представить организационные системы предприятия как самоорганизующиеся, саморазвивающиеся и адаптивные.

ТЕОРИЯ САМООРГАНИЗАЦИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ СЕРВИСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.

Самоорганизация системы заключается в том, что в ней при любом воздействии, изменяющем относительное равновесие, разворачиваются процессы, направленные на сохранение этого равновесия. С функциональной точки зрения это означает, что при внутреннем или внешнем воздействии на систему некоторые ее элементы приобретают дисфункциональные свойства, и в целях самосохранения система стремится нейтрализовать эти дисфункции.

Если система организована так, что ее структура в достаточной степени соответствует среде, то, следовательно, она располагает большими возможностями устойчивого состояния, чем любая иная система.

Способность любой системы сохранять устойчивость структуры и функционировать при внешних возмущениях не безгранична, то есть существует определенная область устойчивости. Любое действие оказывает влияние на положение и размер границ этой области.

Рассматривая предприятия сервисного сопровождения транспортных средств как открытые системы можно выделить ряд свойств, которые вызывают изменение их устойчивого развития. Некоторые из свойств могут быть несовместимыми, но тем значимее для системы будет их проявление [1].

1. *Целостность.* Система ведет себя как целое, если изменения одной переменной вызывают изменение всех других переменных. Изменения могут происходить не сразу. Например: предприятия фирменного обслуживания, дилерские центры, успех функционирования которых обусловлен успехом фирмы производителя автомобилей в целом.

2. *Дифференциализация.* Открытая система развивается в направлении дифференциации и совершенствования, например специализация деятельности. Для предприятий ав-

тосервиса характерно выделение по видам оказываемых услуг: уборочно-моечные работы; шиномонтажные работы; отдельные виды обслуживания и прочее, вплоть до утилизации.

3. *Равновесие.* Сохранение состояния физической среды, что уменьшает влияние непостоянства и возмущающих эффектов внешних стимулов. В качестве примера это может быть постоянная клиентская база.

4. *Цикличность событий.* Цикличность сервисных услуг заключается в осуществлении воздействий через определенные промежутки времени, в частности, сезонное обслуживание автомобилей и т.п.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Установлено, что теоретическая оценка экономической устойчивости предприятий сервиса автомобильного транспорта позволяет обеспечить их эффективное функционирование среды воздействия.

Дальнейшие исследования направлены на установление границ устойчивости с выявлением оказывающих влияние факторов внешней среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глаголев, С. Н. Методологические основы формирования механизма адаптации промышленных предприятий в условиях изменяющейся рыночной среды [Текст]: Монография / С. Н. Глаголев. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. – 163 с.
2. Логистикоориентированное управление организационно-экономической устойчивостью промышленных предприятий в рыночной среде [Текст] / Под ред. Колобова А.А. – М.: МГТУ им. Баумана, 1996.– 211 с.

Глаголев Сергей Николаевич

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

Д-р экон. наук, ректор, профессор

Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Тел.: +7(4722)542087, +7(4722)545227

E-mail: rector@intbel.ru

Головин Сергей Иванович

Управление государственного автомобильного надзора по Белгородской области Федеральной службы по надзору в сфере транспорта

Начальник управления

Адрес: г. Белгород, ул. Менделеева, д.18

Тел.: +7(4722)341032

E-mail: ugadn31@yandex.ru

Севрюгина Надежда Савельевна

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

Зав.кафедрой «Сервис транспортных и технологических машин»

Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Тел.: +7(4722)542087, +7(4722)545227

E-mail: rector@intbel.ru

S. N. GLAGOLEV, S. I. GOLOVIN, N.S.SEVRYUGINA

ASSESSING THE ECONOMIC THEORY OF THE STABILITY OF ROAD TRANSPORT SERVICES

Assessment of the conditions for the efficient functioning of enterprises in operation. The company is represented in the form of samostabiliziruyuschihya and adaptive systems. Selected aspects of sustainable development, established their relationship and interdependence. Grounded input of the complex index of stability of the enterprise. Established that the effective functioning of the service companies based on research opportunities for environmental impact, sustainability, and setting boundaries with regard to factors reducing them.

Keywords: *the company, car, service, performance, system stability, factors, environment effects, interaction, efficiency, investigation.*

BIBLIOGRAPHY

1. Glagolev, S. N. Metodologicheskie osnovy formirovaniya mekhanizma adaptatsii promyshlennykh predpriyatiy v usloviyakh izmenyayushchey rynochnoy sredy [Tekst]: Monografiya / S. N. Glagolev. - Belgorod: Izd-vo BGTU, 2007. - 163 s.
2. Logistikoorientirovannoe upravlenie organizatsionno-ekonomicheskoy ustoychivost'yu promyshlennykh predpriyatiy v rynochnoy sredy [Tekst] / Pod red. Kolobova A.A. - M.: MGТУ im. Baumana, 1996.- 211 s.

Glagolev Sergey Nikolaevich

Belgorod State Technological University. Shukhov
Dr. Econ. Science, Rector, Professor
Address: 308012, Belgorod, ul. Kostyukov, 46
Tel.: +7(4722)542087, +7(4722)545227
E-mail: rector@intbel.ru

Golovin Sergey Ivanovich

Office of the State Road Supervision on Belgorod region of the Federal Service for Transport Supervision
Head of Department
Address: Belgorod, ul. Mendeleev, 18
Tel.: +7(4722)341032
E-mail: ugadn31@yandex.ru

Sevrugina Nadegda Savelevna

Belgorod State Technological University. Shukhov
Head of Department "Service of transport and technological machines"
Address: 308012, Belgorod, ul. Kostyukov, 46
Tel.: +7(4722)542087, +7(4722)545227
E-mail: rector@intbel.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*

Адрес учредителя:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
302020, г.Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. (4862) 42-00-24
Факс (4862) 41-66-84
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. (4862) 73-43-50, (4862) 43-48-90
www.gu-unpk.ru
E-mail: sirm@ostu.ru, srmostu@mail.ru

Технический редактор, корректор,
компьютерная верстка И. В. Акимочкина

Подписано в печать 23.09.2011
Формат 70x108 1/16.
Усл. печ. л. 6,4
Тираж 500 экз.
Заказ № _____

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе Госуниверситета-УНПК
302030, г. Орел, ул. Московская, 65.