



Научно-технический
журнал
Издается с 2003 года
Выходит четыре раза в год
№ 3(42) 2013
Июль-Сентябрь

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.т.н., проф. (Россия)
Бондаренко Е.В. д.т.н., проф. (Россия)
Глаголев С.Н. д.э.н., проф. (Россия)
Басков В.Н. д.т.н., проф. (Россия)
Корчагин В.А. д.т.н., проф. (Россия)
Баранов Ю.Н. д.т.н., проф. (Россия)
Пучин Е.А. д.т.н., проф. (Россия)
Ременцов А.Н. д.т.н., проф. (Россия)
Родонов Ю.В. д.т.н., проф. (Россия)
Демич М. д.т.н., проф. (Сербия)
Ушаков Л.С. д.т.н., проф. (Россия)
Пржибил П. д.т.н., проф. (Чехия)
Браннольте У. проф. (Германия)

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,
информационных технологий и массовых
коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство: ПИ № ФС77-47352

от 03.11.2011г.

Подписной индекс: 16376

по объединенному каталогу

«Пресса России»

© Госуниверситет-УНПК, 2013

Содержание

Эксплуатация, ремонт, восстановление

<i>В. В. Лянденбургский, И. Е. Долганов</i> Анализ удельных затрат и эффективности применения вероятностно-логического метода поиска неисправностей для автомобилей камаз	3
<i>В. С. Шатерников, М. В. Шатерников</i> Износы и дефекты основных деталей и ресурс двигателей ЯМЗ - 240Н	8
<i>А. М. Белоковьяльский, Д. А. Искоркин</i> Методический подход к разработке алгоритма поиска неисправности в системах впрыска легкого топлива	15
<i>А. О. Пугачёв</i> Моделирование щёточных уплотнений для анализа их влияния на динамику роторов	22
<i>Е. В. Агеев, А. Л. Севостьянов, А. Л. Кудрявцев</i> Повышение эффективности эксплуатации автомобильных двигателей за счет использования технической эндоскопии	31
<i>С. В. Тимохин, Ю. В. Родионов</i> Усовершенствованный цикл динамического нагружения дизелей при обкатке	40

Технологические машины

<i>Р. А. Ределин</i> Математическая модель отбойного гидравлического молота строительного-дорожного машины с учётом температурного фактора	47
<i>Ю. Н. Каманин</i> Основные проблемы применения гидравлических устройств ударного действия в условиях функционирования при пониженных температурах	52
<i>В. В. Червов</i> Пневмомолот с уругим клапаном в системе воздухораспределения для забивания вертикальных труб	55
<i>С. В. Глуценко</i> Сопоставление и оценка отечественного и зарубежного опыта конструкторов по улучшению проходимости боевых гусеничных машин ...	59
<i>С. Ю. Радченко, Д. О. Дорохов, И. М. Грядунов</i> Экспериментальное исследование уругияющей обработки внутренней поверхности вкладышей иодшников скольжения в условиях комплексного локального нагружения очага деформации	67

Безопасность движения и автомобильные перевозки

<i>Л. Е. Гай, Н. А. Загородний, Е. А. Новотисный</i> Баииер автомобиля, как средство обеспечения внешней пассивной безопасности	77
<i>В. А. Корчагин, И. В. Жилин, О. П. Киселева</i> Моделирование процессов уборки и транспортировки корнеплодов на свеклоприемный пункт	82
<i>А. П. Трясцин</i> Формирование комплексной технологической безопасности автотранспортных систем	89

Образование и кадры

<i>В. И. Сарбаев, М. Н. Хамидулин</i> Первичный отбор водителей для автобусных перевозок	95
<i>В. А. Голенков, А. Н. Новиков, А. А. Катунин</i> Подготовка кадров для инновационного развития транспортного комплекса	100
<i>Т. А. Козина, М. Р. Абулбекаров</i> Технология обучения в сотрудничестве как эффективное средство формирования коммуникативной компетенции при подготовке специалистов автотранспортного комплекса	107
<i>И. А. Гарькина, А. М. Данилов, С. А. Пылайкин</i> Тренажеры и имитаторы транспортных систем: выбор параметров вычислений, оценка качества	115

Экономика и управление

<i>С. Н. Глаголев, Н. С. Севрюгина, А. А. Конев</i> Математическая модель оценки эффективности развития территорий региона при формировании кластеров иродорожного сервиса	121
--	-----



The scholarly
journal

A quarterly review

№ 3(42) 2013

July- September

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 *Prof. (Russia)*
E.V. Bondarenko *Prof. (Russia)*
S.N. Glagolev *Prof. (Russia)*
V.N. Baskov *Prof. (Russia)*
V.A. Korchagin *Prof. (Russia)*
Y.N. Baranov *Prof. (Russia)*
E.A. Puchin *Prof. (Russia)*
A.N. Rementsov *Prof. (Russia)*
Y.V. Rodionov *Prof. (Russia)*
M. Demic *Prof. (Serbia)*
L.S. Ushakov *Prof. (Russia)*
P. Pribyl *Prof. (Czechia)*
U.Brannolte *Prof. (Germany)*

Person in charge for publication:

I.V. Akimochkina

Editorial Board Address:

302020, Orel, Moskovskaya Str, 77
(4862) 73-43-50
www.gu-unpk.ru

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

The journal is registered in Federal
Agency of supervision in sphere of
communication, information technology
and mass communications.

Registration Certificate
PI № FS77- 47352 of November 03
2011

Subscription index: 16376
in a union catalog "The Press of Russia"

© State University-ESPC, 2013

Contents

Operation, Repair, Restoration

V. V. Lyandenbursky, E. E. Dolganov Analysis of the costs and effectiveness of probability-logical method troubleshooting for kamaz trucks	3
V. S. Shaternikov, M. V. Shaternikov Deteriorations and defects of the basic parts and service life of engines yanzh - 240n	8
A. M. Belokovylsky, D. A. Iskorkin Systematic approach to the development of fault finding in systems light fuel injection	15
A. O. Pugachev Modeling of brush seals and analysis of their influence on rotordynamics	22
E. V. Ageev, A. L. Kudryavtsev, A. L. Sevost'yanov Increased operational efficiency car engine by using industrial group	31
S. V. Timokhin, Y. V. Rodionov Improved dynamic series load break-in diesel engines ...	40

Technological Machinery

R. A. Redelin Mathematical model of the hydraulic hammer road-construction machines taking into account the temperature factor	47
Y. N. Kamanin The main problems of use of hydraulic devices of shock action in operating conditions at lowered temperatures	52
V. V. Chervov Pneumohammer with the elastic valve in airdistribution system for intrusion of vertical pipes	55
S. V. Glushchenko Comparison and assessment of domestic and foreign experience of designers on improvement of passability of fighting track laying vehicles	59
S. J. Radchenko, D. O. Dorohov, I. M. Gryadunov Experimental design of plain bearings inner surface hardening process under complex local loading of deformation zone	67

Road safety and road transport

L. E. Guy, N. A. Suburban, E. A. Novopisny Bumper car as a means of ensuring the foreign restraint	77
V. A. Korchagin, I. V. Zhilin, O. P. Kiseleva Modeling of the processes of harvest and transport the roots to the firm of sugar beet processing	82
A.P. Tryastsin Formation of a complex of technological safety of road transport systems	89

Education and Personnel

V. I. Sarbaev, M. N. Khamidulin Primary selection of drivers for bus traffic	95
V. A. Golenkov, A. N. Novikov, A. A. Katunin Manpower training for innovative development transport complex	100
T. A. Kozina, M. R. Abubekarov Technology training in cooperation aseffective means of formation communicative competence in preparation specialists motor complex	107
I. A. Garkina, A. M. Damilov, S. A. Pylaykin Trainers and simulators of transport systems: choice of calculation settings, quality assessment	115

Economics and Management

S. N. Glagolev, N. S. Sevrugina, A. A. Konev Mathematical model development effectiveness territory of the region during cluster formation roadside service	121
--	-----

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ

УДК 629. 113. 003

В. В. ЛЯНДЕНБУРСКИЙ, И. Е. ДОЛГАНОВ

**АНАЛИЗ УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ВЕРОЯТНО-ЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ПОИСКА
НЕИСПРАВНОСТЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ**

Предлагается более эффективный «вероятностно-логический» метод поиска неисправностей, который позволяет оперативно проводить диагностирование, что позволит оптимизировать транспортный процесс и финансово-экономические показатели предприятия. Удельные затраты, формирующиеся при эксплуатации автомобилей КАМАЗ по стратегии встроенного диагностирования с применением вероятностно-логического метода, растут при увеличении стоимости одного часа простоя и часовой тарифной ставки.

Ключевые слова: удельные затраты, эффективность, тарифная ставка, «вероятностно-логический» метод, автомобиль.

Повышение эффективности функционирования подвижного состава автотранспортного предприятия обеспечивается своевременным техническим обслуживанием и ремонтом на основе диагностирования автомобилей. Однако периодичность контроля такова, что имеется возможность эксплуатации автомобилей с состоянием, требующим технического обслуживания, или оно проводится до наступления допустимого состояния элемента автомобиля. Это приводит к неисправностям автомобиля или не полному использованию ресурса отдельных агрегатов, систем и деталей автомобилей, к значительным материальным затратам.

Целевая функция издержек на профилактические воздействия без диагностирования элемента с помощью внешних средств, имеет вид:

$$I_{\text{Бд}} = I^{-1} [C_{\text{I}} \cdot Q_{\text{инп}}(l) + C_{\text{II}} \cdot Q_{\text{ир}}(l) + \Pi \cdot (t_n \cdot Q_{\text{инп}}(l) + t_p \cdot Q_{\text{ир}}(l))], \quad (1)$$

где $C_{\text{д}}$ – затраты на одно диагностирование;

C_{I} и C_{II} – соответственно затраты на профилактическое техническое обслуживание и аварийный ремонт элемента;

Π – удельная чистая прибыль, приносимая автомобилем за 1 час эксплуатации;

$Q_{\text{инп}}$ – автомобили, для которых будет произведено профилактическое техническое обслуживание на пробеге ;

$Q_{\text{ир}}$ – автомобили, для которых будет произведен аварийный ремонт;

$t_{\text{В1}}$ – время на одно диагностирование;

$t_{\text{п}}$ и $t_{\text{р}}$ – соответственно время, отведенное на профилактическое техническое обслуживание и аварийный ремонт элемента.

Издержки на диагностирование с помощью встроенных систем диагностирования основанных вероятностно-логическом методе, определяют по формуле:

$$I_{\text{В-ЛД}} = I^{-1} [(C_{\text{всд}} + C_{\text{првсд}}) + C_{\text{II}} \cdot Q_{\text{ир}} + \Pi \cdot t_{\text{р}} \cdot Q_{\text{ир}}], \quad (2)$$

где $C_{\text{всд}}$ - стоимость встроенной системы диагностирования;

$C_{\text{првсд}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание встроенной системы диагностирования за срок ее службы.

Для определения величины влияния стоимости коэффициент издержек вероятностно-логического метода в общем виде можно записать как:

$$K_{И_В-Л} = \frac{И_{В-ЛД}}{И_{БД}}, \quad (3)$$

где $И_{В-ЛД}$ – издержки вероятностно-логического диагностирования;

$И_{БД}$ – издержки без диагностирования.

Тогда коэффициент издержек для встроенной системы диагностирования определится по формуле:

$$K_{И_В-Л} = \frac{(C_{всд} + C_{првсд}) + C_{II} \cdot Q_{ир} + П \cdot t_p \cdot Q_{ир}}{C_I \cdot Q_{ип} + C_{II} \cdot Q_{ир} + П \cdot (t_n \cdot Q_{ип} + t_p \cdot Q_{ир})}. \quad (4)$$

Чем больше издержки диагностирования и меньше коэффициент издержек, тем более экономичный процесс, применяемый для эксперимента.

Правила поиска неисправностей можно модифицировать в коэффициенты вероятностно-логического метода, что позволяет оценить различные стратегии диагностирования и выбрать оптимальную для каждого АТП. Анализ значений коэффициентов позволяет выбрать исходные данные для эксперимента.

Для анализа убытков автомобилей КАМАЗ были проведены экспериментальные исследования, результатом которых стали статистические данные, включающие наработки на отказ, стоимость и трудоёмкости замены элементов топливной системы дизельного автомобиля. Совместив полученные данные по предприятию с экспериментом получили следующие показатели по изменению удельных затрат:

При выборе исходных данных задавались стоимостью одного часа простоя $C_{пр} = 1400$ руб. и стоимостью одного нормо-часа $S_{н-ч} = 800$ руб.

При помощи разработанного вероятностно-логического метода из теории можно исследовать изменение показателей при изменении различных входных характеристиках. Для решения данной задачи проведем вычислительный эксперимент. В эксперименте оценивалось изменение удельных затрат на ремонт C_p в зависимости от коэффициента $K_{и}$, который определяется по формуле 2.39, можно найти общие затраты на диагностирование, они составят:

$$C_{общ} = (1 + K_{и})C_p \quad (5)$$

Так же необходимо оценить убытки, связанные с отказом и простоем автомобиля. Эти убытки связаны с потерями от ненадёжности автомобиля (рис. 1).

$$C_p, \text{ руб./1000 км.}$$

Сформировав модель для оценки эксперимента можно теперь определить убытки от простоя из-за отказа.

В результате расчета по формулам 5, 6 были получены следующие нормативы для этой стратегии:

- удельные суммарные затраты на поддержание работоспособности системы топливной системы — 252,8 руб / 1000 км.;
- средняя наработка на отказ (на примере плунжерной пары) — 198,8 тыс. км.;
- удельная трудоёмкость текущего ремонта - 0,03 чел. ч / 1000 км.

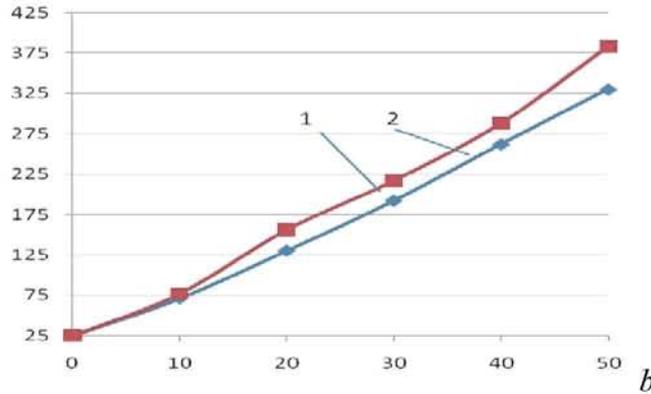


Рисунок 1 - Изменение удельных затрат на ремонт в зависимости от убытков, связанных с отказом и простоем автомобиля,

где b - коэффициент, который определяется по формуле:

$$b = C_{np} / C_y, \quad (6)$$

где C_{np} - убытки, связанные с отказом и простоем автомобиля; C_y - удельные затраты на услуги.

1 - до внедрения вероятностно-логического метода; 2 - после внедрения вероятностно-логического метода на предприятии

Рассчитанные показатели позволяют планировать затраты на эксплуатацию автомобилей (рис. 2).

C , руб./1000 км.

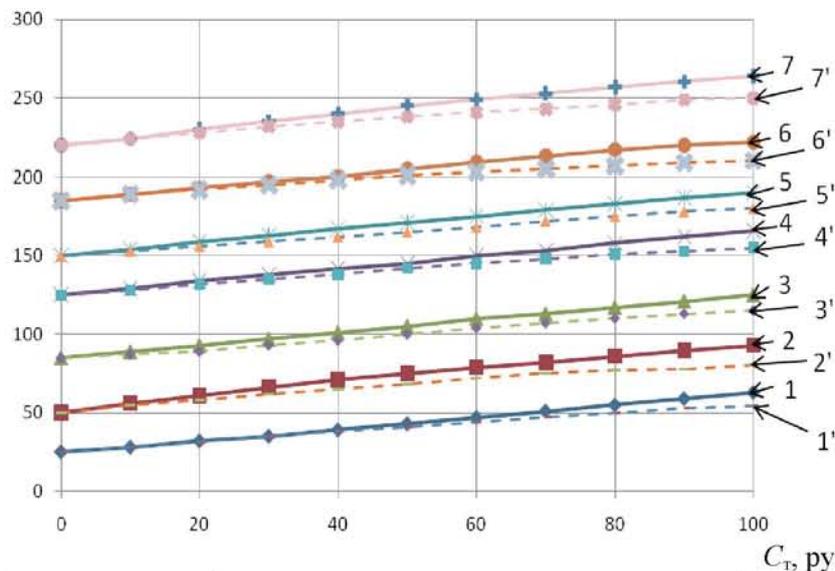


Рисунок 2 - Графики изменения удельных суммарных затрат по плано-предупредительной и вероятностно-логической стратегии в зависимости от часовой тарифной ставки C_T и стоимости одного часа простоя $C_{\tau\delta}$, 1, 1' - 0; 2, 2' - 200; 3, 3' - 400; 4, 4' - 600; 5, 5' - 800; 6, 6' - 1000; 7, 7' - 1200

— — для плано-предупредительной стратегии; - - - - для вероятностно-логической стратегии

Как мы видим эксплуатация автомобилей с системой встроенного диагностирования приводит к снижению удельных затрат на 12 %. Эффективность встроенного диагностирования ($\Delta_{вд}$) (рис. 3) возрастет с увеличением стоимости одного часа простоя и уменьшается с увеличением тарифной ставки диагностирования автомобиля. Если на первый параметр мы воздействовать не можем, потому что на каждом АТП стоимость простоя зависит от множества величин, включая, что перевозит компании и количество парка и т.д. Тогда как на вторую - можно повлиять, используя вероятностно-логический метод нахождения неисправности, а именно снизить время нахождения неисправности, что приведет к уменьшению коли-

чества затрачиваемых часов независимо от стоимости нормо-часа. Отметим, что диагностирование требует более квалифицированного персонала, и как следствие, более высокооплачиваемый ремонтно-обслуживающий персонал на это повлиять мы не можем и данный факт приводит к уменьшению эффективности нашей стратегии.

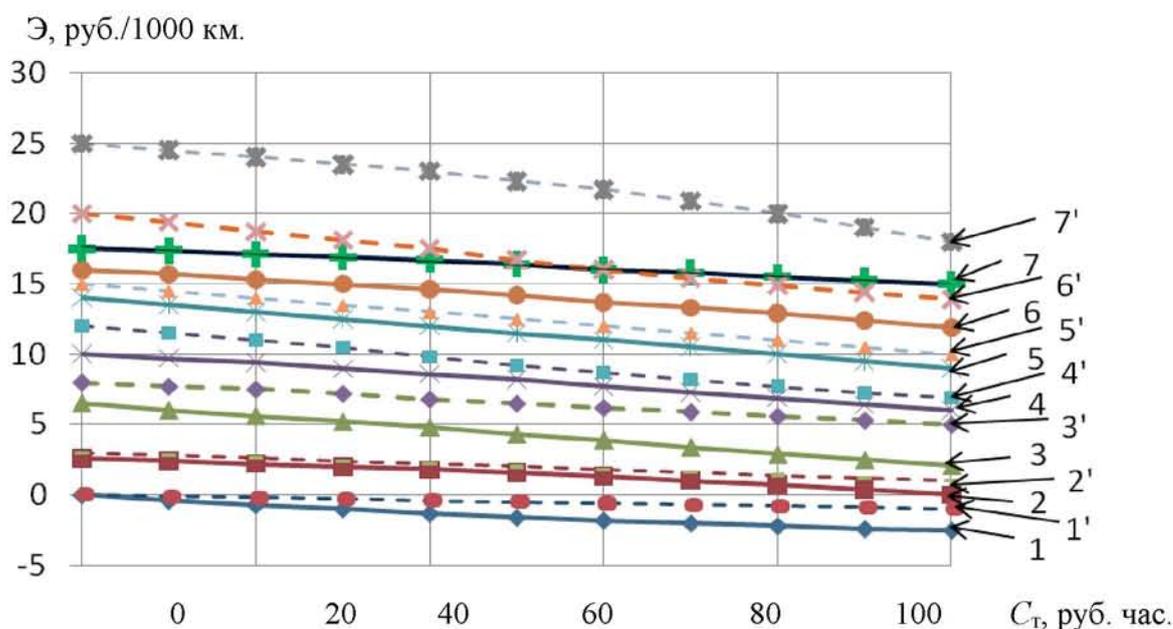


Рисунок 3 - Графики изменения эффективности в зависимости от стратегии и от часовой тарифной ставки C_T , а так же стоимости одного часа простоя $C_{пр}$

1, 1' – 0; 2, 2' – 200; 3, 3' – 400; 4, 4' – 600; 5, 5' – 800; 6, 6' – 1000; 7, 7' – 1200;

— — для планово-предупредительной стратегии; - - - для вероятностно-логической стратегии

Полученные нами зависимости показывают, что удельные суммарные затраты, формирующиеся при эксплуатации автомобилей КАМАЗ по стратегии встроенного диагностирования с применением вероятностно-логического метода, увеличиваются при увеличении стоимости одного часа простоя и часовой тарифной ставки. Эффективность вероятностно-логической стратегии выше, чем профилактической. Зависимость эффективности при одном значении стоимости одного часа простоя изменяется незначительно, но при увеличении часовой тарифной ставки, существенно возрастают убытки предприятия. Таким образом, эффективность профилактической стратегии при увеличении часовой тарифной ставки уменьшается, а эффективность выбранной нами стратегии, наоборот, увеличивается.

При увеличении часовой тарифной ставки происходит увеличение удельных суммарных затрат на эксплуатацию системы без профилактики C_p .

Эффективность достигается тем, что разница между затратами на ремонт элементов и при групповом ремонте существенна, тогда чем выше часовая тарифная ставка, тем больше экономия и, соответственно, эффективность стратегии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лянденбургский, В. В. Вероятностный подход к построению модели технического состояния автомобилей [Текст] / В. В. Лянденбургский, А. П. Бажанов, А. И. Тарасов // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. - 2010. - С. 55-61.
2. Лянденбургский, В. В. Вероятностно-логический метод поиска неисправностей автомобилей [Текст] / В. В. Лянденбургский, А. И. Тарасов, А. В. Федосков, С. А. Кривобок // Мир транспорта и технологических машин. - 2011. - № 4. - С. 3-9.
3. Лянденбургский, В. В. Эффективность применения систем диагностирования и саморегулирования при эксплуатации автомобилей [Текст] / В. В. Лянденбургский, А. И. Тарасов, А. В. Федосков // Мир транспорта и технологических машин. - 2011. - № 1. - С. 51-56.

Лянденбургский Владимир Владимирович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

Канд. техн. наук, доцент

E-mail: dekauto@pguas.ru

Долганов Илья Евгеньевич

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

Студент

E-mail: dekauto@pguas.ru

V. V. LYANDENBURSKY, E. E. DOLGANOV

ANALYSIS OF THE COSTS AND EFFECTIVENESS OF PROBABILITY-LOGICAL METHOD TROUBLESHOOTING FOR KAMAZ TRUCKS

A better «probability-logical» method of Troubleshooting, which allows one to make a diagnosis that will optimize the transport process and financial and economic indicators of the enterprise. Unit costs generated during the operation of KAMAZ vehicles on the strategy of integrated diagnosis with the use of probability-logical method, increases with the increase of the cost of one hour of idle time and hourly tariff rate.

Keywords: Unit costs, efficiency, wage rate, «probability-logical» method, the car.

BIBLIOGRAPHY

1. Lyandenburskiy, V. V. Veroyatnostnyy podkhod k postroeniyu modeli tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobiley [Tekst] / V. V. Lyandenburskiy, A. P. Bazhanov, A. I. Tarasov // Problemy kachestva i ekspluatatsii avtotransportnykh sredstv. - 2010. - S. 55-61.
2. Lyandenburskiy, V. V. Veroyatnostno-logicheskiy metod poiska neispravnostey avtomobiley [Tekst] / V. V. Lyandenburskiy, A. I. Tarasov, A. V. Fedoskov, S. A. Krivobok // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. - № 4. - S. 3-9.
3. Lyandenburskiy, V. V. Effektivnost` primeneniya sistem diagnostirovaniya i samoregulirovaniya pri ekspluatatsii avtomobiley [Tekst] / V. V. Lyandenburskiy, A. I. Tarasov, A. V. Fedoskov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. - № 1. - S. 51-56.

Lyandenbursky Vladimir Vladimirovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza city, Titova, 28

Candidate. tehn. , Associate Professor

E-mail: dekauto@pguas.ru

Dolganov Elijah Evgen'evich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza city, Titova, 28

Student

E-mail: dekauto@pguas.ru

УДК: 622.684.

В. С. ШАТЕРНИКОВ, М. В. ШАТЕРНИКОВ

ИЗНОСЫ И ДЕФЕКТЫ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ И РЕСУРС ДВИГАТЕЛЕЙ ЯМЗ - 240Н

Исследованы дефекты и износы основных деталей двигателей, поступающих в капитальный ремонт, которые работали в карьерах горно-обогатительных комбинатов (ГОК) Курской магнитной аномалии (КМА). Определена группа элементов, лимитирующих ресурс двигателей до капитального ремонта, и установлен пробег, на котором должна проводиться их одновременная замена.

Ключевые слова: *техническое состояние, ресурс, ремонтное воздействие, работоспособность.*

На Лебединском и Стойленском горно-обогатительных комбинатах (ГОК), а также на ЗАО «Гормаш» г. Белгорода, были проведены исследование износов и дефектов основных деталей двигателей ЯМЗ-240Н большегрузных автомобилей-самосвалов БелАЗ-7548А, работавших в условиях карьеров Курской магнитной аномалии (КМА). Проверено техническое состояние блоков цилиндров, гильз цилиндров, головок цилиндров, поршней, поршневых колец, поршневых пальцев, коленчатого и распределительного валов, шатунных вкладышей, клапанов и шатунов 35 подконтрольных двигателей, которые по заключению комиссии, должны быть направлены в капитальный ремонт. Отобранные для исследования двигатели, за время эксплуатации не подвергались замене исследуемых элементов.

Микрометрирование элементов двигателей проведено в соответствии с ГОСТ 14846-69 [1] специальными и универсальными мерительными инструментами, обеспечивающими допустимую погрешность измерения.

У блока цилиндров двигателей ЯМЗ-240Н, микрометрирование проводилось по следующим поверхностям основных сопряжений: верхних и нижних поясов под гильзы цилиндров; глубине проточек под буртик гильзы; посадочных мест под наружные обоймы коренных подшипников коленчатого вала; внутренним поверхностям втулок под оси толкателей; внутренним поверхностям втулок под распределительный вал и деформации поверхностей прилегания головок.

По результатам исследований, основных поверхностей блоков цилиндров двигателей ЯМЗ-240Н, было установлено следующее.

Анализ замеров посадочных мест, в блоке цилиндров, показал (рис. 1) следующее. Диаметры 67% верхних и 62% нижних посадочных поясов под гильзы цилиндров находятся в пределах допусков, предусмотренных чертежами завода-изготовителя – для нижних - $\varnothing 151^{+0,04}$ мм и для верхних - $\varnothing 153^{+0,04}$ мм. Овальность 90% нижних и 94% верхних посадочных поясов не превышает величины 0,01 мм. Кривые распределения износов верхнего и нижнего посадочных поясов двигателей, поступивших в первый капитальный ремонт, показаны на рисунке 1.

Незначительное увеличение диаметра посадочных мест под гильзы цилиндров, имеющее место в ряде случаев, является результатом износа сопрягаемых поверхностей.

Абсолютное большинство канавок (66%) под буртик гильзы указанных двигателей находятся в пределах размеров, предусмотренных чертежами - $12 \pm 0,035$ мм. Среднее значение глубины проточки составило – 12,02 мм.

Поверхности отверстий под наружную обойму подшипников коленчатого вала в основном находятся в пределах размеров на изготовление - $\varnothing 260_{-0,080}^{-0,053}$ мм, и только 3% блоков цилиндров по данному параметру нуждаются в восстановлении, так как их значения превысили норматив, допускаемый без ремонта - $\varnothing 259,955$ мм.

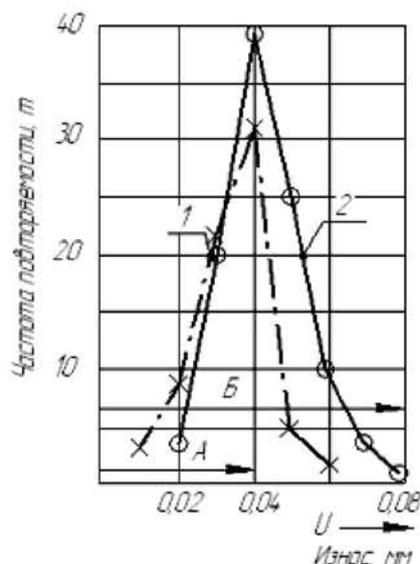


Рисунок 1 - Частота распределения износов посадочных отверстий под гильзы цилиндров двигателей ЯМЗ-240Н:

1 – верхний посадочный пояс; 2 – нижний посадочный пояс; А – поле допуска по рабочему чертежу; Б – износ, допустимый без ремонта

Диаметр внутренних поверхностей отверстий под ось толкателей у абсолютного большинства двигателей не превышает размеров допускаемых без ремонта – 22,06 мм и только 13% отверстий превысили указанный размер. Среднее значение износа указанных отверстий составило 0,06 мм. Исследования показывают, что при первом капитальном ремонте, отверстия под оси толкателей не восстанавливают [6].

Диаметр отверстий во втулках под опорные шейки распределительного вала у 63% двигателей соответствует значениям размера по чертежу - $\varnothing 54^{+0,03}$ мм, а 25% отверстий не превысили размера допускаемого без ремонта - $\varnothing 54,04$ мм. Лишь у 12% двигателей диаметр отверстий был больше 54,04 мм.

Деформация поверхностей под головки цилиндров у 66% блоков находятся в пределах допуска на изготовление – 0,02 мм, а у 34% - не превышает норматив допустимый без ремонта – 0,05 мм [4, 5].

Наружным осмотром у блоков цилиндров двигателей ЯМЗ-240Н были обнаружены такие дефекты как кавитационный износ нижнего посадочного пояса – 3% и трещины, проходящие через ребро жесткости – 2%.

Исследования дефектов и износов блоков цилиндров позволяют сделать вывод о том, что двигатели, поступающие в первый капитальный ремонт, имеют незначительные износы и коробление основных сопрягаемых поверхностей, и поэтому абсолютное их большинство пригодно к дальнейшей эксплуатации и практически не нуждаются в ремонте.

Проведенные исследования показывают, что при эксплуатации двигателей ЯМЗ-240Н наблюдаются следующие, наиболее характерные причины отказов гильз цилиндров:

- износ зеркала гильзы;
- износ верхнего и нижнего посадочного пояса гильзы;
- износ торцевой поверхности гильзы.

Измерение диаметра гильз цилиндров по внутренней поверхности проводилось в соответствии с ГОСТ 14846-81 [1]. Наибольший износ наблюдается в зоне верхнего компрессионного кольца при положении поршня в верхней мертвой точке в плоскости, перпендикулярной оси коленчатого вала. Внутренний диаметр всех исследуемых гильз превышал размер допустимый без ремонта - $\varnothing 130,18$ мм, а овальность у 72% гильз цилиндров превысила величину, допустимую без ремонта – 0,035 мм. Средний износ гильз цилиндров двигателей, поступающих в первый капитальный ремонт, составил 0,3 мм.

Диаметры верхнего и нижнего поясков гильзы, у их абсолютного большинства, находятся в пределах размеров, предусмотренных рабочим чертежом, соответственно, - $\varnothing 153_{-0,09}^{-0,05}$ мм и $\varnothing 151_{-0,09}^{-0,05}$ мм.

Высота опорного бурта гильз цилиндров двигателей также находилась в пределах размера, предусмотренных чертежом завода-изготовителя – $12,1^{+0,03}$ мм. Только у 7% гильз цилиндров она была меньше 12,1 мм.

При наружном осмотре на зеркале всех гильз цилиндров были обнаружены риски и микротрещины.

Для большинства гильз цилиндров двигателей ЯМЗ-240Н, поступающих в первый капитальный ремонт, износ составляет 0,25-0,35 мм. Овальность, при этом, составляет 0,035 мм.

Исследования подконтрольной партии двигателей показали, что все 100% гильз цилиндров выработали свой ресурс и подлежат восстановлению под ремонтный размер.

Исследования долговечности головок блока цилиндров показывают, что она не лимитирует ресурс двигателя до первого капитального ремонта и ни одна головка, за период наблюдений, не вышла из строя преждевременно.

При исследовании головок блока цилиндров, получена следующая информация.

В результате замеров установлено, что 29% внутренних поверхностей направляющих втулок клапанов имеют размер в соответствии с рабочим чертежом - $\varnothing 12^{+0,019}$ мм и только 20% втулок имели значения, превышающие допустимые без ремонта нормативы - $\varnothing 12,03$ мм.

Наружным осмотром установлено, что у 75% седел клапанов ширина рабочих фасок находится в пределах $2,0 \div 2,5$ мм для впускных и $1,5 \div 2,3$ мм для выпускных клапанов, что соответствует показателям допустимым без ремонта. Следует отметить, что на всех поверхностях фасок были обнаружены риски и микротрещины.

Коробление плоскости головок цилиндров, соприкасающейся с блоком, не превышает допустимого значения – 0,05 мм. Среднее значение коробления составило 0,03 мм.

При исследовании отмечались редкие случаи образования трещин в выхлопном канале головок цилиндров.

Установлено, что 25% головок цилиндров выработали свой ресурс и нуждаются в восстановлении. Остальные головки пригодны для дальнейшей эксплуатации без восстановления.

В процессе исследования тщательно изучались дефекты и неисправности головок блока цилиндров.

Наиболее характерными дефектами, снижающими надежность головок блока цилиндров, являются трещины между отверстиями под гнезда клапанов и между отверстием под форсунку и отверстием под гнездо клапана.

В заключении можно сделать вывод, что ресурс головок цилиндров несколько меньше ресурса базовой детали.

Контроль поршней проводился по наружной поверхности юбки, внутренней поверхности отверстий под поршневой палец и высоте поршневых канавок под компрессионные и маслосъемные кольца. Результаты исследований показали следующее.

Износ юбки поршня измерялся на расстоянии 153 мм от днища, так как в этом месте наблюдается максимальный износ. Средний износ юбки поршней составил 0,14 мм.

На техническое состояние двигателя (дымление, угар масла, падение мощности и т.д.), значительное влияние оказывает износ поршневых канавок. Канавки под поршневые кольца изнашиваются неравномерно по окружности, поэтому замер их проводился в 4-х точках, а за величину износа принималось среднее значение. У двигателей, поступивших в первый капитальный ремонт, износ канавок под компрессионные кольца колеблется от 0,15 мм до 0,70 мм, а под маслосъемные кольца, от 0,10 мм до 0,45 мм. Средние износы канавок под компрессионные кольца составили 0,39 мм, 0,32 мм, 0,29 мм, под маслосъемные кольца –

0,24 мм и 0,21 мм. Наибольшему износу подвергается канавка под верхнее компрессионное кольцо. Соотношение износов канавок под компрессионные кольца можно принять равным: 1,0 : 0,826 : 0,688; под маслосъемные кольца – 1,0 : 0,88.

Диаметр внутренней поверхности отверстий под поршневой палец у 43% поршней превысили значения допустимые без ремонта - Ø50,01 мм и подлежат замене.

Наружным осмотром на юбках поршней обнаружены риски и надиры.

Исследования показали, что 100% поршней по своему техническому состоянию не пригодны к дальнейшей эксплуатации и подлежат замене.

Ресурс поршней, в основном, лимитируется износом канавки под верхнее компрессионное кольцо.

Как показывает практика [2], радиальный износ поршневых колец не оказывает существенного влияния на техническое состояние двигателя, поэтому исследовались лишь износы поршневых колец по высоте.

Установлено, что износ поршневых колец не одинаков. Наибольший износ имеет верхнее компрессионное кольцо, за ним следует второе и далее третье, а минимальный износ был установлен у нижнего маслосъемного кольца. Средний износ компрессионных колец равен, соответственно, 0,33 мм, 0,26 мм, 0,19 мм, маслосъемных – 0,13 мм и 0,12 мм. Соотношение износов первого, второго и третьего компрессионных колец составил – 1,0 : 0,803 : 0,594.

Зазор в стыке для компрессионных колец в среднем составил 3,8 мм, для маслосъемных – 3,2 мм.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод, что все поршневые кольца, при поступлении двигателя в первый капитальный ремонт, подлежат замене.

Микрометраж поршневых пальцев показал, что их износы при пробеге 80,0 – 90,0 тыс. км незначительны (0,005-0,007 мм), и они не лимитируют ресурс двигателя до капитального ремонта.

Основной причиной замены шатунных вкладышей подшипников коленчатого вала является их износ и выкрашивание антифрикционного слоя, вызванного усталостным разрушением.

Необходимо отметить, что верхние вкладыши изнашиваются больше чем нижние. Исследованиями установлено, что у 27% вкладышей износ не превышает 0,11 мм, что допустимо при эксплуатации, у 73% вкладышей износ превысил 0,11 мм. Среднее значение износа вкладышей двигателей ЯМЗ-240Н составляет 0,1 мм.

Данные об отказах, выявленные за период наблюдений, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Опытные значения частот и частостей отказов коленчатых валов

Характеристики	Обозначения	Пробег, тыс. км				
		42,5-47,5	47,5-52,5	52,5-57,5	57,5-62,5	62,5-67,5
Частота отказов	m_i^*	5	4	10	12	4
Накопленная частота отказов	Σm_i^*	5	9	19	31	35
Частость отказов	$P_i^* = \frac{m_i^*}{N}$	0,143	0,114	0,286	0,343	0,114
Накопленная частость отказов	$F_i^* = \frac{\Sigma m_i^*}{N}$	0,143	0,257	0,543	0,886	1,000

Анализ полученных результатов показал, что 19% коленчатых валов имеют диаметр шатунных шеек в пределах размеров допустимых без ремонта независимо от ремонтного размера, а у 70% коленчатых валов их износ не превышает 0,07 мм. Диаметр коренных опор коленчатого вала при этом находится в пределах размеров заданных чертежом завода-изготовителя – Ø191,92_{-0,02} мм. Среднее значение износа шатунных шеек составляет 0,05 мм,

коренных – 0,005 мм. У незначительной части шатунных шеек наблюдаются микротрещины, а у 28% двигателей имели место задиры, являющиеся следствием проворота вкладышей.

Биение по средней коренной опоре у 2% коленчатых валов находится в пределах допуска на изготовление – 0,04 мм. У 66% двигателей биение коленчатых валов по средней опоре было в пределах 0,05÷0,09 мм, что соответствует биению допустимому без ремонта и только 28% коленчатых валов имели биение, которое превышало значение допустимое без ремонта – 0,09 мм.

Овальность шатунных шеек в пределах допуска на изготовление (0,01 мм) наблюдалась у 83% коленчатых валов, у 10% - овальность была в пределах 0,011÷0,015 мм, что соответствует значениям допустимым без ремонта. У 7% коленчатых валов овальность превысила 0,015 мм. Овальность же коренных опор коленчатых валов практически равна нулю.

Наружным осмотром у двигателей ЯМЗ-240Н установлены следующие дефекты: излом вала – 3%, выкрашивание беговой дорожки коренных опор (питтинг) – 5%, цвета побелости – 2%.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы: 28% коленчатых валов требуют правки и восстановления шатунных шеек под ремонтные размеры, 4% коленчатых валов подлежат замене (в виду их излома).

Основной причиной, вызывающей замену шатунов или их восстановление, является износ втулок верхней головки.

79% втулок имеет износ 0,01÷0,03 мм, что не превышает допустимых значений без ремонта, а их овальность у 50% двигателей равна 0,03÷0,04 мм. Средний износ втулок составил 0,025 мм.

Увеличение диаметра отверстий нижней головки шатуна больше допустимого наблюдается у 28% двигателей.

Расстояние между осями отверстий верхней и нижней головок у всех шатунов не превышает значений допустимых без ремонта – 297,87 мм.

Результаты исследований показывают, что 50% шатунов имеют овальность отверстия втулки верхней головки шатуна 0,03 мм и более и поэтому подлежат восстановлению.

Замеры показали, что износ опорных шеек распределительных валов колеблется от 0,01 мм до 0,06 мм, причем, у 93% опорных шеек размер соответствует допустимому без ремонта - $\varnothing 53,885$ мм. При этом среднее значение износа опорных шеек равно 0,024 мм.

Высота кулачков распределительных валов не превышает допустимые значения без ремонта – 42,1 мм. Среднее значение износа впускных и выпускных кулачков распределительных валов составило, соответственно, 0,05 мм и 0,06 мм, что значительно меньше величины допустимого износа, равного 0,1 мм.

Биение распределительных валов по средней опорной шейке у 49% двигателей находилось в пределах допуска на изготовление – 0,035 мм, 26% имели изгиб 0,035÷0,045 мм, что не превышает биение допустимое без ремонта. Только у 25% распределительных валов изгиб превысил значение 0,045 мм.

Поскольку средний ресурс распределительных валов превышает ресурс блока цилиндров, то он не лимитирует ресурс двигателя до капитального ремонта.

Износ стержней впускных и выпускных клапанов по диаметру у 35% двигателей не выходит за пределы размера на изготовление - $\varnothing 12_{-0,095}^{-0,070}$ мм. А у 60% клапанов диаметры стержней не превышают значений допустимых без ремонта - $\varnothing 11,88$ мм. Среднее значение износа клапанов составило 0,03 мм.

Установлено, что 90% клапанов имеют ширину рабочих фасок в пределах 0,76÷1,6 мм для впускных и 1,0÷1,68 мм для выпускных клапанов, что соответствует нормативам допустимым без ремонта. У остальных (10%) клапанов, обнаружен большой износ фасок, риски и другие дефекты.

Длина стержней клапанов у 72% двигателей – в пределах размера на изготовление (впускных - $156 \pm 0,3$ мм, выпускных - $155^{+0,25}_{-0,30}$ мм). 28% клапанов не превышают нормативных значений допустимых без ремонта (впускных – 155,6 мм, выпускных – 155,2 мм). Среднее значение износа клапанов составило 0,33 мм.

Наработка 35 подконтрольных двигателей, до капитального ремонта, установлена в пределах 45 тыс. км (рис. 2).

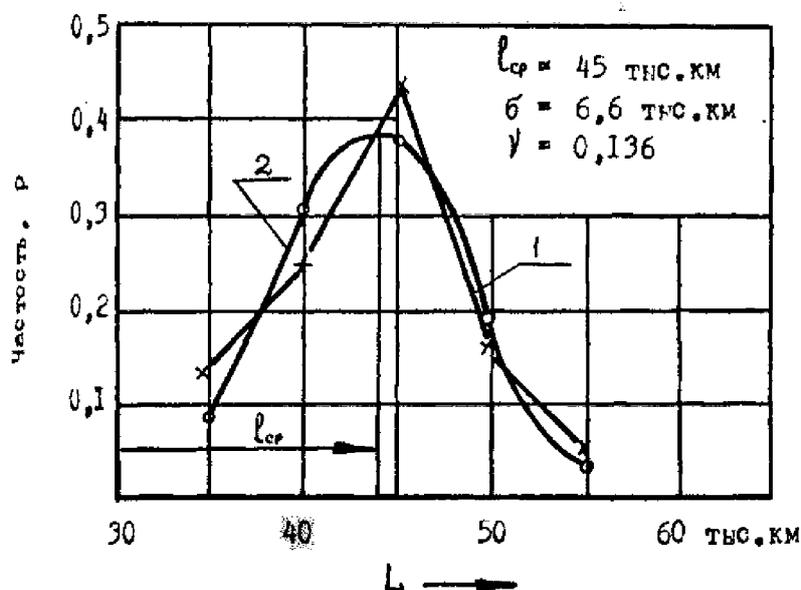


Рисунок 2 - Распределения ресурса подконтрольной партии двигателей ЯМЗ-240Н до капитального ремонта:

1 – опытная частота; 2 – теоретическая частота; $l_{ср}$ – средний ресурс детали до отказа

Распределение наработки двигателей ЯМЗ-240Н до капитального ремонта, как показала статистическая обработка, соответствует нормальному закону распределения с параметрами: среднее значение пробега – 45 тыс. км, среднее квадратическое отклонение – 6,6 тыс. км, коэффициент вариации – 0,136. Согласно [3], нормативный пробег двигателей внедорожных автомобилей БелАЗ-7548А, составляет 80 тыс. км.

При наработке в среднем около 45 тыс. км, ресурс данного двигателя лимитирует техническое состояние деталей гильзо-поршневой группы (гильз цилиндров, поршневых колец, поршней). Другие же элементы, к этому пробегу имеют достаточный ресурс. Поэтому, проведение капитального ремонта, по причине реализации полного ресурса деталей гильзо-поршневой группы, может привести к значительному недоиспользованию ресурса подавляющего большинства элементов двигателя.

Для повышения срока службы двигателей ЯМЗ-240Н до капитального ремонта, и на этой основе уменьшения расхода запасных частей, целесообразно при их эксплуатации применять узловой метод ремонтного обслуживания.

В целях восстановления работоспособности двигателей после пробега 45 тыс. км, замена деталей гильзо-поршневой группы позволит лучше реализовать ресурс незамененных элементов, уменьшить удельные затраты и продолжительность простоев при их ремонтном обслуживании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний [Текст]. - М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1981. – 53 с.

2. Петров, Ю. Н. Основы ремонта машин [Текст] / Ю. Н. Петров; под общ. Ред. Ю.Н. Петрова. – М.: «Колос», 1972. – 527 с.
3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Часть 1. Автомобили-самосвалы БелАЗ-540, БелАЗ-540А, БелАЗ-540С, БелАЗ-548А, БелАЗ-548С, БелАЗ-7510, БелАЗ-7575 [Текст]. – М.: «Транспорт», 1979. – 46 с.
4. Технические условия на дефектацию и ремонт двигателей ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н. 240-00.00.001РК [Текст]. - Белгород: Завод «Автомобильный завод», 1986. – 140 с.
5. Технические условия на капитальный ремонт двигателей ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н, ЯМЗ-240Б [Текст]. - Ярославль: ЭРО-ЯМЗ, 1976. – 550 с.
6. Шатерников, В. С. Исследование долговечности блока цилиндров двигателей ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н [Текст] / В. С. Шатерников, И. Е. Дюмин // Киев: Республиканский межведомственный научно-технический сборник «Автомобильный транспорт». - Выпуск 19.- 1982. - С. 76 – 79.

Шатерников Владимир Степанович

НЧОУ ВПО «Курский автодорожный институт»

Адрес: 305022, Курская область, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 169а

Канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Автомобильное хозяйство и автосервис»

E-mail: noukti@mail.ru

Шатерников Максим Владимирович

НЧОУ ВПО «Курский автодорожный институт»

Адрес: 305022, Курская область, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 169а

Студент

V. S. SHATERNIKOV, M. V. SHATERNIKOV

DETERIORATIONS AND DEFECTS OF THE BASIC PARTS AND SERVICE LIFE OF ENGINES YAMZ - 240H

Investigated defects and usnozy the main parts of the engines coming into overhaul, who worked in the quarries of mining-concentrating combines (GOK) of the Kursk magnetic anomaly (KMA). Defined group of elements, the limiting resource engines to overhaul and the mileage, where should they be simultaneous replacement.

Keywords :the technical condition of the resource, repair impact and efficiency.

BIBLIOGRAPHY

1. GOST 14846-81. Dvigateli avtomobil'nye. Metody stendovykh ispytaniy [Tekst]. - M.: Gosudarstvennyy komitet SSSR po standartam, 1981. - 53 s.
2. Petrov, YU. N. Osnovy remonta mashin [Tekst] / YU. N. Petrov; pod obshch. Red. YU.N. Petrova. - M.: "Kolos", 1972. - 527 s.
3. Polozhenie o tekhnicheskoy obsluzhivaniy i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta. Chast' 1. Avtomobili-samosvaly BelAZ-540, BelAZ-540A, BelAZ-540S, BelAZ-548A, BelAZ-548S, BelAZ-7510, BelAZ-7575 [Tekst]. - M.: "Transport", 1979. - 46 s.
4. Tekhnicheskie usloviya na defektatsiyu i remont dvigateley YAMZ-240, YAMZ-240N. 240-00.00.001RK [Tekst]. - Belgorod: Zavod "Avtoremgormash", 1986. - 140 s.
5. Tekhnicheskie usloviya na kapital'nyy remont dvigateley YAMZ-240, YAMZ-240N, YAMZ-240B [Tekst]. - Yaroslavl': ERO-YAMZ, 1976. - 550 s.
6. Shaternikov, V. S. Issledovanie dolgovechnosti bloka tsilindrov dvigateley YAMZ-240, YAMZ-240N [Tekst] / V. S. Shaternikov, I. E. Dyumin // Kiev: Republikanskiy mezhvedomstvennyy nauchno-tekhnicheskiy sbornik "Avtomobil'nyy transport". - Vypusk 19.- 1982. - S. 76 - 79.

Shaternikov Vladimir Stepanovich

NCHOU VPO «Kursk road Institute»

Address: 305022, Kursk, Kursk, street. 50 years of October, 169a

Candidate of technical Sciences, associate Professor, head. The chair «Automobile industry and car service»

E-mail: noukti@mail.ru

Shaternikov Maxim Vladimirovich

NCHOU VPO «Kursk road Institute»

Address: 305022, Kursk, Kursk, street. 50 years of October, 169aStudent

УДК 629.3.064.5:621.3

А. М. БЕЛОКОВЫЛЬСКИЙ, Д. А. ИСКОРКИН

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТИ В СИСТЕМАХ ВПРЫСКА ЛЕГКОГО ТОПЛИВА

На основе анализа возможных неисправностей базовой системы впрыска топлива «L-Jetronic», а также объективных проявлений этих неисправностей предлагается методический подход к разработке алгоритма поиска неисправностей в системах впрыска современных легковых автомобилей, позволяющего в последствии проводить диагностирование с минимальными затратами времени и труда.

Ключевые слова: диагностирование, поиск неисправности, отказ, проверка.

Существующая практика поиска неисправностей в оборудовании, основанная на интуиции и опыте ремонтного персонала, не позволяет в достаточной степени эффективно выполнять работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования автомобиля. Для решения этой проблемы разрабатывается система поиска неисправности, которая строится так, чтобы были минимальны: время диагностирования и стоимость соответствующих средств.

Основу системы диагностирования составляет программа поиска неисправности (ППН) или алгоритм диагностирования, которые в последующем закладываются в разрабатываемые средства диагностирования.

На рисунке 1 приведена функциональная схема управления системой впрыскивания топлива «L-Jetronic», которая позволяет определить совокупность параметров, подлежащих контролю, и последовательность их контроля, при обработке результатов (при одновременном контроле).

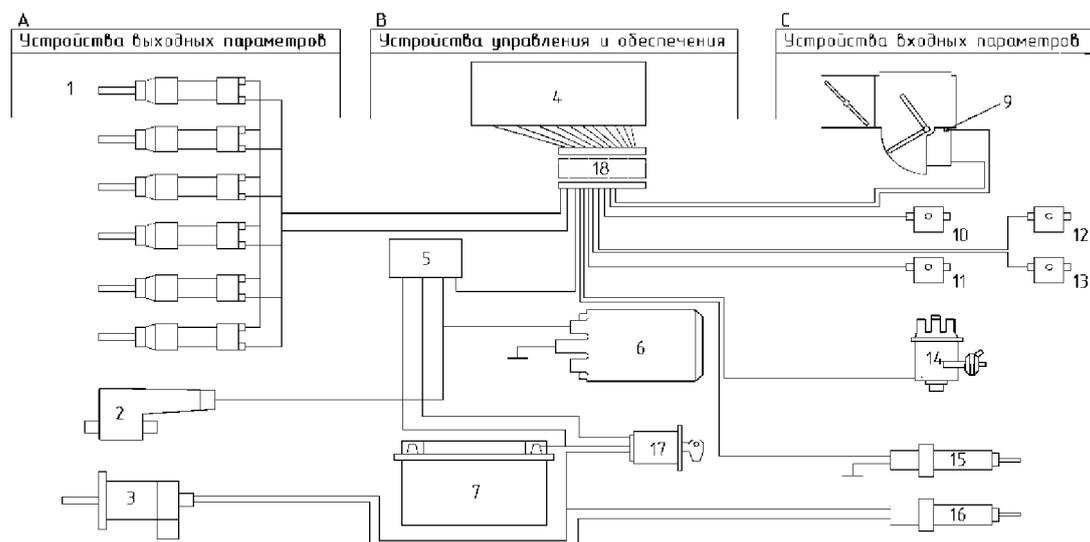


Рисунок 1 – Функциональная схема управления системой впрыскивания топлива «L-Jetronic»:

А – устройства входных параметров: 1 – датчик температуры всасываемого воздуха; 2 – расходомер воздуха; 3 – выключатель положения дроссельной заслонки; 4 – высотный корректор; 5 – датчик-распределитель зажигания; датчик температуры охлаждающей жидкости; 7 термореле; В – устройства управления и обеспечения: 8 – электронный блок управления; 9 – блок реле; 10 – топливный насос; 11 – аккумуляторная батарея; 12 – выключатель зажигания; С – устройства выходных параметров: 13 – рабочие форсунки; 14 – клапан добавочного воздуха; 15 – пусковая форсунка

Проведя анализ возможных неисправностей базовой системы впрыска топлива современных легковых автомобилей «L-Jetronic», а также объективных проявлений этих неисправностей [1] можно сформировать соответствующие перечни в следующем виде:

Перечень проверяемых приборов и систем (причины неисправности)

1. Топливный насос

2. Фильтр очистки топлива
3. Давление впрыскивания форсунок
4. Давление нагнетания топливного насоса
5. Производительность топливного насоса
6. Качество топлива
7. Клапан дополнительной подачи топлива
8. Термореле
9. Пусковая форсунка
10. Рабочие форсунки
11. Датчик температуры охлаждающей жидкости
12. Выключатель дроссельной заслонки
13. Корпус дроссельной заслонки
14. Пневмопривод дроссельной заслонки
15. Измеритель расхода воздуха
16. Электронный блок управления
17. Электропровода и соединения
18. Реле включения топливного насоса
19. Воздушный фильтр
20. Система охлаждения двигателя
21. Герметичность соединений во впускном тракте двигателя
22. Отсутствие подсоса воздуха в двигатель
23. Впускной тракт двигателя
24. Отсутствие рабочей смеси при частичной нагрузке двигателя

Объективные проявления неисправностей системы впрыска

1. Двигатель не запускается (температура масла < 20°C)
2. Двигатель не запускается (температура масла > 60°C)
3. Затрудненный пуск двигателя (температура масла < 20°C)
4. Затрудненный пуск двигателя (температура масла > 60°C)
5. Двигатель запускается и глохнет
6. Двигатель работает неустойчиво на холостом ходу при прогреве
7. Холостой ход двигателя не соответствует номинальному значению
8. Двигатель работает с перебоями на холостом ходу
9. Двигатель «трясет» при разгоне
10. Двигатель «трясет» при движении с постоянной скоростью
11. Двигатель «трясет» на принудительном холостом ходу
12. Стук в двигателе при увеличении частоты вращения коленчатого вала
13. Двигатель не обладает достаточной приемистостью
14. Повышенный расход топлива
15. Повышенное содержание СО и СН в отработавших газах на холостом ходу
16. Пониженное содержание СО и СН в отработавших газах на холостом ходу
17. Двигатель не развивает полной мощности

Большинство современных автомобилей оснащается достаточным количеством датчиков для отслеживания технического состояния автомобиля и подающих сигналы на электронный блок управления (ЭБУ). Для прочтения информации от ЭБУ обычно предусмотрен диагностический разъем. В настоящее время наибольшее распространение получил интерфейс OBD-II, но данные, поступающие от ЭБУ необходимо расшифровывать с помощью специальных адаптеров и необходимого программного обеспечения.

Микропроцессорным встроенным средствам отводится задача контроля технического состояния агрегатов, узлов и автомобиля в целом. В результате формируются рекомендации по продолжению работ автомобиля на линии либо постановки его на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) или выполнение мелкого ремонта самим водителем в пределах ежедневного обслуживания (ЕО).

В настоящее время в электронном блоке управления современных легковых автомобилей ISFI-2S, оборудованных электронными системами управления двигателем, имеется три вида памяти: постоянная, оперативная и постоянная программируемая. Постоянная па-

мять это неизменяемая память. Информация в нее записана физическим методом в микросхемах при изготовлении блока управления, и не может быть изменена. Постоянная память содержит полные алгоритмы управления системой впрыска.

Программируемая постоянная память содержит различную калибровочную информацию по автомобилю и находится в отдельном модуле - в запоминающем устройстве калибровок, которое может отсоединяться от блока управления. Эти типы памяти не нуждаются в питании для сохранения записанной в них информации, которая не стирается при отключении питания.

Запоминающее устройство калибровок применяется для того, чтобы одну модель блока управления можно было устанавливать на различных моделях автомобилей. Запоминающее устройство калибровок содержит информацию о массе автомобиля, двигателе, трансмиссии, главной передаче и некоторые другие данные. Если сам блок управления (без запоминающего устройства) может применяться на различных автомобилях, то запоминающее устройство калибровок специфично для каждой модели автомобиля. Поэтому при замене блока управления, запоминающее устройство калибровок должно соответствовать конкретной модели автомобиля.

Оперативная память - это "блокнот" блока управления, в ней хранится вся текущая информация, используемая для управления двигателем. Процессор блока управления может записывать туда информацию и считывать ее при необходимости. Эта память требует питания для сохранения записанной информации. При отключении питания от аккумуляторной батареи (АКБ) хранящиеся в оперативной памяти коды неисправностей и другие данные стираются. Именно поэтому на автомобилях оборудованных электронными системами управления двигателем не рекомендуется отключать АКБ без острой необходимости.

В блоках управления "Январь-4" отсутствует постоянная память, а программное обеспечение и калибровочная информация хранятся в программируемой постоянной памяти (EPROM).

Электронный блок управления автомобилей, оборудованных электронными системами управления двигателем, имеет встроенную систему диагностики. Он может распознавать неполадки в работе системы, предупреждая о них водителя через контрольную лампу "CHECK ENGINE". Кроме того, он хранит в оперативной памяти диагностические коды, указывающие области неисправности, чтобы помочь специалистам в проведении ремонта. Информацию о неполадках в работе системы впрыска можно получить через колодку диагностики, к которой подключается специальный диагностический прибор "TECH 1"(GM) или ДСТ-2М (Россия).

В состав кодов неисправностей систем на базе контроллеров "Январь-4" входят следующие неисправности, приведенные в таблице 1. Анализ данных кодов показывает, что они не в полной мере описывают всю совокупность возможных неисправностей электронных систем управления двигателем (см. перечни проверяемых приборов и систем, а также, соответствующих им, объективных проявлений данных причин неисправностей системы впрыска).

Исходя из этого, возвращаясь к перечню возможных неисправностей системы с электронным управлением впрыска топлива и, соответствующего ему перечню проверок, а также используя символы алгебры логики, можно записать уравнение вероятностей для несовместных событий, т.е. оценки отказа электронной системы управления двигателем Q_C через отказы ее элементов Q_{A_i} в следующем виде:

$$Q_C = Q_{A1} \cup Q_{A2} \cup Q_{A3} \cup Q_{A4} \cup Q_{A5} \cup Q_{A6} \cup Q_{A7} \cup Q_{A8} \cup Q_{A9} \cup Q_{A10} \cup Q_{A11} \cup Q_{A12} \cup Q_{A13} \cup Q_{A14} \cup Q_{A15} \cup Q_{A16} \cup Q_{A17} \cup Q_{A18} \cup Q_{A19} \cup Q_{A20} \cup Q_{A21} \cup Q_{A22} \cup Q_{A23} \cup Q_{A24} \quad (1),$$

где Q_{A_i} – отказ i -го элемента, вызывающий отказ всей системы.

Таблица 1 – Коды неисправностей систем на базе контроллеров "Январь-4"

Код	Наименование неисправности
1	Высокий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
2	Низкий уровень сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости
3	Высокое напряжение бортовой сети
4	Низкий уровень бортового напряжения

5	Ошибка датчика положения коленчатого вала
6	Высокий уровень сигнала датчика положения дросселя
7	Низкий уровень сигнала датчика положения дросселя
8	Отсутствует сигнал скорости автомобиля
9	Высокий уровень сигнала потенциометра коррекции СО
10	Низкий уровень сигнала потенциометра коррекции СО
11	Высокий уровень сигнала датчика расхода воздуха
12	Низкий уровень сигнала датчика расхода воздуха
13	Ошибка частоты вращения КВ на холостом ходу
14	Ошибка датчика фаз (отсутствует сигнал)
15	Ошибка в цепи датчика детонации
16	Ошибка постоянного запоминающего устройства
17	Ошибка оперативного запоминающего устройства
18	Ошибка EEPROM
19	Ошибка связи с иммобилизатором
20	Ошибка сброса электронного блока управления

Возможные комбинации признаков можно отобразить в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Проверки технического состояния

		Номера причин, вызывающих неисправность																										
Но	мер	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
не- ис- пра вно с ти		0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	
		0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
		1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
		0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	
		1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	
		1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
		1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	
		1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
		1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	
		1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	
		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	
		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	
		1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	
	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0		

Графы таблицы 2 представляют собой перечень причин, вызывающих неисправность приборов и систем, а ее строки – основные объективные проявления данной конкретной неисправности. Цифра «1» говорит о соответствии проверяемых приборов всем параметрам, а «0» - об их неисправности. Из полученных данных таблицы 2 необходимо создать такую совокупность из ее строк, при которой бы обеспечивалась различимость (распознаваемость) причин вызывающих неисправность приборов и систем [2]. Условие различимости неисправностей выполняется, если каждая графа таблицы отличается от остальных хотя бы одним значением. Этим мы могли бы минимизировать количество проверок, которые необходимо проводить в первую очередь. Необходимость таких действий весьма целесообразна по причине того, что в большинстве случаев реальная картина проявления признаков неисправностей системы не будет иметь такого явного характера, как приводится в таблице 2. Они могут проявляться весьма разнообразно, а порой даже в различном сочетании.

Минимизацию проводят путем анализа меры изменчивости строк, которая характеризуется количеством переходов от «0» к «1» и обратно. В таблице 2 наиболее информативной строкой является 5-я (13 переходов), далее 16-я и 17-я (по 12 переходов), 6-я и 8-я (по 10 переходов), и т.д. Строки 1-я, 9-я и 10-я имеют равное количество переходов (по 9 переходов), но по различимости признаков неисправностей наиболее информативной является 10-я строка, поэтому для дальнейших исследований необходимо оставить ее. Кроме того, также в этих целях по мере убывания фактора изменчивости необходимо оставить строки: 4-ю, 14-ю, 15-ю и 12-ю. Таким образом, была сформирована таблица 3.

Из-за своей низкой информативности в перечень не вошли первые три проявления признаков отказа, когда двигатель изначально не запускается. Несмотря на свою важность, эти проявления не несут никакой полезной информации о причине отказа, а скорее всего, го-

ворот о комплексной неисправности: или полном отсутствии поступления топлива, или полном отсутствии зажигания.

Таблица 3 – Минимизированная таблица

		Номера причин, вызывающих неисправность																							
Номер	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24																								
	неисправности	5	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
16		1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
17		0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
6		1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
8		1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
10		1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
4		1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
14		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
15		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
12		1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 3 позволяет использовать для диагностирования системы вместо 17-ти возможных проявлений признаков неисправностей только 10 из них, располагающихся в таблице по мере убывания информативности. Эти 10 проявлений технических состояний уже позволяют сократить время на поиск неисправностей и являются основой для формирования алгоритма поиска неисправности в системах впрыска легкого топлива.

Рекомендуемые двоичные диагностические коды распознавания неисправностей приведены в таблице 4. В таблице 4 была достигнута различимость по всем неисправностям проверяемых приборов и систем, кроме 15 (отказ измерителя расхода воздуха) и 16 (отказ электронного блока управления). Им обоим соответствуют коды, состоящие из одних нулей (0000000000), что не позволяет различить эти неисправности по имеющейся совокупности объективных проявлений состояний системы впрыска. Проверку данных приборов необходимо выделить отдельно из всей системы проверок и, возможно, проводить в первую очередь.

Таблица 4 – Распознавание кодов неисправностей

Номер проверяемого прибора	Код распознавания неисправности	Наименование неисправности
1	0101111111	Топливный насос
4	0010100111	Давление нагнетания топливного насоса
5	0111001111	Производительность топливного насоса
18	0111110111	Реле включения топливного насоса
2	1011100111	Фильтр очистки топлива
3	0000100111	Давление впрыскивания форсунок
10	0000000001	Рабочие форсунки
5	1101001010	Качество топлива
7	0110111011	Клапан дополнительной подачи топлива
8	1110111001	Термореле
9	1100100001	Пусковая форсунка
11	1000001001	Датчик температуры охлаждающей жидкости
12	1101111001	Выключатель дроссельной заслонки
13	0000111101	Корпус дроссельной заслонки
14	1100100011	Пневмопривод дроссельной заслонки
15	0000000000	Измеритель расхода воздуха
16	0000000000	Электронный блок управления
17	0000100000	Электропровода и соединения
19	1000000001	Воздушный фильтр
20	1101100001	Система охлаждения двигателя
23	0000110111	Впускной тракт двигателя
21	1111001111	Герметичность соединений во впускном тракте
22	0001100111	Отсутствие подсоса воздуха в двигатель
24	1101101001	Отсутствие рабочей смеси при частичной нагрузке двигателя

Проверку потенциометра расхода воздуха проводят при отсоединении от расходомера трубопровода подвода воздуха. Далее перемещают напорный диск потенциометра и измеряют сопротивление потенциометра, которое должно находиться в пределах 60-1000 Ом. Если результат измерения выходит за указанные пределы, расходомер воздуха заменяют.

Проверку электронных блоков осуществляют измерением частот вращения коленчатого вала двигателя, соответствующих резкому изменению напряжения на выводах, предназначенных для подключения электромагнитного клапана. Эти частоты определяются сначала при плавном увеличении, а затем снижении частоты. Измеренные частоты вращения должны соответствовать пороговым частотам срабатывания блока. Электронные блоки регулируют на заводе-изготовителе. В случае выхода из строя блок управления заменяется новым.

Используя рассмотренный методический подход распознавания признаков и возвращаясь к анализу таблицы 1 становится очевидно, что, например, низкий или высокий уровень сигнала потенциометра коррекции СО (код 9, 10) может быть связан с наличием пониженного или повышенного содержания СО и СН в отработавших газах на холостом ходу, что соответствует проявлениям неисправностей 15, 16.

Найдем, например, возможные комбинации [3] диагностической ситуаций при низком уровне сигнала потенциометра коррекции СО (код 10), связанного с пониженным содержанием СО и СН в отработавших газах на холостом ходу (признак 16). В этом случае, при условии хорошего качества топлива, можно говорить об исправности таких элементов как:

- топливный насос в сборе с реле включения;
- клапан дополнительной подачи топлива;
- термореле;
- пусковая форсунка;
- выключатель дроссельной заслонки с пневмоприводом;
- система охлаждения двигателя;
- не нарушена герметичность соединений во впускном тракте двигателя;
- отсутствует рабочая смесь при частичной нагрузке двигателя, при одновременном отказе всех остальных элементов.

В данном случае уравнение (1) для определения вероятности отказа системы примет следующий вид:

$$Q_c = Q_{A1}U_{Q_{A5}}U_{Q_{A6}}U_{Q_{A7}}U_{Q_{A8}}U_{Q_{A9}}U_{Q_{A12}}U_{Q_{A14}}U_{Q_{A18}}U_{Q_{A20}}U_{Q_{A21}}U_{Q_{A24}}. \quad (2)$$

Если же теперь вернуться к ранее не распознанной неисправности 15, связанной с отказом измерителя расхода воздуха, то теперь, используя коды 11, 12 неисправностей (табл. 1), проявляющиеся соответственно в высоком или низком уровне сигнала датчика расхода воздуха, ее можно распознать. Само наличие сигнала уже будет косвенно информировать о работоспособности расходомера, а это значит – неисправность распознана.

Исходя из всего сказанного, следует, что отдельно таблица 1 не дает информации о выходе из строя конкретного элемента, а сообщает только код. Таблица 4 имеет достаточно полную информацию о самих неисправностях и кодах их распознавания, но не позволяет распознать ситуацию о выходе из строя 15-го или 16-го элементов. Таким образом, все это доказывает необходимость совместного использования информации таблиц 1 и 4.

Новая таблица кодов неисправностей должна быть сформирована по принципу минимальной достаточности для распознавания всей совокупности неисправностей, при этом в нее могут войти дополнительные диагностические параметры. Все данные должны быть внесены в оперативную или программируемую постоянную память, что автоматизирует процесс поиска неисправности. Это в значительной мере упростит весь процесс поиска неисправности в электронных системах управления двигателем.

При выходе из строя самого ЭБУ и при реализации условного алгоритма поиска неисправности с использованием другого диагностического оборудования (газоанализатор, стенд для проверки тягово-экономических характеристик или комплекс КАД400, а также им подобные) эффективность поиска неисправности будет еще выше.

В дальнейшем, при получении новой информации данные будут корректироваться, с последующим перепрограммированием оперативной или постоянной памяти EPROM ЭБУ.

Предлагаемый методический подход, к разработке алгоритма поиска неисправностей в системах впрыска легкого топлива, предназначен для использования водителем автомобиля или механиком АТП для получения информации о работе и техническом состоянии основных элементов электронных систем управления двигателем, обеспечивается их контролем по функциональным параметрам и обобщенным показателям работоспособности. Позволяет выявлять предотказные состояния электронных систем управления двигателем, определяющих наибольшую частоту обращений в ремонтную зону АТП или на СТО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов, С. В. Электрооборудование автомобилей [Текст]: учебник для вузов / С. В. Акимов, Ю. П. Чижков. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2001. – 384 с.
2. Белоковылский, А. М. Поиск неисправностей в электрооборудовании автомобилей [Текст]: учеб. пособие / А. М. Белоковылский. – Пенза: ПГУАС, 2006. – 38 с.
3. Белоковылский, А. М. Основы работоспособности технических систем: Практикум [Текст]: учеб. пособие / А.М. Белоковылский, А.С. Ширшиков – Пенза: ПГУАС, 2006. – 43 с.

Белоковылский Александр Михайлович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

Канд. техн. наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»

E-mail: dekauto@pguas.ru

Искоркин Денис Андреевич

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

Студент

A. M. BELOKOVYLSKY, D. A. ISKORKIN

SYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF FAULT FINDING IN SYSTEMS LIGHT FUEL INJECTION

Methodical approach to develop the algorithm of faults search in fuel injection systems of present passenger cars has been developed on the analysis basis of possible faults in the basic fuel injection systems "L-Jetronik" and the objective results of these faults. It allows to make diagnostics with minimal expenditures of time and labor.

Keywords: diagnostics, faults search, damage, testing.

BIBLIOGRAPHY

1. Акимов, С. В. Электрооборудование автомобилей [Текст]: учебник для вузов / С. В. Акимов, Ю. П. Чижков. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2001. – 384 с.
2. Белоковылский, А. М. Поиск неисправностей в электрооборудовании автомобилей [Текст]: учеб. пособие / А. М. Белоковылский. – Пенза: ПГУАС, 2006. – 38 с.
3. Белоковылский, А. М. Основы работоспособности технических систем: Практикум [Текст]: учеб. пособие / А.М. Белоковылский, А.С. Ширшиков - Пенза: ПГУАС, 2006. – 43 с.

Belokovylsky Alexander Mihaylobich

VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, ul. Titova, 28

Candidate. tehn. , Associate Professor of the Department "Operation of motor transport"

E-mail: dekauto@pguas.ru

Iskorkin Denis Andreevich

VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, ul. Titova, 28

Student

А. О. ПУГАЧЁВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЩЁТОЧНЫХ УПЛОТНЕНИЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ДИНАМИКУ РОТОРОВ

В статье рассматриваются динамические характеристики щёточных уплотнений турбомашин. Расчёт щёточного уплотнения проводится с использованием методов вычислительной гидродинамики на основе модели пористой среды. Динамические характеристики уплотнения описываются с помощью коэффициентов жёсткости и демпфирования. Приведено сравнение результатов расчётов с экспериментальными данными. Рассмотрена конечно-элементная модель простой роторной системы для иллюстрации влияния щёточного уплотнения на динамику по сравнению с лабиринтным уплотнением.

Ключевые слова: щёточное уплотнение, динамические коэффициенты, критическая скорость, отклик на дисбаланс, вычислительная гидродинамика.

ВВЕДЕНИЕ

Распространение технологии щёточных уплотнений в современном турбомашиностроении связано с очень выгодной расходной характеристикой таких уплотнений. Согласно опубликованным результатам, в случае замены стандартных лабиринтных уплотнений щёточными уменьшение утечек может достигать 90%. Также хорошо известно, что динамические уплотнения могут отрицательно влиять на динамику ротора [8]. Знание динамического поведения уплотнения является одним из определяющих факторов в оценке работоспособности, надёжности и ресурса роторной системы в целом. Однако, существует лишь ограниченное число работ по исследованию динамических характеристик щёточных уплотнений. Аэродинамические и механические силы, возникающие в щёточных уплотнениях, могут быть сопоставимы с силами в опорах и оказывать как стабилизирующее, так и возбуждающее воздействие на ротор.

В статье [5] отмечалось, что при неправильном применении, щёточные уплотнения с отрицательным или нулевым номинальным зазором могут оказывать отрицательное влияние на динамику ротора в сравнении с лабиринтным уплотнением или щёточным уплотнением с положительным номинальным зазором.

В работе [2] были опубликованы первые результаты экспериментальных исследований на лабораторном стенде для пакета из четырёх щёточных уплотнений с нулевым номинальным зазором при скоростях вращения 5000...12000 об/мин и давлений подачи 0,79...1,83 МПа. Щёточные уплотнения продемонстрировали улучшенные расходные и динамические характеристики (большая прямая жёсткость и очень малая поперечная жёсткость) по сравнению с лабиринтным уплотнением. Коэффициенты жёсткости щёточных уплотнений оказались практически нечувствительными к рабочим условиям.

В работе [3] приведён сравнительный анализ динамических коэффициентов жёсткости и демпфирования комбинированных щёточно-лабиринтных уплотнений. Щёточные уплотнения использовались в постановке с положительным номинальным зазором. В качестве основных результатов можно отметить, что динамическое поведение щёточно-лабиринтных уплотнений подобно поведению лабиринтного уплотнения. Это было связано с тем, что полного закрытия зазора в щёточном уплотнении не наблюдалось при давлениях до 1,0 МПа. Также положение щётки (перед или после гребешков лабиринта) может существенно влиять на динамические коэффициенты жёсткости и демпфирования. В большинстве случаев щёточно-лабиринтные уплотнения имели более предпочтительные динамические коэффициенты (также вследствие значительно меньшего расхода). Полученные в работе экспериментальные результаты были сравнены с численными результатами в работе [6].

Целью данной работы является детальное сравнение экспериментальных данных, полученных в [3], с результатами расчётов, полученных с помощью модифицированной модели пористой среды, а также сравнение с расчётными результатами, представленными в [6].

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЩЁТОЧНО-ЛАБИРИНТНОГО УПЛОТНЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА ДИНАМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

Схема рассматриваемого щёточно-лабиринтного уплотнения показана на рисунке 1. Короткое уплотнение состоит из двух гребешков и одного щёточного пакета, изготовленного из металлической проволоки. Щёточный пакет расположен позади двух гребешков. Параметры щёточного пакета сведены в таблицу 1.

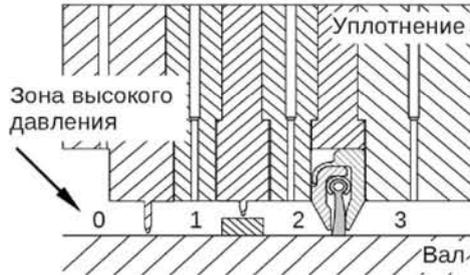


Рисунок 1 – Схема рассматриваемого щёточно-лабиринтного уплотнения

Таблица 1 – Параметры щёточного уплотнения

Диаметр проволоки, d [мкм]	70
Угол наклона, φ [°]	45
Плотность упаковки, N [шт/мм]	200
Номинальный радиальный зазор [мм]	0,31
Минимальный радиальный зазор колец [мм]	1,08

На рисунке 2 представлена расчётная схема для щёточно-лабиринтного уплотнения. Радиальный зазор под гребешками составляет 0,27 мм. Ширина гребешков составляет 1 мм у основания и 0,3 мм на конце. Сужение гребешка на конце составляет 75°. Ступенька на валу имеет высоту 3 мм и длину 6 мм.

Расчёт течения в щёточно-лабиринтном уплотнении выполняется в коммерческом пакете для решения задач гидро- и газодинамики ANSYS CFX [1]. Модель включает в себя полную систему уравнений Навье-Стокса для сжимаемого газа, осредненных по Рейнольдсу. Система уравнений замыкается двухпараметрической моделью турбулентности SST. Воздух рассматривается как идеальный газ. В качестве граничных условий на входном и выходном сечениях задаётся перепад давления. Закрутка входного потока газа достигается с помощью определения вращающейся зоны во входной области расчётной схемы.

Расчётные сетки генерируются в программе ANSYS ICEM CFD. Размер структурированной сетки для полноохватного щёточно-лабиринтного уплотнения с эксцентриситетом вала 0,1 мм составляет около 12,5 млн. узлов.

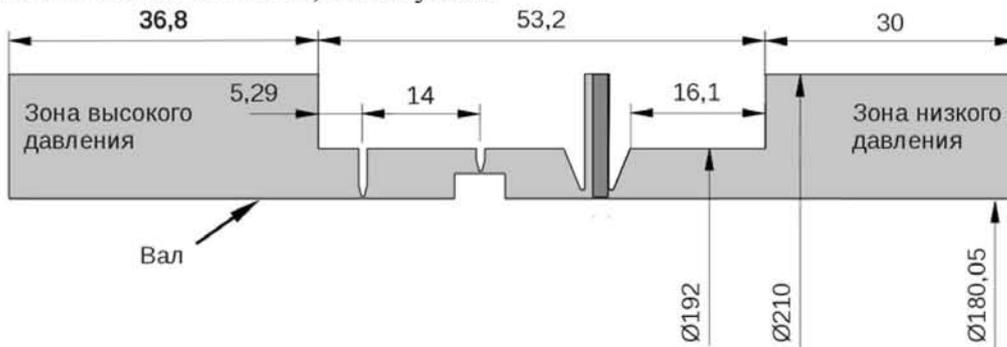


Рисунок 2 – Расчётная схема щёточно-лабиринтного уплотнения

Для описания пакета щёточного уплотнения в расчётной модели используется распространённый подход, в котором набор волокон представляется как непрерывная, пористая среда. Выражения для градиента давления в пористой среде записываются как

$$-\frac{\partial p}{\partial i} = a_i \mu v_i + b_i \rho |v_i| v_i, \quad i = x, y, z,$$

где p – давление;

μ – динамическая вязкость;

ρ – плотность;

v – скорость.

В качестве коэффициентов сопротивления используются следующие выражения (s – направление вдоль волокон, n и z – перпендикулярно волокнам):

$$\begin{aligned} a_{n,z} &= 72\tau C, & a_s &= \frac{6}{5}\tau C, & C &= \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3 d^2} \\ b_{n,z} &= \frac{1}{2}\tau \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{\beta^4} - \frac{5}{2\beta^2} \right) D, & b_s &= 0, & D &= \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3 d} \end{aligned} \quad (1)$$

Данные выражения представляют собой модификацию модели пористой среды общего назначения, предложенной в работе [10]. Параметр извилистости τ и коэффициент относительной заполненности β рассчитываются по следующим формулам [10]:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{2} \sqrt{1-\varepsilon} + \beta \sqrt{1-\varepsilon} \sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon}} - 1 \right)^2 + \frac{1}{4}} \right) \\ \beta &= \frac{1}{1-\sqrt{1-\varepsilon}} \end{aligned}$$

Пористость ε щёточного пакета толщиной в осевом направлении b_b определяется как:

$$\varepsilon = 1 - \frac{\pi d^2 N}{4b_b \cos \varphi}$$

Т.к. выражения в (1) имеют полуэмпирическую природу, пористая модель щёточного уплотнения должна быть откалибрована. В настоящей работе использовались результаты калибровки, выполненные ранее при концентричном положении вала для единичного перепада давления путём варьирования толщины щёточного пакета в осевом направлении. Оценка свободного радиального зазора под щёткой проводилась с помощью экспериментально данных, представленных [7]. Однако, для эксцентричного положения вала, что является необходимым для определения динамических коэффициентов уплотнения, потребовалась дополнительная калибровка (см. ниже).

Динамические характеристики уплотнения описываются посредством динамических коэффициентов жёсткости и демпфирования, возникающие при линеаризации сил, действующих в уплотнении. При условии малой амплитуды прецессии вала с частотой Ω силы представляются в следующем виде:

$$\begin{cases} F_r/e = -K - c\Omega \\ F_t/e = k - C\Omega \end{cases} \quad (2)$$

где e – эксцентриситет вала (амплитуда прецессии);

F_r, F_t – радиальная и тангенциальная составляющие реакции уплотнения;

K, k – прямой и перекрёстный коэффициенты жёсткости;

C, c – прямой и перекрёстный коэффициенты демпфирования. Реакция уплотнения определяется путём интегрирования распределения давления на поверхности вала.

Расчёт динамических коэффициентов в уравнении (2) проводится с помощью частотного метода, т.е. путём варьирования частоты прецессии. Для определения четырёх динамических коэффициентов необходимы результаты как минимум двух расчётов с разной величиной частоты прецессии. В работе используются результаты трех расчётов с нулевой, прямой и обратной прецессией. Расчёты с ненулевой частотой прецессии проводятся во вращающейся системе координат.

ОЦЕНКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЖЕСТКОСТИ И ДЕМПФИРОВАНИЯ

Описанная в предыдущем разделе газодинамическая модель уплотнения позволяет определять аэродинамические силы, действующие в уплотнении. Модель пористой среды щёточного пакета не учитывает возможное контактирование кончиков волокон с поверхностью вала. Следовательно, динамические коэффициенты жёсткости и демпфирования не содержат компонент, возникающих в результате этого механического взаимодействия. В работе рассматривается щёточное уплотнение с положительным номинальным радиальным зазором. Однако, вследствие эффекта закрытия щётки при возникновении перепада давления, а также эксцентричного положения вала, должна быть проведена оценка механических составляющих коэффициентов жёсткости и демпфирования.

Для оценки механической жёсткости щёточного пакета используется упрощённый подход, аналогичный представленному в [4,9]. Прогиб отдельного волокна, представленного консольной балкой, определяется как (рис. 3)

$$y_0 = \frac{WL^3}{3EJ},$$

где W – нагрузка;

E – модуль Юнга;

J – момент инерции.

Выражение для радиальной составляющей силы на конце волокна может быть записано в следующем виде:

$$R_r = \frac{W}{\cos \varphi} = \frac{3EJ}{L^3 \cos \varphi} y_0 = \frac{3EJ}{L^3 \cos^2 \varphi} \delta_r.$$

Оценка полной силы для целого пакета щёточного уплотнения может быть произведена путём суммирования единичных сил, умноженных на эмпирический коэффициент, учитывающий трение между волокнами в щёточном пакете [4]:

$$R_{r,\Sigma} = c_f \pi D_r N R_r, \quad c_f = 1,17 \dots 1,72,$$

где D_r – диаметр вала.

Механическая прямая жёсткость пакета щёточного уплотнения может быть определена как

$$k^c = \frac{c_A R_{r,\Sigma}}{\delta_r},$$

где c_A – коэффициент, описывающий поверхность вала, находящуюся в контакте с щёточным пакетом с учётом эксцентричного положения. Оценка механической перекрёстной жёсткости проводится с использованием коэффициента трения.

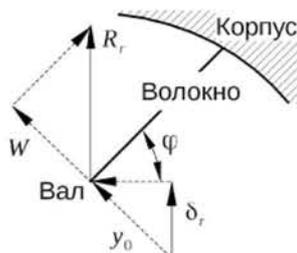


Рисунок 3 – Расчётная схема одного волокна

Простейшим способом оценки механической составляющей демпфирования заключается в принятии допущения, что демпфирование пропорционально жёсткости. Таким образом определяется эквивалентное вязкостное демпфирование, которое суммируется с аэродинамической составляющей. Использование более точных подходов требует проведения дополнительных расчётов.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЁТА С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ

В качестве базовой калибровки модели пористой среды использовалась калибровка по расходу, выполненная в предыдущей работе. Дополнительно к этому для каждого значения давления на входе в уплотнение выполнялась вторичная калибровка по локальному перепаду давления через щётку. Свободный радиальный зазор щёточного уплотнения также изменялся в зависимости от перепада давления на основе данных, представленных в [7]. Расход исследуемого щёточно-лабиринтного уплотнения в терминах эффективного зазора составляет около 70 мкм при входном давлении 1,0 МПа.

На рисунке 4 представлены кривые распределения давления в окружном направлении в двух камерах уплотнения для трех различных давлений на входе. Результаты приведены для эксцентриситета вала 0,1 мм. Расчётные кривые хорошо согласуются с экспериментальными данными. Интегрируя данные распределения давлений и умножая на длину камеры в осевом направлении, можно получить локальные силы, действующие в камерах уплотнения. Зная эксцентриситет вала, из локальных сил в радиальном и тангенциальном направлениях можно получить локальные динамические коэффициенты прямой и перекрёстной жёсткости. Из-за допущения о постоянстве сил в камерах уплотнения, и неучета сил, возникающих во входной и выходной областях, а также под гребешками и в пакете щёточного уплотнения, применимость локальных динамических коэффициентов жёсткости является ограниченной. В данной работе данные коэффициенты используются главным образом для проверки адекватности расчётной модели.

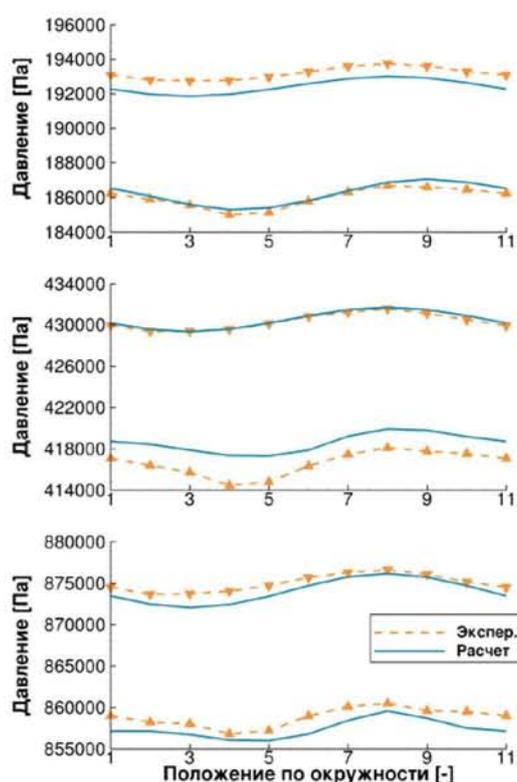


Рисунок 4 – Сравнение расчётных и экспериментальных давлений в камерах щёточно-лабиринтного уплотнения

Динамические коэффициенты исследуемого щёточно-лабиринтного уплотнения показаны на рисунке 5. Относительно локальных коэффициентов жёсткости, расчётные значения согласуются с экспериментальными как для отдельных камер, обозначенных K1 и K2 на рисунке 5, так и для суммарных коэффициентов. Локальная прямая жёсткость принимает довольно малые значения, которые становятся отрицательными при увеличении давления на входе. Значения локальной перекрёстной жёсткости в двух камерах является сопоставимыми.

Модель показывает практически линейный рост локальной поперечной жёсткости, тогда как в эксперименте рост заметно уменьшился при переходе от средних значений диапазона входных давлений к высоким.

Расчётные значения глобальных динамических коэффициентов, представленных на рисунке 6, представляют собой сумму аэродинамических и механических компонент. Аэродинамические силы определяются путём интегрирования давления по всей поверхности вала. Идентификация экспериментальных глобальных динамических коэффициентов основана на определении удельных сил, действующих в уплотнении, с помощью откалиброванного магнитного возбудителя [3, 6]. Учёт механических составляющих коэффициентов жёсткости и демпфирования с помощью упрощённых подходов, описанных в предыдущем разделе, приводит к хорошему согласованию с экспериментальными данными. Глобальная прямая жёсткость принимает высокие значения из-за большого влияния механической компоненты. Значения глобальной поперечной жёсткости сопоставимы со значениями локальной поперечной жёсткости. Прямое демпфирование линейно увеличивается с входным давлением, тогда как поперечное демпфирование практически не изменяется.

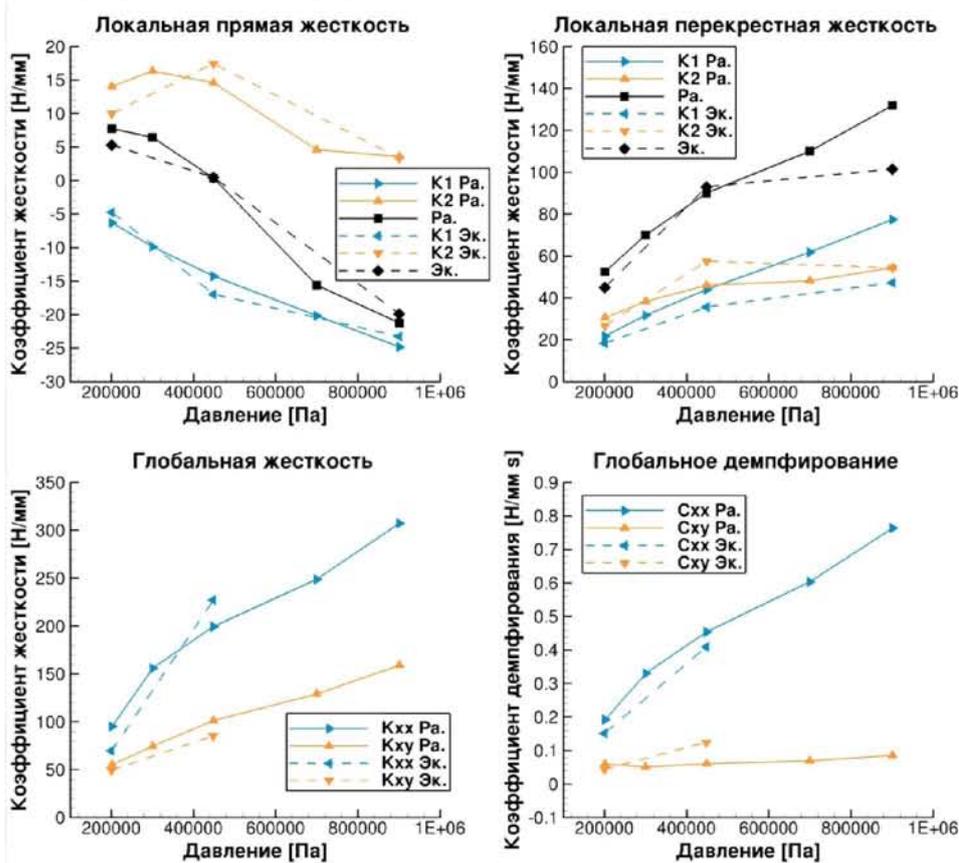


Рисунок 5 – Сравнение расчётных и экспериментальных значений для локальных и глобальных динамических коэффициентов щёточно-лабиринтного уплотнения

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ РОТОРА ДЛЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ УПЛОТНЕНИЙ

Для оценки влияния уплотнений на динамику ротора была рассмотрена балочная модель простой роторной системы, показанной на рисунке 6. Данная роторная система представляет собой немного изменённую конфигурацию динамического экспериментального стенда, на котором определяются глобальные коэффициенты жёсткости и демпфирования. Два идентичных уплотнения расположены симметрично, в средней части экспериментально вала.

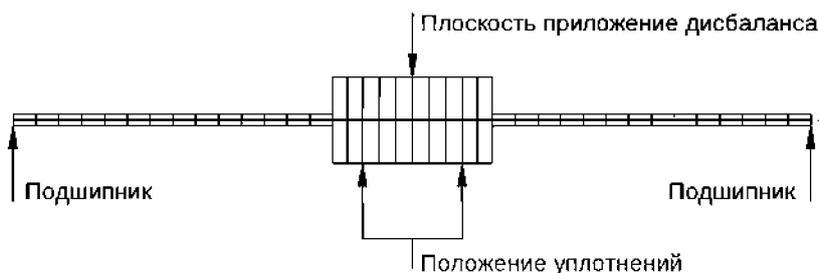


Рисунок 6 – Схема конечно-элементной модели простой роторной системы

В таблице 2 сведены результаты расчёта критических скоростей вала с помощью модального анализа, а также отклика на дисбаланс для трех вариантов конфигурации: без учёта уплотнений; с трехребешковым ступенчатым лабиринтным уплотнением; с щёточно-лабиринтным уплотнением, исследуемым в данной работе. Результаты приведены в процентах по отношению к конфигурации без уплотнений. Трехребешковое лабиринтное уплотнение представляет собой уплотнение, показанное на рисунке 2, в котором вместо щёточного пакета используется дополнительный гребешок. Глобальные динамические коэффициенты жёсткости и демпфирования трехребешкового уплотнения взяты из работы [3]. Лабиринтное уплотнение незначительно уменьшает первые критические скорости вала вследствие отрицательной прямой жёсткости. Как было показано в предыдущем разделе, щёточно-лабиринтное уплотнение имеет высокую прямую жёсткость, что приводит к заметному увеличению первых двух критических скоростей. И лабиринтное, и щёточно-лабиринтное уплотнение обладают демпфирующими свойствами, что позволяет уменьшить максимальную амплитуду отклика на дисбаланс. Щёточно-лабиринтное уплотнение имеет более высокие значения прямого коэффициента демпфирования.

Таблица 2 – Относительное влияние уплотнений на динамику простой роторной системы

		Без уплот.	Лабиринт	Щёточно-лабиринт.
Критическая скорость	1	100%	91,8%	128,0%
	2	100%	95,8%*	132,0%*
	3	100%	99,7%	100,4%
	4	100%	100,3%	100,8%
Макс. амплитуда		100%	53,6%	37,1%

Устойчивость роторной системы можно оценить по знаку действительной части комплексной собственной частоты, получаемой при модальном анализе. Вторая критическая частота для обоих уплотнений имеет положительный знак, что указывает на неустойчивость данной формы (отмечены звездой в таблице 2). Поэтому для дальнейшего анализа устойчивости роторной системы был выполнен динамический расчёт методом прямого интегрирования. Задача Коши решалась с помощью метода Ньюмарка. Траектория движения геометрического центра среднего сечения вала показана на рисунке 7. Лабиринтное уплотнение является неустойчивым, амплитуда колебаний за короткий промежуток времени превышает критическое значение, что в реальных условиях приведёт к контакту между ротором и статором. Щёточно-лабиринтное уплотнение незначительно увеличивает амплитуду колебаний, но траектория остаётся устойчивой. Однако при увеличении скорости вращения вала щёточно-лабиринтное уплотнение также может стать неустойчивым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлен анализ расчётной модели щёточно-лабиринтного уплотнения для определения динамических коэффициентов жёсткости и демпфирования. Пакет щёточного уплотнения описывался с помощью модели пористой среды.

Сравнительный анализ расчётных и экспериментальных результатов показал адекватность разработанной модели щёточно-лабиринтного уплотнения при определении как локальных, так и глобальных динамических коэффициентов. Однако, тщательная калибровка модели пористой среды является необходимой. Податливые элементы щёточного уплотне-

ния изменяют свободный радиальный зазор и пористость пакета в зависимости от перепада давления. Даже малые изменения могут оказывать значительное влияние на силы, возникающие в уплотнении. Исследованное щёточное уплотнение имеет положительный номинальный зазор. Но из-за эксцентричного положения вала и эффекта закрытия щётки при возникновении перепада давления становятся возможны контактные взаимодействия между волокнами и поверхностью вала.

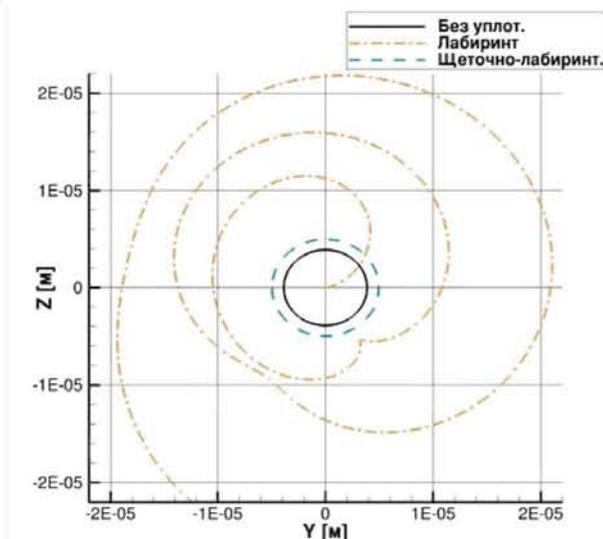


Рисунок 7 – Траектории движения вала с учётом влияния уплотнений

Расчётная модель на основе модели пористой среды позволяет определить лишь аэродинамические составляющие коэффициентов жёсткости и демпфирования. Приведённые в работе упрощённые оценки механических составляющих продемонстрировали адекватные результаты. Однако, необходим более детальный анализ поведения щёточного пакета при контакте с использованием более сложных подходов, в особенности для оценки механического демпфирования.

Анализ простой роторной системы показал, что уплотнения могут оказывать отрицательное влияние на динамику ротора. Из-за сопоставимых значений перекрёстных коэффициентов жёсткости влияние щёточно-лабиринтного уплотнения и трехребешкового лабиринтного уплотнения являются сходными. Это связано с тем, что щёточное уплотнение имеет положительный номинальный зазор. Можно ожидать, что различия будут более значительными для конфигураций с контактными щёточными уплотнениями. Результаты динамического анализа методом прямого интегрирования продемонстрировали, что лабиринтное уплотнение является более неустойчивым – амплитуда колебаний превосходит критическое значения при меньшей скорости вращения, чем в случае с щёточно-лабиринтным уплотнением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ANSYS, Inc. ANSYS CFX-Solver Theory Guide / ANSYS, Inc. // Release 14.5. – 2012 (www.ansys.com).
2. Conner, K. J. Rotordynamic coefficient test results for a four-stage brush seal [Text] / K. J. Conner, D. W. Childs // Journal of Propulsion and Power. – 1993. – Vol. 9 (3). – P. 462–465.
3. Deckner M. Eigenschaften kombinierter Labyrinth-Bürstendichtungen für Turbomaschinen. – Doctoral thesis. Technische Universität München, Germany, 2010.
4. Demiroglu, M. An investigation of tip force characteristics of brush seals [Text] / M. Demiroglu, M. Gursoy, J. A. Tichy // Proceedings of ASME Turbo Expo. – 2007. – Paper GT2007-28042.
5. Improved steam turbine leakage control with a brush seal design / R.M. Pastrana [et al.] // Proceedings of the 30th Turbomachinery Symposium. – 2001. – P. 33-38.
6. Pugachev A.O., Deckner M. CFD prediction and test results of stiffness and damping coefficients for brush-labyrinth gas seals [Text] // Proceedings of ASME Turbo Expo. – Glasgow, Scotland, 2010. – Paper 2010-22667.

7. Pugachev, A. O. Experimental and theoretical rotordynamic stiffness coefficients for a three-stage brush seal [Text] / A. O. Pugachev, M. Deckner // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2012. – Vol. 31. – P. 143-154.
8. Ломакин, А. А. Расчёт критического числа оборотов и условия обеспечения динамической устойчивости роторов высоконапорных гидравлических машин с учётом сил, возникающих в уплотнениях [Текст] / А. А. Ломакин // Энергомашиностроение. – 1958. – Т. 4. – С. 1-5.
9. Филимонова, Л. Л. Модель работы щёточного уплотнения ГТД [Текст] // Л. Л. Филимонова // Вестник двигателестроения. – 2011. – № 1. – С. 50-57.
10. Wu J., Yu B., Yun, M. A resistance model for flow through porous media [Text] / J. Wu, B. Yu, M. A. Yun // Transp Porous Med. – 2008. – Vol. 71. – P. 331-343.

Пугачев Александр Олегович

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»

Адрес: 302020, г. Орел, Нугорское шоссе, 29

Канд. техн. наук, соискатель кафедры мехатроники и международного инжиниринга

E-mail: pugachev@tum.de

A. O. PUGACHEV

MODELING OF BRUSH SEALS AND ANALYSIS OF THEIR INFLUENCE ON ROTORDYNAMICS

The paper discusses rotordynamic characteristics of brush seals used in turbomachinery. Computational fluid dynamics techniques with a porous medium model are used to predict the flow field in a brush seal. Rotordynamic characteristics of a seal are described by stiffness and damping coefficients. Predictions are compared with experimental data. A finite element model of a simple rotor system is applied to study the influence of a brush seal on rotordynamics in comparison with a labyrinth seal.

Keywords: brush seal, rotordynamic coefficients, critical speed, unbalance response, computational fluid dynamics.

BIBLIOGRAPHY

1. ANSYS, Inc. ANSYS CFX-Solver Theory Guide / ANSYS, Inc. // Release 14.5. - 2012 (www.ansys.com).
2. Conner, K. J. Rotordynamic coefficient test results for a four-stage brush seal [Text] / K. J. Conner, D. W. Childs // Journal of Propulsion and Power. - 1993. - Vol. 9 (3). - P. 462-465.
3. Deckner M. Eigenschaften kombinierter Labyrinth-B?rstendichtungen f?r Turbomaschinen. - Doctoral thesis. Technische Universit?t M?nchen, Germany, 2010.
4. Demiroglu, M. An investigation of tip force characteristics of brush seals [Text] / M. Demiroglu, M. Gursoy, J. A. Tichy // Proceedings of ASME Turbo Expo. - 2007. - Paper GT2007-28042.
5. Improved steam turbine leakage control with a brush seal design / R.M. Pastrana [et al.] // Proceedings of the 30th Turbomachinery Symposium. - 2001. - P. 33-38.
6. Pugachev A.O., Deckner M. CFD prediction and test results of stiffness and damping coefficients for brush-labyrinth gas seals [Text] // Proceedings of ASME Turbo Expo. - Glasgow, Scotland, 2010. - Paper 2010-22667.
7. Pugachev, A. O. Experimental and theoretical rotordynamic stiffness coefficients for a three-stage brush seal [Text] / A. O. Pugachev, M. Deckner // Mechanical Systems and Signal Processing. - 2012. - Vol. 31. - P. 143-154.
8. Lomakin, A. A. Raschiot kriticheskogo chisla oborotov i usloviya obespecheniya dinamicheskoy ustoychivosti rotorov vysokonapornykh gidravlicheskih mashin s uchiotom sil, vznikayushchikh v uplotneniyakh [Tekst] / A. A. Lomakin // Energomashinostroenie. - 1958. - Т. 4. - С. 1-5.
9. Filimonova, L. L. Model' raboty shchiotochnogo uplotneniya GTD [Tekst] // L. L. Filimonova // Vestnik dvigatelestroeniya. - 2011. - № 1. - С. 50-57.
10. Wu J., Yu B., Yun, M. A resistance model for flow through porous media [Text] / J. Wu, B. Yu, M. A. Yun // Transp Porous Med. - 2008. - Vol. 71. - P. 331-343.

Pugachev Alexander Olegovich

FGBOU bVPO "State University - UNPK"

Address: 302020, Eagle Nugorskoe Highway 29

Candidate. tehn. science, seeker of international engineering and mechatronics

E-mail: pugachev@tum.de

УДК 621

Е. В. АГЕЕВ, А. Л. СЕВОСТЬЯНОВ, А. Л. КУДРЯВЦЕВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНДОСКОПИИ

Представлены метод и средства диагностирования автомобильных двигателей, позволяющие безошибочно выявлять конкретные неисправности двигателя и его механизмов при минимально возможных трудовых затратах и с более низким уровнем квалификации диагностов.

Ключевые слова: автомобильные двигатели, техническое состояние, техническая эндоскопия.

К числу основных деталей и наиболее ответственных деталей двигателей относят цилиндропоршневую группу (ЦПГ), от технического состояния которой во многом зависят мощность двигателя, расход топлива и содержание вредных компонентов в отработавших газах. При наличии неисправности в двигателе для проведения качественной визуальной диагностики требуется частичная разборка агрегата, на которую уходит много рабочего времени, потом столько же – на сборку. Простой транспорта, особенно коммерческого, даже в течение одного дня обходится владельцу слишком дорого, поэтому при первых же признаках неисправности двигателя предлагается производить визуальную диагностику с помощью технического эндоскопа, чтобы определить спектр запасных частей, которые необходимо заказать для предстоящего ремонта. Технический эндоскоп можно использовать для визуального контроля труднодоступных мест, в том числе закрытых, светоизолированных, имеющих малые входные отверстия [1-5].

В настоящее время технические эндоскопы на сервисных предприятиях используются относительно редко, поскольку отсутствует четкий алгоритм их применения и обработки полученной информации. Целесообразность решения этих вопросов с более высоким уровнем качества определила выбор направления исследований.

Целью настоящей работы являлась разработка метода и средств диагностирования автомобильных двигателей, позволяющих безошибочно выявлять конкретные неисправности двигателя и его механизмов при минимально возможных трудовых затратах и с более низким уровнем квалификации диагностов.

Для достижения данной цели поставлены и решены следующие основные задачи:

- анализ методов, систем и комплексов диагностирования автомобильных двигателей;
- выявление оптимальных, максимально информативных диагностических параметров двигателя;
- разработка программы и методики проведения экспериментальных исследований по определению диагностических параметров;
- разработана статистико-математическая модель корреляционной связи диагностических параметров автомобильных двигателей (ЦПГ) и пробега автомобиля;
- разработка методологии применения технического эндоскопа при диагностике цилиндропоршневой группы двигателей автомобилей;
- разработка практических рекомендаций по продлению ресурса ЦПГ;
- экономическое обоснование разработанного диагностического комплекса.

Объектом исследования являлись автомобильные двигатели с различным пробегом. Предмет исследования – процесс диагностирования автомобильных двигателей и влияние его параметров на выявление конкретных неисправностей двигателя и его систем.

В результате анализа методов диагностирования технического состояния автомобиля установлено:

1. В процессе эксплуатации происходит изменение технического состояния автомобилей, обусловленное износами деталей, изменениями зазоров в сопряжениях и связанным с этим нарушением заводских регулировок в системах, узлах и агрегатах. Следствием этого является снижение мощности двигателя, увеличение расхода топлива и выбросов вредных веществ. Эксплуатация автомобилей с отклонениями конструктивных регулировочных параметров от нормативных, что достаточно часто имеет место на практике, может увеличить расход топлива на 40 – 50%, а токсичность отработавших газов в несколько раз. Поддержание автомобилей в исправном состоянии – один из важнейших факторов повышения экономичности и экологичности автомобилей в эксплуатации.

2. Техническое состояние автомобилей определяется текущим значением конструктивных параметров (размеры, зазоры, ходы и т. д.) с использованием прямого или косвенного метода.

3. Основные характеристики автомобиля, обеспечивающие его экономичность, экологическую и дорожную безопасность (расход топлива, выбросы вредных газов, износ шин, тормозной путь), в большинстве случаев зависят от своевременности и качества выполнения диагностических работ.

4. Изменение конструктивного параметра может быть зафиксировано несколькими различными диагностическими параметрами, из которых целесообразно выбрать наиболее эффективный. Для этого используются свойства информативности. Информативность является комплексным свойством, характеризует снятие неопределенности при определении технического состояния объекта диагностирования и сведение к минимуму возможности, используя принятый диагностический параметр, принять фактически неисправный по техническому параметру объект диагностирования за исправный (ошибки первого рода), и наоборот (ошибки второго рода).

Характеристики методов и их взаимосвязь приведены на рисунке 1. Виды средств диагностирования представлены на рисунке 2.

В результате анализа способов и средств диагностирования установлено:

1. Диагностирование какого-либо агрегата (системы) проводится специальными стендами, приспособлениями, приборами. Принцип их действия зависит от характера диагностических признаков, которые присущи объекту контроля (табл. 1).

Таблица 1 – Основные способы и средства диагностирования

Признаки, определяющие техническое состояние автомобиля	Принцип диагностирования	Приборное обеспечение
Температура охлаждающей жидкости, масел, узлов трения, агрегатов	Измерение температуры	Термометры, термопары, терморезисторы
Зазоры, люфты, свободные и рабочие ходы, установочные углы	Измерение линейных или угловых перемещений, геометрических параметров	Щупы, индикаторы, люфтомеры, линейки, отвесы, оптические или жидкостные уровни
Частота, амплитуда звука, вибрация	Измерение колебательных процессов	Стробоскопы, виброакустическая аппаратура, стетоскопы

Компрессия, разряжение, объем газов	Измерение давления, разряжения, количества проходящих газов	Компрессометры, компрессографы, расходомеры газов и воздуха, вакуумметры
Давление воздуха, масла, топлива	Измерение давления	Манометры воздушные, жидкостные
Компоненты моторного и трансмиссионного масел	Исследование состава масел	Спектрографы, микрофотометры
Состав продуктов обработавших газов	Исследование состава обработавших газов	Газоанализаторы многокомпонентные
Значение электрических сигналов	Измерение параметров работы электроприборов	Электронные газоразрядные трубки, стробоскопы, мотортестеры, электронные индикаторы, стрелочные приборы
Расход топлива, мощность	Измерение количества топлива, колесной мощности автомобиля, крутящего момента двигателя	Расходомеры топлива, стенды для измерения тяговых характеристик



Рисунок 1 – Методы определения технического состояния

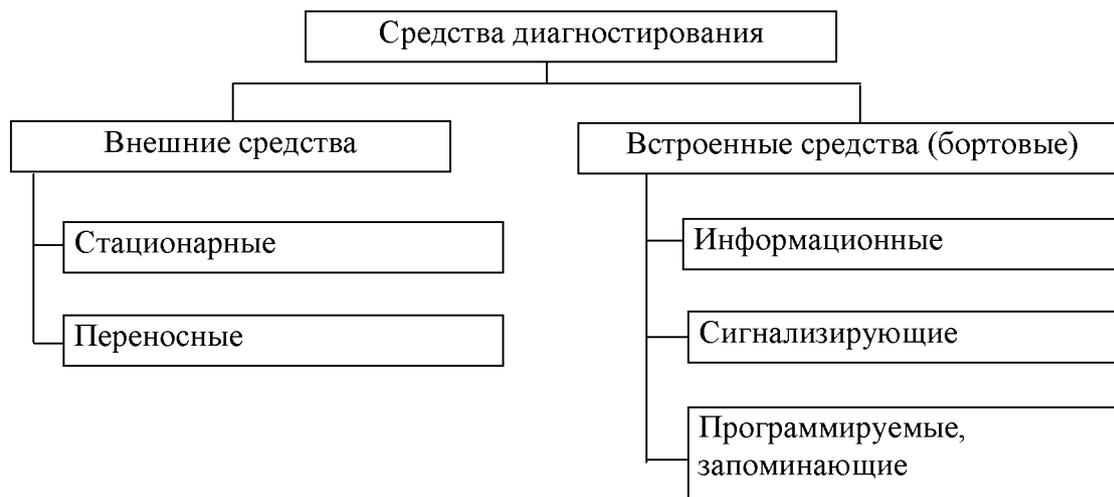


Рисунок 2 – Виды средств диагностирования

2. Технический эндоскоп можно использовать для визуального контроля труднодоступных мест, в том числе закрытых, светоизолированных, имеющих малые входные отверстия. В настоящее время технические эндоскопы на сервисных предприятиях используются относительно редко, поскольку отсутствует четкий алгоритм их применения и обработки полученной информации. Для снятия неопределенности при определении технического состояния объекта диагностирования, в частности цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания, авторами рекомендуется использовать технический эндоскоп.

Далее проводится методология диагностики технического состояния ЦПГ с использованием технического эндоскопа по результатам оценки видеоинформации. При этом сравнивались характерные зоны на развертке цилиндра с эталонными:

- если на цилиндре отсутствует износ следов хонинговки (Γ_0), то никаких технических воздействий не проводится (рис. 3);
- если на цилиндре присутствует незначительный износ следов хонинговки (Γ_1), то необходимо дать рекомендации по смазочным материалам (рис. 4);
- если на цилиндре отчетливо видны следы износа в верхней области цилиндра хонинговки (Γ_2), то следует использовать восстановительные антифрикционные противозносные добавки к моторным маслам (рис. 5);
- если на цилиндре присутствует значительный износ следов хонинговки следы работы поршневых колец (Γ_3), то необходимо заново отхонинговать цилиндры и подобрать поршни увеличенной размерной группы (рис. 6);
- если на большинстве поверхности цилиндра отсутствуют следы хонинговки и имеют место продольные риски, задиры, царапины (Γ_4), то необходимо провести хонинговку поверхности цилиндра под максимальный размер увеличения поршней, установку новых колец (рис. 7);
- если на всей поверхности цилиндра отсутствуют следы хонинговки и имеют место продольные глубокие риски, задиры, царапины, раковины (Γ_5), то необходимо выполнить расточку цилиндров под следующий ремонтный размер, если таковой предусмотрен. Если цилиндр вышел из последнего ремонтного размера, то производится расточка цилиндра под ремонтную гильзу с последующей обработкой под номинальный размер (рис. 8).

В качестве примера использования возможностей технического эндоскопа представлены картинки ЦПГ двигателей ЗМЗ-402 после 180000 км пробега (рис. 9). С помощью эндоскопа были получены наглядные картинки технического состояния камеры сгорания цилиндров двигателя. Визуально были исследованы поршень, стенки блока цилиндров, седла впускных и выпускных клапанов. По результатам проведенной диагностики было установлено, что причиной повышенным расходом масла и потерей мощности двигателем является

наличие продольных глубоких рисок, задигов, царапин и раковин. По результатам проведенной диагностики сделано заключение о необходимости выполнения расточки цилиндров под следующий ремонтный размер.

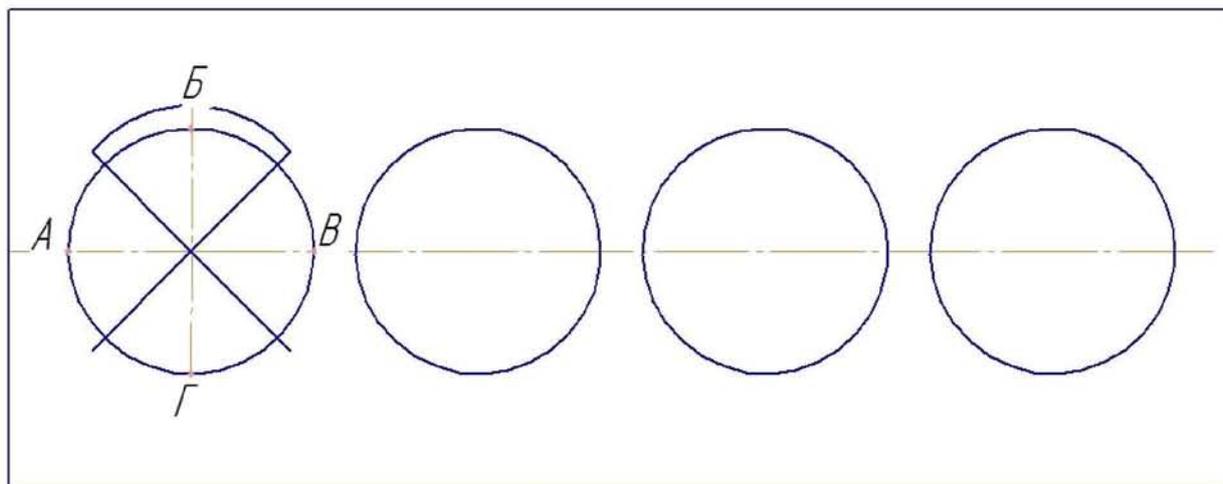


Рисунок 3 – Положение точек по окружности цилиндра

0–20 тыс. км

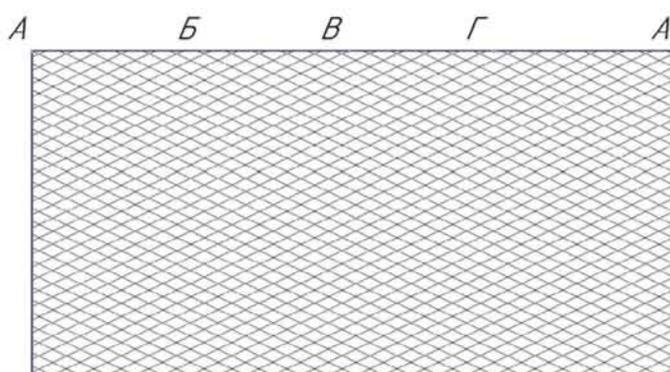


Рисунок 4 – Состояние развертки цилиндра при пробеге 0–20 тыс. км

20–40 тыс. км

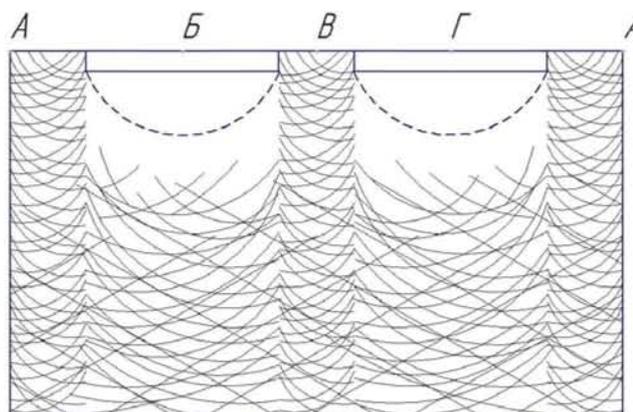


Рисунок 5 – Состояние развертки цилиндра при пробеге 20–40 тыс. км

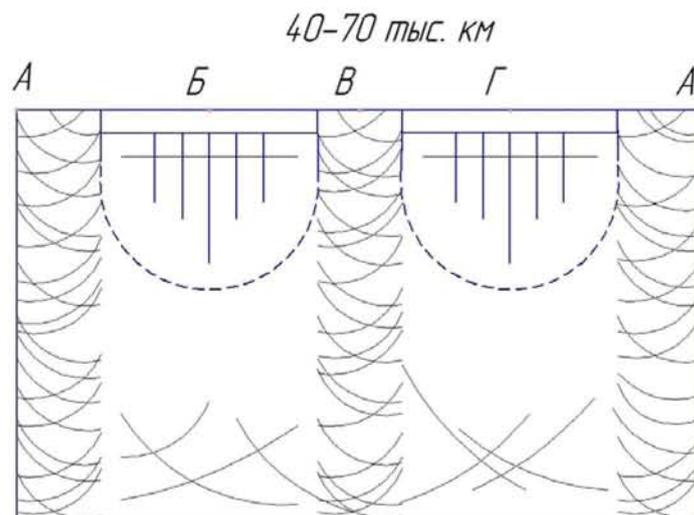


Рисунок 6 – Состояние развертки цилиндра при пробеге 40-70 тыс. км

70-100 тыс. км

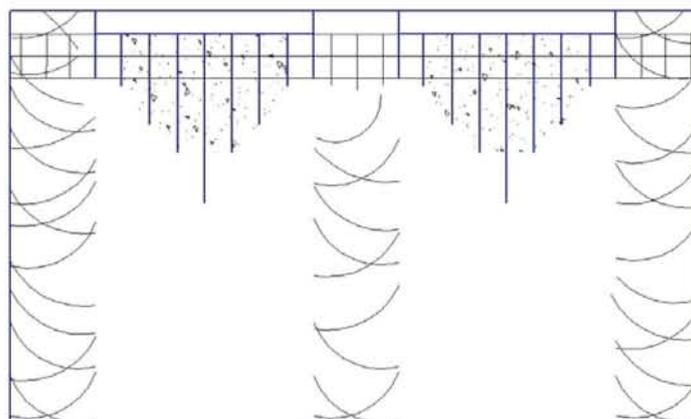


Рисунок 7 – Состояние развертки цилиндра при пробеге 70-100 тыс. км

120-160 тыс. км

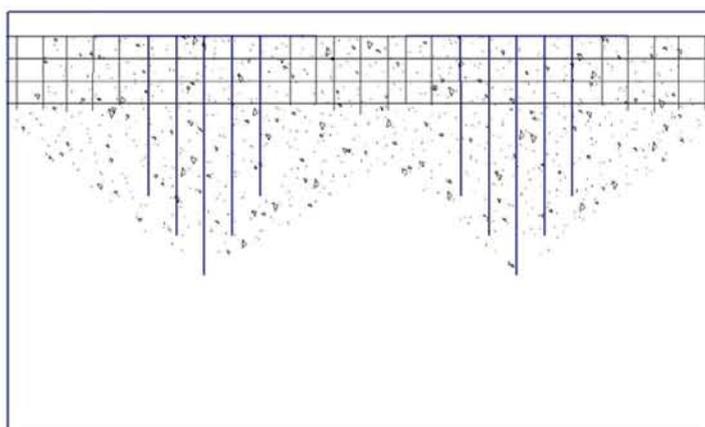


Рисунок 8 – Состояние развертки цилиндра при пробеге 120-160 тыс. км



Рисунок 9 – Изображение стенки цилиндра двигателя ЗМЗ-402, полученное с помощью технического эндоскопа

Также в качестве примера использования возможностей технического эндоскопа представлены картинки цилиндропоршневой группы двигателя R5, устанавливаемого на автомобиле Volkswagen после 120000 км пробега (рис. 10). Необходимость проведения диагностики данных двигателей в условия ООО «VolkswagenЦентКурск» была вызвана появлением посторонних шумов.



Рисунок 10 – Изображение стенки цилиндра двигателя R5, полученное с помощью технического эндоскопа

Визуально были исследованы поршень, стенки блока цилиндров, седла впускных и выпускных клапанов. При исследованиях двигателей использовался эндоскоп технический гибкий ЭТГ 8-1,2-2.

По результатам проведенной диагностики с помощью технического эндоскопа было установлено, что причиной повышенного шума в двигателе R5 является отслоение покрытия цилиндров двигателя от основы моноблока и необходимости проведения ремонта двигателя путем растачивания под ремонтную гильзу.

В настоящее время технические эндоскопы на сервисных предприятиях практически не используются, поскольку крупные автосервисы и дилерские автоцентры занимаются блочной заменой агрегатов. Капитальный ремонт двигателей становится уделом станций небольших, гаражного типа. Просматривать скрытые полости кузова дилерским станциям так же не очень нужно, поскольку они занимаются обслуживанием относительно новых автомобилей. Использование технического эндоскопа это уникальные возможности для визуальной диагностики не только двигателя, но и коробки перемены передач, мостов и кузова. Технические эндоскопы должны быть в арсенале любого поста диагностики на автосервисе.

Таким образом, использование технического эндоскопа это уникальные возможности для визуальной диагностики не только двигателя, но и коробки перемены передач, мостов и кузова. Технические эндоскопы должны быть в арсенале любого поста диагностики на автосервисе.

ВЫВОДЫ

1. На основе разработанных теоретико-методологических и прикладных положений, методик появилась возможность решать важную научно-практическую задачу повышения уровня эффективности эксплуатации двигателей автомобилей за счёт применения технической эндоскопии.

2. Выявлена корреляционная связь между диагностическими параметрами двигателя (состоянием ЦПГ) и пробегом автомобиля. Результаты экспериментальных исследований позволили разработать метод диагностирования автомобильных двигателей.

3. Обоснованность теоретико-методологических положений и полученных результатов работы, их научная, практическая и экономическая значимости подтверждаются внедрением разработок на ряде станций технического обслуживания автомобилей и в учебном процессе. Использование результатов работы ООО «Черноземье-Сервис» позволило в соответствии с актом о внедрении уменьшить на 20 % расходы на проведение диагностирования автомобилей. На ОАО «Курск Лада» разработанный метод позволил уменьшить время диагностирования автомобилей клиентов и сократить затраты предприятия на 17 %. Результаты исследования были приняты «Бизнес Кар Курск» для апробации при диагностировании автомобилей иностранного производства.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России на 2013 г. (тема № 1.12.13).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев, Е. В. Повышение качества диагностики двигателей автомобилей [Текст] / Е. В. Агеев, А. Л. Севостьянов, А. Л. Кудрявцев // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. – № 3 (34). – С. 24–27.
2. Агеев, Е. В. Алгоритм диагностики цилиндропоршневой группы с применением технического эндоскопа [Текст] / Е. В. Агеев, А. Л. Севостьянов, А. Л. Кудрявцев // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – № 1 (36). – С. 116–122.
3. Гассельберг, В. С. Диагностика двигателей внутреннего сгорания автомобилей по виброакустическим параметрам [Текст] / В. С. Гассельберг, А. В. Запорожец // Вестник Астраханского государственного технического университета. - 2007. - № 2. - С. 72-74.
4. Пестриков, В. М. Компьютерная диагностика автомобиля в процессе эксплуатации [Текст] / В. М. Пестриков, А. В. Боровиков // Инновации. - 2009. - № 5. - С. 94-99.
5. Гаврилов, К. Л. Диагностика двигателей автомобилей [Текст] / К. Л. Гаврилов // Грузовик. - 2003. - № 3. - С. 21-25.

Агеев Евгений Викторович

ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет»

Адрес: 305040, г. Курск, 50 лет Октября, 94

Д-р техн. наук, профессор кафедры автомобилей, транспортных систем и процессов

E-mail: ageev_ev@mail.ru

Кудрявцев Александр Леонидович

ФГБОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени проф. И.И. Иванова»

Преподаватель кафедры технологии металлов и ремонта машин

Адрес: 305040, г. Курск, Карла Маркса, 70

Севостьянов Александр Леонидович
ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК»
Канд. техн. наук, доцент, директор института транспорта
Адрес: 302030, г. Орел, ул. Московская, 77
E-mail: srmostu@mail.ru

E. V. AGEEV, A. L. KUDRYAVTSEV, A. L. SEVOST'YANOV

INCREASED OPERATIONAL EFFICIENCY CAR ENGINE BY USING INDUSTRIAL GROUP

Presented a method and means of diagnosing automotive engine that enables accurately identify specific engine trouble and its mechanisms of labor at the lowest possible cost and with less qualified diagnosticians.

Keywords: car engines, the technical condition, technical endoscopy.

BIBLIOGRAPHY

1. Ageev, E. V. Povyshenie kachestva diagnostiki dvigateley avtomobiley [Tekst] / E. V. Ageev, A. L. Sevost'yanov, A. L. Kudryavtsev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. - № 3 (34). - S. 24-27.
2. Ageev, E. V. Algoritm diagnostiki tsilindroporshnevoy gruppy s primeneniem tekhnicheskogo endo-skopa [Tekst] / E. V. Ageev, A. L. Sevost'yanov, A. L. Kudryavtsev // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - № 1 (36). - S. 116-122.
3. Gassel'berg, V. S. Diagnostika dvigateley vnutrennego sgoraniya avtomobiley po vibroakusticheskim parametram [Tekst] / V. S. Gassel'berg, A. V. Zaporozhets // Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. - 2007. - № 2. - S. 72-74.
4. Pestrikov, V. M. Komp'yuternaya diagnostika avtomobilya v protsesse ekspluatatsii [Tekst] / V. M. Pestrikov, A. V. Borovikov // Innovatsii. - 2009. - № 5. - S. 94-99.
5. Gavrilov, K. L. Diagnostika dvigateley avtomobiley [Tekst] / K. L. Gavrilov // Gruzovik. - 2003. - № 3. - S. 21-25.

Ageev Eugene Victorovich

FGBOU VPO «Southwestern State University»
Address: 305040, g. Kursk, 50 October, 94
Cand. tech. sciences, assistant professor of automotive, transport systems and processes
E-mail: ageev_ev@mail.ru

Kudryavtsev Alexander Leonidovich

FGBOU VPO «Kursk State Agricultural Academy, named after prof. II Ivanov»
Address: 305040, g. Kursk, Karl Marx, 70
Lecturer of the Department of Metal Technology and repair of vehicles

Sevost'yanov Alexander Leonidovich

FGBOU VPO «State University-UNPK»
Address: 302030, g. Orel, ul. Moscow, 77
Cand. tech. sciences, assistant professor, Director of the Institute of Transport
E-mail: srmostu@mail.ru

УДК 621.436.001.43

С. В. ТИМОХИН, Ю. В. РОДИОНОВ

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ЦИКЛ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ ДИЗЕЛЕЙ ПРИ ОБКАТКЕ

Представлено расчетно-теоретическое обоснование нагрузочно-скоростных режимов, управляющих воздействий и параметров автоматизированной системы управления обкаткой дизелей с динамическим нагружением, реализующей усовершенствованный алгоритм цикла динамического нагружения.

Ключевые слова: дизель, горячая обкатка, динамическое нагружение, алгоритм.

Одним из наиболее эффективных в настоящее время является способ обкатки ДВС с динамическим нагружением, однако данный способ обладает рядом недостатков, таких как малое время действия динамической нагрузки (ДН) в общем времени цикла динамического нагружения (ЦДН) и этапа в целом, пониженное среднее значение угловой скорости коленчатого вала, наличие такта стабилизации угловой скорости коленчатого вала (УСКВ) на всех ступенях обкатки, что снижает эффективность последних ступеней обкатки с динамическим нагружением [1].

Для проведения холодной обкатки ДВС с электростартерной системой пуска, например, после текущего ремонта, необходимы его снятие с машины и установка на стенд, что резко увеличивает трудоемкость процесса [2].

Одним из возможных путей устранения указанных недостатков является разработка и внедрение системы управления обкаткой ДВС с ДН, реализующей усовершенствованный алгоритм реализации ЦДН с воздействием на рычаг регулятора частоты вращения (РЧВ), а также технологии и автономного устройства для холодной обкатки ДВС, установленных на машинах, после текущего ремонта.

После холодной обкатки ДВС его запускают и проводят горячую обкатку на холостом ходу. На установившемся скоростном режиме развиваемый ДВС индикаторный момент, затрачивается на преодоление момента механических потерь ДВС $M_{МП}^{XX}$, т.е.

$$M_i = M_{МП}^{XX}. \quad (1)$$

Вследствие предшествующей холодной обкатки и отсутствия внешней нагрузки $M_{МП}^{XX}$ имеет пониженное значение, что снижает эффективность приработки.

Наиболее важным и ответственным является этап обкатки под нагрузкой, при правильном проведении которого сопряжения подготавливаются к восприятию эксплуатационных нагрузок. Для повышения эффективности приработки сопряжений на этапе горячей обкатки под нагрузкой в типовых технологиях к коленчатому валу прикладывают тормозную нагрузку M_T , при этом уравнение моментов ДВС на установившемся нагрузочно-скоростном режиме имеет вид

$$M_i = M_T + M_{МП}^{TH}. \quad (2)$$

Анализ уравнения (2) показывает, что индикаторный момент ДВС в этом случае затрачивается на преодоление повышенного, вследствие действия нагрузок на сопряжения, момента механических потерь $M_{МП}^{TH}$, и момента тормозной установки. Однако тормозной способ обкатки обладает рядом недостатков, в связи с чем рассмотрим бестормозной динамический метод.

Динамическое нагружение сопряжений ДВС (например, дизеля) при обкатке заключается в создании периодически повторяющихся тактов разгона и выбега УСКВ при отсутствии внешней нагрузки, путем перемещения органа управления скоростным режимом (рычага регулятора частоты вращения) по определенному закону, обеспечивающему включение подачи топлива на такте разгона, ее фиксирование на заданном для каждой ступени обкатки

уровне и выключение подачи топлива при выбеге. Уравнение динамики ДВС в этом случае имеет вид

$$M_i = M_d + M_{МП} = I \cdot \varepsilon + M_{МП}, \quad (3)$$

где M_d – динамический момент, Н·м;

ε – угловое ускорение коленчатого вала, с⁻²;

I – момент инерции вращающихся и движущихся возвратно-поступательно масс ДВС, приведенных к коленчатому валу, кг·м².

Анализ уравнения (3) показывает, что повышение индикаторного крутящего момента ДВС путем увеличения подачи топлива приводит к появлению положительного углового ускорения коленчатого вала

$$\varepsilon = \frac{M_i - M_{МП}^{ДН}}{I} > 0, \quad (4)$$

и возникновению динамического нагруженного для ДВС момента $M_d = M_{ДН} = I \cdot \varepsilon$ направленного, как и повышенный момент механических потерь $M_{МП}^{ДН} = M_{МП}$ противоположно направлению индикаторного момента.

Положительное угловое ускорение также приводит к увеличению УСКВ и увеличению кинетической энергии системы W

$$W = \frac{I \cdot \omega^2}{2}, \text{ Дж.} \quad (5)$$

На такте выбега подача топлива выключается ($M_i = 0$), тогда из (3) имеем

$$0 = M_d + M_{МП}^{ХО} = I \cdot \varepsilon + M_{МП}^{ХО}, \quad (6)$$

откуда

$$M_{МП}^{ХО} = -M_d = -\varepsilon \cdot I, \quad (7)$$

т.е. в системе появляется направленный противоположно моменту механических потерь и равный ему по величине динамический крутящий момент ($-M_d$), образующийся за счет накопленной при разгоне кинетической энергии движущихся масс, а также отрицательное угловое ускорение ($-\varepsilon = \varepsilon_B$) – ускорение выбега.

Отрицательное ускорение ведет к уменьшению УСКВ и кинетической энергии системы, которая затрачивается на преодоление пониженного, вследствие малых газовых нагрузок, момента механических потерь и совершение приработочных процессов. При необходимости для повышения эффективности такта выбега возможно применение циклического, только при выбеге, дросселирования газов на выпуске ДВС.

Такт выбега и такт разгона, а также вспомогательный такт стабилизации УСКВ образуют цикл динамического нагружения. Многократное повторение ЦДН в заданном интервале изменения УСКВ с требуемыми значениями нагруженного и крутящего динамических моментов на ступенях обкатки под нагрузкой обеспечивает приработку сопряжений ДВС и является сущностью рассматриваемого способа обкатки с ДН. Изменение нагруженного и крутящего моментов M_d , УСКВ ω и угла поворота рычага РЧВ α в пределах времени ЦДН показано на рисунке.

Анализ цикла ДН с воздействием на рычаг РЧВ, который реализован в стенде КИ-28263 ГОСНИТИ показывает, что в нем обязательным элементом является вспомогательный такт стабилизации УСКВ t_{cm} на ее нижнем пределе ω_l (рис. 1, а), обеспечивающий идентичность начальных условий тактов разгона и непревышение расчетных динамических нагрузок. Вместе с тем наличие этого такта увеличивает время ЦДН t_u и этапа в целом и снижает эффективность приработочных процессов. В связи с этим проанализируем ЦДН с измененной структурой – без такта стабилизации УСКВ (рис. 1, б, кривая ω'). Анализ показывает, что

исключение такта стабилизации уменьшает время цикла $t_{ц}$, соответственно увеличивает частоту следования ЦДН и действующее значение динамической нагрузки за цикл и этап обкатки в целом (рис. 1, кривые ε и $M_{Д}$), что повышает эффективность приработочных процессов.

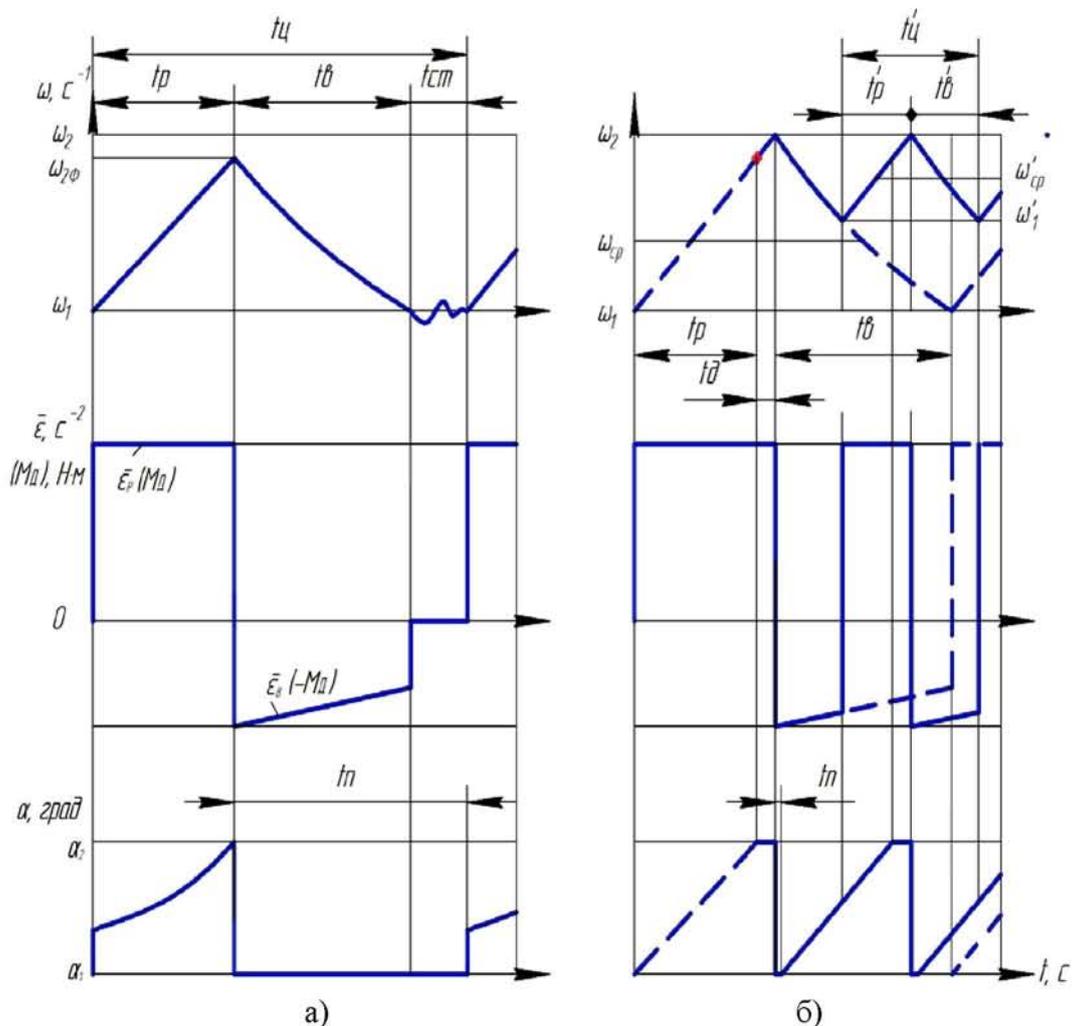


Рисунок 1 – Теоретические циклы динамического нагружения с постоянным нагрузочным моментом при разгоне и воздействии на рычаг РЧВ:

а) с тактом стабилизации УСКВ; б) без такта стабилизации УСКВ, переменным нижним пределом и стабильным значением верхнего предела УСКВ: ω – угловая скорость коленчатого вала, c^{-1} ; ε – угловое ускорение коленчатого вала, c^{-2} ; α – угол поворота рычага РЧВ, град.; $t_p, t_{д}, t_{ст}, t_{об}, t_{н}, t_{ц}$ – время тактов разгона, выбега, стабилизации УСКВ, дополнительного времени нахождения кулачка в зоне α_2 и паузы в зоне α_1 и цикла, с.

На эффективность приработочных процессов при горячей обкатке под нагрузкой также значительное влияние оказывают и частоты вращения коленчатого вала. Их значения для ступеней обкатки ДВС каждой марки приводятся в нормативно-технической документации. При обкатке отечественных тракторных дизелей, имеющих сравнительно не высокие максимальные частоты вращения, данный этап проводится при максимальном скоростном режиме (рычаг РЧВ на упоре). При обкатке дизелей по базовой технологии в качестве верхнего предела рекомендуется использовать значения $\omega_2 = (0,95 - 1,00)\omega_H$, а нижнего ($\omega_1 = (0,55 - 0,75)\omega_H$). Анализ этих режимов показывает сравнительно большое значение интервала изменения УСКВ в пределах ЦДН (от 0,55 до $1,00\omega_H$), что снижает среднее значение ($\omega_{ср}$) УСКВ циклов и, как следствие эффективность приработочных процессов. Уменьшить интервал изменения УСКВ можно, например, повысив ее нижний предел с ω_1 до

ω'_1 (рис. 1, б, кривая ω). Кроме этого, на последних ступенях обкатки по базовой технологии происходит некоторое уменьшение верхнего предела УСКВ $\omega_{2\phi}$ относительно заданного ω_2 (рисунок, а, кривая ω), т.к. при больших ускорениях разгона и соответственно большой скорости поворота рычага РЧВ возникает рассогласование между его положением и УСКВ и она не успевает достигнуть заданного максимального значения, вследствие этого занижается и среднее значение УСКВ, что также снижает эффективность приработочных процессов. Для устранения данного недостатка предлагается в конце поворота рычага РЧВ на такте разгона ввести участок с постоянным значением $\alpha = \alpha_2$ с расчетной продолжительностью t_δ достаточной для гарантированного достижения верхнего предела УСКВ ω_2 на последней ступени обкатки с ДН (рис. 1, б, кривая α).

С учетом вышеизложенного в качестве рабочей гипотезы было выдвинуто предположение, что на первых ступенях обкатки с ДН и воздействии на рычаг РЧВ такт стабилизации УСКВ необходим для исключения возможных перегрузок сопряжений не обкатанного ДВС в начале такта разгона, а на последних его можно исключить, кроме этого предлагается повысить нижний, а также стабилизировать верхний пределы УСКВ ЦДН.

В результате проведенных исследований предложен усовершенствованный комбинированный алгоритм управления по частоте вращения и положению рычага РЧВ без такта стабилизации УСКВ с переменным, повышающимся по мере обкатки нижним пределом УСКВ и стабильным значением ее верхнего предела.

На первых ступенях обкатки с ДН изменение скоростного режима в пределах ЦДН будет происходить аналогично базовому алгоритму и отражаться известной скоростной моделью вида

$$\omega = \begin{cases} \omega_1 + \varepsilon_p \cdot t & 0 \leq t \leq t_p, \\ \left(\omega_2 + \frac{A}{B} \right) e^{-\frac{B}{I}(t-t_p)} - \frac{A}{B} & t_p \leq t \leq t_p + t_\phi \\ \omega_1 & t_p + t_\phi \leq t \leq t_u \end{cases}, \quad (8)$$

где t – текущее время ЦДН;

ε_p – среднее за такт ускорение разгона, c^{-2} ;

ω_1, ω_2 – значения нижнего и верхнего пределов УСКВ ЦДН, c^{-1} ;

$t_{Ц} = t_p + t_B + t_{CT}$ – время ЦДН с тактом стабилизации УСКВ, с;

A, B – постоянные для данного типа ДВС коэффициенты, зависящие от типа, конструкции, размеров, числа цилиндров и теплового состояния двигателя, а также степени приработки сопряжений.

Анализ скоростной модели (8) и рисунка показывает наличие такта стабилизации УСКВ на уровне ω_1 . Он обусловлен работой всережимного регулятора частоты вращения коленчатого вала дизеля и представляет собой затухающий колебательный процесс с сравнительно небольшими знакопеременными значениями углового ускорения, а соответственно и динамического момента, среднее за такт стабилизации значение которого равно нулю.

Математическая скоростная модель усовершенствованного ЦДН (без такта стабилизации, с повышенным значением нижнего предела УСКВ ω'_1 , а также стабильным значением верхнего предела ω_2) имеет вид

$$\omega = \begin{cases} \omega'_1 + \bar{\varepsilon}_p \cdot t & 0 \leq t \leq t_p + t_\delta, \\ \left(\omega_2 + \frac{A}{B} \right) e^{-\frac{B}{I}(t-t_p)} - \frac{A}{B} & t_p + t_\delta \leq t \leq t_p + t_\delta + t'_\phi \end{cases}, \quad (9)$$

где t_{δ} - дополнительное время в конце такта разгона, с;

t_B - время выбега УСКВ с ω_2 до ω'_1 , с;

ω'_1 - значения нижнего, повышенного по сравнению с базовым ЦДН верхнего предела УСКВ, с⁻¹;

$t_p + t_{\delta} + t_B = t'_{Ц}$ - время усовершенствованного ЦДН, с.

Анализ скоростных моделей (8) и (9) показывает, что период усовершенствованного цикла $t'_{Ц}$ меньше периода базового $t_{Ц}$ на время такта стабилизации t_{CT} , а также на величину сокращения времени такта выбега при новом, повышенном значении нижнего предела УСКВ на последних ступенях, однако введение дополнительного времени t_{δ} , необходимого для получения стабильного значения верхнего предела УСКВ, эту разницу несколько уменьшает.

Так как значение нижнего предела УСКВ на последних ступенях больше, чем на начальных ω_1 т.е.

$$\omega'_1 > \omega_1, \quad (10)$$

то будет больше и среднее значение УСКВ усовершенствованного ЦДН, т. е.

$$\omega'_{CP} = \frac{\omega'_1 + \omega_2}{2} > \omega_{CP} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}. \quad (11)$$

Математическая нагрузочная модель базового ЦДН имеет вид

$$M_{Д} = \begin{cases} M_i - M_{МП}. & 0 \leq t \leq t_p, \\ -M_{МП}. & t_p \leq t \leq t_p + t_B, \\ 0 & t_p + t_B \leq t \leq t_{Ц}. \end{cases} \quad (12)$$

Математическая нагрузочная модель усовершенствованного ЦДН будет иметь вид

$$M_{Д} = \begin{cases} M_i - M_{МП}. & 0 \leq t \leq t_p + t_{\delta}, \\ -M_{МП}. & t_p + t_{\delta} \leq t \leq t'_{Ц}. \end{cases} \quad (13)$$

Анализ нагрузочной модели (13) показывает большую эффективность усовершенствованного ЦДН, так как в нем отсутствует такт стабилизации УСКВ на уровне ω_1 с нулевым средним значением динамического момента. Кроме того, время (период) цикла ДН в моделях (9) и (13) меньше, чем в моделях (8) и (12), и, следовательно, частота следования циклов ДН ($f' = 1/t'_{Ц}$) на последних ступенях обкатки по предлагаемой технологии будет больше чем по базовой, т.е.

$$f' = 1/t'_{Ц} > f = 1/t_{Ц}. \quad (14)$$

Таким образом, исключение такта стабилизации позволяет повысить частоту ЦДН и эффективность приработочных процессов по сравнению с базовой технологией.

Управление процессом динамического нагружения дизеля может осуществляться путем воздействия на рейку ТНВД или рычаг РЧВ дизеля по определенным алгоритмам, например, с управлением путем задания времени тактов ЦДН, с управлением по нижнему и верхнему пределам частоты вращения, положению рычага РЧВ и др. Наиболее универсальным является способ с воздействием на рычаг РЧВ, однако при его реализации необходим вспомогательный такт стабилизации УСКВ в конце такта выбега, который обеспечивает идентичность начальных условий по УСКВ и подаче топлива и соответственно, нагрузок последовательных ЦДН в пределах ступени. Это существенно снижает его эффективность по сравнению со способом управления по частоте вращения и воздействию на рейку ТНВД, где нет необходимости в этом такте. Однако воздействие на рейку ТНВД возможно не у всех дизелей, в связи с чем, одной из задач данной работы являлось исследование возможности использования этого способа при воздействии на рычаг РЧВ.

Параметры управляющих воздействий при обкатке с ДН определяются решением системы дифференциальных уравнений собственно дизеля и всережимного регулятора частоты вращения относительно того или иного входящего в них искомого параметра при заданных начальных условиях и ограничениях, т.е.

$$\begin{cases} d\bar{\omega}/dt = (\bar{M}_i - \bar{M}_{МП})/I, \\ d^2h/dt^2 = (-E + C - \nu dh/dt)\mu \end{cases} \quad (15)$$

где E - восстанавливающая сила регулятора, $E = f(h, \alpha)$;

C - поддерживающая сила регулятора, $C = f(h, \omega^2)$;

ν - коэффициент вязкого трения;

μ - приведенная к муфте масса движущихся деталей регулятора;

t - время разгона, с;

α - настройка регулятора (угол поворота рычага РЧВ), град.

Для серийных двигателей известны или могут быть определены в явном виде функциональные зависимости, а также значения постоянных коэффициентов, входящих в систему (15).

В результате решения системы относительно угла поворота рычага РЧВ (α), входящего в уравнение восстанавливающей силы E при заданном НДМ ступеней (ускорении разгона), в интервале изменения УСКВ от ω_1 до ω_2 , при $\varepsilon_{pc} = const$ и линейном изменении УСКВ, определяются закономерности изменения α и других параметров в пределах ЦДН.

Теоретическая управляющая модель известного ЦДН с постоянным крутящим моментом и воздействием на рычаг РЧВ имеет вид

$$\alpha = \begin{cases} m + nt + pt^2 & 0 \leq t \leq t_p \\ \alpha_1 & t_p \leq t \leq t_{ц} \end{cases} \quad (16)$$

где m, n, p - коэффициенты, постоянные для каждой ступени обкатки с ДН;

$t_{ц} = t_p + t_B + t_{CT}$ - время ЦДН с тактом стабилизации УСКВ, с.

Анализ модели показывает, что на такте разгона в начальный момент происходит скачкообразный поворот рычага на угол $\alpha = m$ с последующим его увеличением во времени по закону параболы до значения $\alpha_2 = m + nt_p + pt_p^2$. По истечении времени такта разгона t_p рычаг быстро перемещается в положение α_1 и находится в нем до окончания времени цикла $t_{ц}$.

В общем случае для получения прямоугольного закона изменения НДМ на такте разгона угол поворота рычага РЧВ должен изменяться по закону параболы с различными для каждой ступени обкатки значениями свободного члена и коэффициентов перед переменными (рисунок, а кривая α). Такой закон несколько усложняет технологию обкатки и систему управления. В связи с этим в предлагаемой автоматизированной системе управления динамической нагрузкой использован линейный закон изменения угла поворота рычага РЧВ, обеспечивающий достаточно близкий к прямоугольному закон изменения нагрузочного динамического момента и упрощение технологии обкатки и системы управления.

Математическая управляющая модель усовершенствованного ЦДН имеет вид

$$\alpha = \begin{cases} \alpha_1 + n \cdot t & 0 < t \leq t_p \\ \alpha_2 & t_p \leq t \leq t_p + t_{\delta} \\ \alpha_2 - k \cdot t & t_p + t_{\delta} \leq t \leq t_p + t_{\delta} + t_{yp} \\ \alpha_1 & t_p + t_{\delta} + t_{yp} \leq t \leq t'_{ц} \end{cases} \quad (17)$$

где α_1, α_2 - угол поворота рычага РЧВ в начале и в конце такта разгона, град.;

n, k - постоянные для каждой нагрузочной ступени обкатки ДВС коэффициенты;

t_{yp} - время уменьшения радиуса кулачка, с (вследствие малого значения на рисунке не показано).

Анализ модели (17) показывает, что дополнительный такт с постоянным значением угла поворота рычага РЧВ α_2 , протекающий в течении времени t_0 необходим для гарантированного достижения УСКВ максимального заданного значения ω_2 .

Для реализации управляющих воздействий согласно (17) разработана методика и проведены расчеты профиля кулачка исполнительного механизма

Анализ теоретических зависимостей показывает, что на последних ступенях обкатки с использованием усовершенствованного ЦДН, вследствие увеличения времени действия динамической нагрузки и среднего значения УСКВ работа возрастает в среднем на 57%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родионов, Ю. В. Технология раздельной обкатки двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Ю. В. Родионов // Строительные и дорожные машины. – 2004. – № 4. – С. 24–27.
2. Родионов, Ю. В. Результаты исследований холодной обкатки дизеля Д-144 со статико-динамическим нагружением [Текст] / Ю. В. Родионов, С. В. Тимохин // Мир транспорта и технологических машин. - 2013. - № 2 (41). – С. 33-14.

Тимохин Сергей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

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

E-mail: dspgsha@mail.ru

Родионов Юрий Владимирович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

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

E-mail: dekauto@pguas.ru

S. V. TIMOKHIN, Y. V. RODIONOV

IMPROVED DYNAMIC SERIES LOAD BREAK-IN DIESEL ENGINES

Presented by the settlement and theoretical foundation load-speed conditions, control inputs and parameters of automated control system of diesel engines running-with dynamic loading, implements an advanced algorithm cycle of dynamic loading.

Keywords: diesel, hot running, dynamic loading, the algorithm.

BIBLIOGRAPHY

1. Rodionov, YU. V. Tekhnologiya razdel'noy obkatki dvigateley vnutrennego sgoraniya [Tekst] / YU. V. Rodionov // Stroitel'nye i dorozhnye mashiny. - 2004. - № 4. - S. 24-27.
2. Rodionov, YU. V. Rezul'taty issledovaniy kholodnoy obkatki dizelya D-144 so statiko-dinamicheskim nagruzheniem [Tekst] / YU. V. Rodionov, S. V. Timokhin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2013. - № 2 (41). - S. 33-14.

Timohin Sergey Victorovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, ul. Titova, 28

Dr. Sc. , Professor of the Department "Tractors, cars, and combined heat and power"

E-mail: dspgsha@mail.ru

Rodionov Yuri Vladimirovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, ul. Titova, 28

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

E-mail: dekauto@pguas.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 621.86

Р. А. РЕДЕЛИН

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОТБойНОГО
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МОЛОТА СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНОЙ
МАШИНЫ С УЧЁТОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА**

Статья посвящена моделированию процессов и работы отбойного гидравлического молота строительно-дорожной машины. Разработана математическая модель отбойного гидромолота с учётом влияния температурного фактора.

Ключевые слова: гидромолот, гидроударник, математическая модель.

Работа гидравлических молотов, используемых в качестве ударно-скалывающего рабочего органа, установленного на базовой машине, происходит в различных условиях эксплуатации [1], в том числе и в северных широтах. Гидромолоты применяются при рыхлении мёрзлых грунтов, а также разрушении скальных пород и дорожных покрытий. При этом их запуск и работа осуществляются в условиях пониженной температуры. В таких условиях характеристики гидромолота изменяются по сравнению с нормальными. Поэтому исследование изменения выходных параметров в таких условиях эксплуатации является актуальным.

Изменение температуры, в первую очередь, оказывает влияние на характеристики и свойства рабочей жидкости, такие как сжимаемость (модуль объёмной упругости), плотность, вязкость.

Модуль объёмной упругости рабочих жидкостей гидросистем уменьшается с повышением температуры, следовательно, сжимаемость жидкостей с повышением температуры также повышается. Сжимаемость более вязких масел выше, чем сжимаемость менее вязких.

Графическая зависимость модуля объёмной упругости минерального масла от температуры представлена в работе [2]. Для удобства вычислений целесообразно аппроксимировать графическую зависимость, в результате получаем уравнение

$$E(T) = 18,82 \cdot e^{-0,0032T} \quad (1)$$

Для определения плотности жидкости в зависимости от температуры используется уравнение, приведенное в работе [2]

$$\rho(T) = \frac{\rho_0}{1 + \alpha(T - T_0)}, \quad (2)$$

где ρ_0 – плотность жидкости при температуре T_0 ;

α – температурный коэффициент объёмного расширения.

Среднее значение коэффициента температурного расширения зависит от вязкости масла. Так, для масла АМГ-10 в диапазоне давлений от 0 до 20 МПа рекомендовано значение $8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, для более вязких масел, преимущественно применяемых в гидросистемах технологических машин – $7 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ [2].

Наиболее существенное влияние изменение температуры оказывает на вязкость жидкости. С понижением температуры вязкость минеральных масел повышается. Зависимости вязкости ряда масел от температуры представлены в работах [2, 3].

Зависимость вязкости от температуры для различных масел имеет индивидуальный характер (рис. 1).

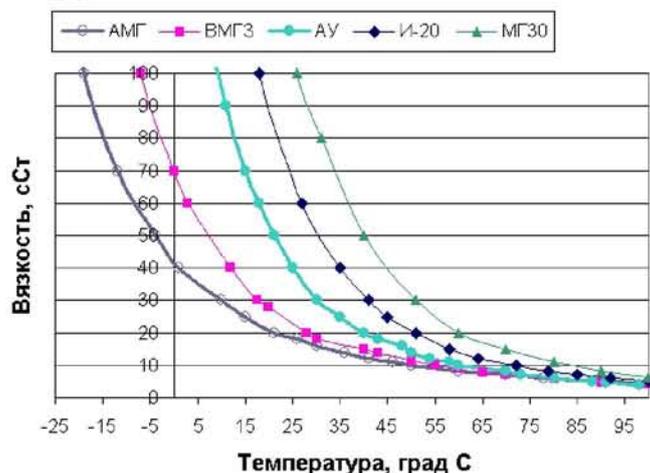


Рисунок 1 – Зависимость вязкости некоторых масел от температуры

В процессе работы гидромолота и гидросистемы происходит нагрев рабочей жидкости, которая переносит тепло и нагревает детали.

В результате нагрева рабочей жидкости и, соответственно, теплового расширения деталей гидромолота, возможно изменение величин зазоров в сопряжениях его подвижных элементов (боек-корпус, золотник-гильза). Величины зазоров, в свою очередь, влияют на утечки рабочей жидкости и силы трения, величина которых определяет выходные параметры гидромолота. Зависимость величины зазоров от температуры можно представить функцией $\Delta = f(T)$.

В работе [2] отмечается, что величина зазора в сопрягаемых деталях, изготовленных из одинакового материала, остается постоянной при изменении температуры. Для деталей, изготовленных из различных материалов, зависимость величины зазора от температуры равна

$$\Delta_i(T) = \Delta_0 + 0,5d_i(\beta_T - \alpha_T)(T - T_0), \quad (3)$$

где Δ_0 – зазор при нормальных условиях;

d_i – диаметр сопрягаемых поверхностей;

α_T и β_T – соответственно, коэффициенты теплового расширения материалов бойка и корпуса;

T и T_0 – соответственно, текущая и начальная температура.

С использованием системы T-Flex методом конечных элементов проведены тепловые расчеты, которые показали, что зазоры в сопряжениях деталей гидромолота, изготовленных из одного материала или материалов, имеющих близкие по значению коэффициенты теплового расширения, практически не зависят от температуры.

В структуру гидромолота входит гидропневмоаккумулятор, имеющий газовую полость, в которой находится газ под давлением (давлением предварительной зарядки). Изменение температуры, согласно закону изменения состояния газов, будет влиять на давление предварительной зарядки.

Учитывая выше сказанное, для исследования процессов работы гидромолота при пониженных температурах, разработана математическая модель.

Для каждой массы (боёк и золотник) (рис. 2) составлены уравнения движения.

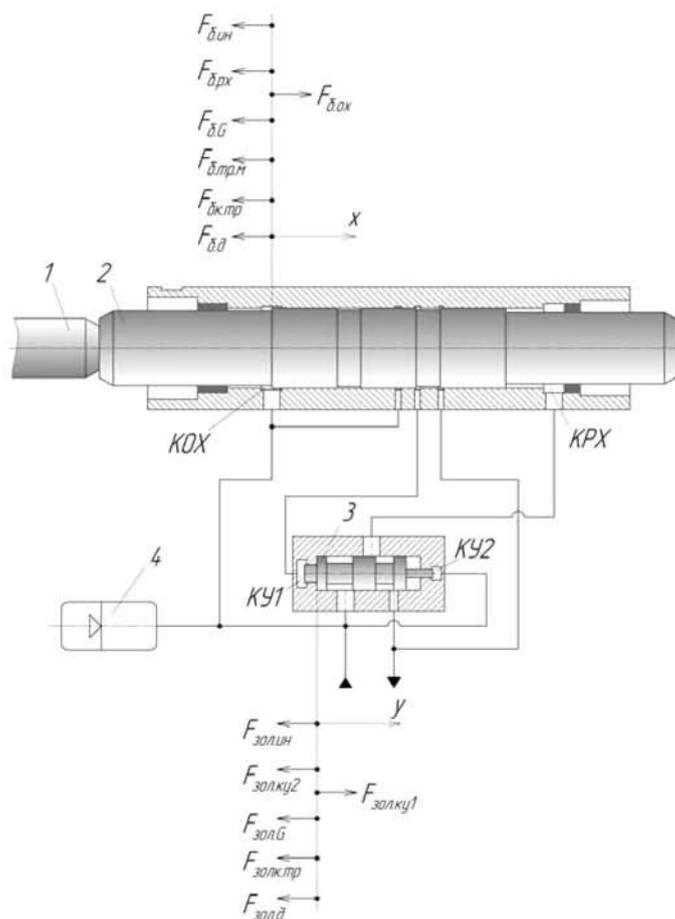


Рисунок 2 – Расчётная схема гидромолота:

1 – инструмент; 2 – боек; 3 – золотник; 4 – сетевой гидропневмоаккумулятор; КОХ – камера обратного хода; КРХ – камера рабочего хода; КУ1 и КУ2 – камеры управления распределителя

Уравнение сил, действующих на боек

$$-F_{\delta.ин} - F_{\delta.рх} + F_{\delta.ох} - F_{\delta.г} - F_{тр.м} - F_{\delta.к.тр} - F_{\delta.д} = 0. \quad (4)$$

Силы, входящие в уравнение, определяем по формулам, приведенным ниже.

Сила инерции бойка

$$F_{\delta.ин} = m_{\delta} \frac{d^2x}{dt^2}. \quad (5)$$

Силы давления жидкости со стороны камеры рабочего хода

$$F_{\delta.рх} = p_{рх} S_{рх}; \quad (6)$$

Силы давления жидкости со стороны камеры обратного хода

$$F_{\delta.ох} = p_{ох} S_{ох}. \quad (7)$$

Составляющая силы тяжести с учетом угла положения

$$F_{\delta.г} = m_{\delta} g \cdot \cos \alpha. \quad (8)$$

Сила трения в уплотнениях

$$F_{тр.м} = \sum \pi H_i f_m(p_i)(d_k + k) k_n N_m; \quad (9)$$

Сила трения бойка о корпус

$$F_{\delta.к.тр} = m_{\delta} g \cdot f_{\delta.к} \cos(\alpha) + f_{\delta.к} \frac{\rho Q_i^2}{S_i}. \quad (10)$$

Сила вязкого трения

$$F_{\delta, \delta} = v(T)\rho(T)L_i \frac{\pi d_2}{\Delta_{\delta}(T)} \frac{dx}{dt}. \quad (11)$$

Уравнение равновесия сил, действующих на золотник

$$-F_{\text{зол.ин}} + F_{\text{зол.кв1}} - F_{\text{зол.кв2}} - F_{\text{зол.Г}} - F_{\text{зол.тр.к}} - F_{\text{зол.}\delta} = 0. \quad (12)$$

Силы инерции, тяжести, трения золотника, входящие в уравнение (12), определяем аналогично, используя формулы (5), (8), (10).

Силы давления жидкости со стороны камер управления:

$$KVI: F_{\text{зол.кв1}} = p_{\text{кв1}} S_{\text{кв1}}. \quad (13)$$

$$KV: F_{\text{зол.кв2}} = p_{\text{кв2}} S_{\text{кв2}}. \quad (14)$$

Сила вязкого трения

$$F_{\text{зол.}\delta} = v(T)\rho(T)L_i \frac{\pi d_{\text{зол}}}{\Delta_{\text{зол}}(T)} \frac{dy}{dt}. \quad (15)$$

Для связи между отдельными элементами (массами) гидромолота записаны уравнения расходов для различных участков гидравлической системы, а также уравнения для определения давлений в полостях гидромолота.

Общее уравнение расходов жидкости для i -ого участка системы

$$Q_{E,i} + \sum Q_i + \sum Q_{\zeta,i} + q_i = 0, \quad (16)$$

где $Q_{E,i}$ – расход, компенсирующий сжатие жидкости;

Q_i – расход при перемещении подвижных элементов;

$Q_{\zeta,i}$ – расход через местные сопротивления.

Расход через местные сопротивления

$$Q_{\zeta,i} = S_{\zeta,i} \mu_{\zeta,i} \sqrt{\frac{2}{\rho(T)} |\Delta p_i|} \cdot \text{sign}(\Delta p_i). \quad (17)$$

Давление для i -ой полости

$$\frac{dp_i}{dt} = \frac{Q_{E,i} E(T)}{V_i}. \quad (18)$$

Утечки через зазоры в сопряжениях для i -ого участка

$$q_i = \frac{\pi d_i (\Delta_i(T))^3}{12v(T)\rho(T)L_{qi}} \Delta p_i. \quad (19)$$

Давление газа в гидропневмоаккумуляторе

$$P_{ai} = P_{ai,0}(T) \left(\frac{V_{ai,0}}{V_{ai}} \right)^n. \quad (20)$$

В математической модели приняты следующие обозначения: x, y – перемещение бойка, золотника, соответственно; $m_{\delta}, m_{\zeta\ddot{e}}$ – массы бойка и золотника, соответственно; t – время; g – ускорение свободного падения; α – угол наклона оси бойка относительно горизонтали; H_i – высота соответствующей уплотнительной манжеты; f_m – коэффициент трения в паре боек – манжета; $f_{\text{бк}}$ – коэффициент трения в паре боек – корпус; k_1, k_3 – геометрические параметры манжет; k_{ni} – коэффициент высоты манжеты; N_m – количество манжет; Δ_{δ} – зазор в паре боек – корпус; $\Delta_{\zeta\ddot{e}}$ – зазор в паре золотник – корпус. p_{px} – давление жидкости в камере рабочего хода; p_{ox} – давление жидкости в камере обратного хода; $p_{\delta\delta 1}$ – давление жидкости в камере управления KVI; $p_{\delta\delta 2}$ – давление жидкости в камере управления KV2; p_{ai} – давление газа в камере сетевого гидропневмоаккумулятора (текущее); p_{i0} –

давление газа в камере сетевого гидропневмоаккумулятора после зарядки, начальное; L_i – длина сопрягаемой поверхности; d_2 – диаметр бойка, сопрягаемый с корпусом; S_{px} – площадь камеры рабочего хода; S_{ox} – площадь камеры обратного хода; $S_{\zeta.i\delta}$ – подводящего отверстия камеры обратного хода; S_{ζ_i} – площадь сечения соответствующего участка гидросистемы; $S_{\delta\delta 1}$ – площадь плунжера камеры управления KVI ; $S_{\delta\delta 2}$ – площадь плунжера камеры управления $KV2$; V_i – объём i -ой полости.

Представленная математическая модель позволяет исследовать работу отбойного гидравлического молота с учётом изменения температуры рабочей жидкости.

Статья выполнена в рамках работы над грантом президента Российской Федерации МК-6405.2013.5. Научный руководитель Каманин Ю.Н.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков, Л. С. Гидравлические машины ударного действия [Текст] / Л. С. Ушаков, Ю. Е. Котылев, В. А. Кравченко. – М.: Машиностроение, 2000. – 416 с.
2. Башта, Т. М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика [Текст] / Т. М. Башта. - М.: Машиностроение, 1972. – 320 с.
3. Васильченко, В. А. Гидравлическое оборудование мобильных машин [Текст]: Справочник / В. А. Васильченко. – М.: Машиностроение, 1983. – 301 с.

Ределин Руслан Андреевич

ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК»

Адрес: г.Орёл, ул.Московская, 77

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

E-mail: rusland57@yandex.ru

R. A. REDELIN

MATHEMATICAL MODEL OF THE HYDRAULIC HAMMER ROAD-CONSTRUCTION MACHINES TAKING INTO ACCOUNT THE TEMPERATURE FACTOR

The article is devoted to modeling processes of hydraulic hammer of building-road machines. Developed mathematical model of the hydrohammer taking into account the influence of the temperature factor.

Keywords: hydraulic hammer, hydrohammer, mathematical model.

BIBLIOGRAPHY

1. Ushakov, L. S. Gidravlicheskie mashiny udarnogo deystviya [Tekst] / L. S. Ushakov, YU. E. Kotylev, V. A. Kravchenko. - M.: Mashinostroenie, 2000. - 416 s.
2. Bashta, T. M. Gidroprivod i gidropnevmoavtomatika [Tekst] / T. M. Bashta. - M.: Mashinostroenie, 1972. - 320 s.
3. Vasil'chenko, V. A. Gidravlichesкое oborudovanie mobil'nykh mashin [Tekst]: Spravochnik / V. A. Vasil'chenko. - M.: Mashinostroenie, 1983. - 301 s.

Redelin Ruslan Andreevich

FGBOU VPO «State University-UNPK»

Adress: Orel, Moskows Street, 77

Candidate of technical Sciences, Docent of the Department of "Hoisting, construction and road machines"

E-mail: rusland57@yandex.ru

Ю. Н. КАМАНИН

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Материал статьи посвящен применению гидравлических устройств в условиях функционирования при пониженных температурах. Обоснована актуальность исследований. Описаны основные месторождения полезных ископаемых европейского севера Российской Федерации. Рассмотрены основные проблемы работы импульсной техники при низкой температуре и пути их решения.

Ключевые слова: гидравлическое ударное устройство, разрушение, север, пониженная температура, вязкость, гидромолот

Проблема эффективного безвзрывного способа разрушения крепких естественных и искусственных материалов является актуальной для отраслей промышленности занятых разработкой сырьевых и твердых топливно-энергетических ресурсов, строительных материалов и других полезных ископаемых [4]. В связи с высокой сложностью реализации механических способов разрушения горных пород в массиве и при вторичном дроблении негабаритных кусков представляется весьма важным сохранение оптимальных рабочих параметров гидравлического ударного устройства, посредством которого производится разрушение (рис. 1). В связи с тем, что в Российской Федерации значительная часть природных ископаемых находится в регионах со среднесуточной температурой в летнее время до 10 °С, а в зимний период температура может падать до 20–40 °С. В центральных регионах России такие температуры встречаются довольно редко и, как правило, на это время работы приостанавливаются. В регионах же, где такие температуры являются нормой – это невозможно.



Рисунок 1 – Рыхлаение мерзлых грунтов при помощи гидромолота

Опишем основные месторождения полезных ископаемых европейского севера Российской Федерации:

- На Северо-Востоке Кольского полуострова расположен Печорский угольный бассейн, запасы которого оцениваются более чем в 200 млрд. тонн. В северной части сосредото-

чены наиболее ценные коксующиеся угли (Воркутинское и Водгашорское месторождения). Энергетические угли сосредоточены в южной части (Интинское месторождение).

- В республике Карелии из полезных ископаемых наиболее значимо Костомукшское месторождение железных руд, обеспечивающее сырьем Череповецкий комбинат в Вологодской области. Добываются также мрамор и гранит (Сортавала, Кондопога), пегматит (Питкяранта), самоцветы (Медвежьегорск), слюда, шунгит, полевошпатовые и другие строительные материалы.

- Основное богатство республики Коми - энергетические ресурсы: каменный уголь (Воркутинский бассейн), нефть и природный газ (множество месторождений в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции). Имеются также запасы горючих сланцев, асфальтитов, титановых руд, бокситов, каменной соли.

- Архангельская земля считалась небогатой полезными ископаемыми (имеются строительные глины, Северо-Онежское месторождение бокситов). Но недалеко от Архангельска найдено месторождение алмазов - по оценкам специалистов, одно из крупнейших в мире.

Как видно из представленного выше небольшого обзора необходимость разработок механическим способом весьма высока. Но существует серьезная проблема, заключающаяся в адаптации горно-добывающей и проходческой техники к жестким температурным условиям. Преимущественно, эта техника не проектировалась для таких задач. Стоит также отметить, что не существует научно-обоснованной методики проектирования гидравлических ударных устройств для условий функционирования при пониженных температурах.

Приведем основные последствия эксплуатации гидромолотов при низких температурах:

1. Снижается вязкость масла и как следствие изменяется динамика работы всего устройства, в результате чего значительно падает КПД и возрастает износ трущихся деталей;

2. Низкая температура изменяет механические характеристики резиновой мембраны гидропневмоаккумуляторов, делая ее более ломкой, что приводит к быстрому выходу из строя;

3. Уменьшается ударная вязкость стальных деталей, что вызывает их хладноломкость, т.к. некоторые детали гидромолотов (боек, инструмент) испытывают огромные ударные нагрузки [2]. Как следствие, в детали могут появиться трещины, что приведет к их быстрому разрушению.

4. Изменяются посадки цилиндрических деталей. Это происходит вследствие неравномерного прогрева деталей и при использовании деталей из разных материалов.

5. Из-за температурной деформации длина болтов и шпилек стремится уменьшиться, что увеличивает момент затяжки, поэтому нужно его несколько снизить, чтобы из-за низкой температуры резьбовые соединения не работали за рекомендованными пределами.

6. Конденсирование влаги в пневмокамере гидромолота может со временем вывести его из строя. Этого можно избежать, применяя азот вместо сжатого воздуха.

В заключении отметим, что большую часть описанных проблем можно устранить, применяя необходимые материалы и соблюдая описанные выше рекомендации [1]. Наиболее существенной проблемой является снижение вязкости рабочей жидкости (масла) [3] из-за низкой температуры окружающей среды, поскольку устранить ее без снижения эффективности функционирования довольно сложно (предварительный прогрев устройства и сопутствующие неудобства).

Статья выполнена в рамках работы над грантом президента Российской Федерации

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриевич, Ю. В. Зимняя эксплуатация гидромолотов [Текст] / Ю. В. Дмитриевич // Основные средства. - 2008. - Т. 12. - С. 12-14.
2. Каманин, Ю. Н. Энергетическая оценка волн напряжений, генерируемых в массиве [Текст] / Ю. Н. Каманин, Р. А. Ределин, Л. С. Ушаков // Мир транспорта и технологических машин. - 2011. Т. 3. - С. 48-53.
3. Ределин, Р. А. Влияние температуры рабочей жидкости на выходные характеристики гидромолота [Текст] / Р. А. Ределин, Ю. Н. Каманин // Ударно-вибрационные системы, машины и технологии. Материалы 5-го международного научного симпозиума. - 2013. - С. 202-205.
4. Ушаков, Л. С. Комплекс для исследования силовой импульсной системы [Текст] / Л. С. Ушаков, Д. А. Юрьев, Р. А. Ределин // Горное оборудование и электромеханика. - 2008. - С. 53-55.

Каманин Юрий Николаевич

ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК»

Адрес: г. Орел, ул. Московская, 77

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

E-mail: kamanchi22@mail.ru

Y. N. KAMANIN

THE MAIN PROBLEMS OF USE OF HYDRAULIC DEVICES OF SHOCK ACTION IN OPERATING CONDITIONS AT LOWERED TEMPERATURES

The material of article is devoted to use of hydraulic devices in operating conditions at lowered temperatures. Relevance of researches is proved. The main mineral deposits of the European North of the Russian Federation are described. The main problems of work of pulse equipment are considered at a low temperature and a way of their decision.

Keywords: *the hydraulic impact device, destruction, the North, low temperature, viscosity, hydrohammer.*

BIBLIOGRAPHY

1. Dmitrievich, YU. V. Zimnyaya ekspluatatsiya gidromolotov [Tekst] / YU. V. Dmitrievich // Osnovnye sredstva. - 2008. - T. 12. - С. 12-14.
2. Kamanin, YU. N. Energeticheskaya otsenka voln napryazheniy, generiruemykh v massive [Tekst] / YU. N. Kamanin, R. A. Redelin, L. S. Ushakov // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. Т. 3. - С. 48-53.
3. Redelin, R. A. Vliyanie temperatury rabochey zhidkosti na vykhodnye kharakteristiki gidromolota [Tekst] / R. A. Redelin, YU. N. Kamanin // Udarno-vibratsionnye sistemy, mashiny i tekhnologii. Materialy 5-go mezhduнародного nauchnogo simpoziuma. - 2013. - С. 202-205.
4. Ushakov, L. S. Kompleks dlya issledovaniya silovoy impul'snoy sistemy [Tekst] / L. S. Ushakov, D. A. YUr'ev, R. A. Redelin // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. - 2008. - S. 53-55.

Kamanin Yuriy Nikolaevich

FGBOU VPO «State University-UNPK»

Address: g. Orel, Moscows Street, 77

Candidate of technical Sciences, Docent of the Department of "Hoisting, construction and road machines"

E-mail: kamanchi22@mail.ru

УДК 622.233.5

В. В. ЧЕРВОВ

ПНЕВМОМОЛОТ С УПРУГИМ КЛАПАНОМ В СИСТЕМЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАБИВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ТРУБ

Материал статьи посвящен совершенствованию пневмомолотов с упругим клапаном в системе воздухораспределения для забивания вертикальных труб. Обоснована актуальность исследований. Сделаны выводы об эффективности повышения давления в камере обратного хода и изменении направления удара.

Ключевые слова: клапан, ударник, расчетная схема, рабочий цикл, вертикальные трубы, пневмомолот.

За последние годы объемы возведения и реконструкции промышленных и гражданских объектов, транспортных магистралей и коммуникаций различного назначения неуклонно увеличиваются, что обуславливается сложной и насыщенной инфраструктурой современных мегаполисов, а также ужесточением экологических требований, направленных на максимальную сохранность существующего природного ландшафта. В перечень таких работ входит бестраншейная прокладка подземных каналов, укрепление откосов котлованов и насыпей, сооружение подпорных стенок и экранов, получение набивных свай под фундаменты зданий, опор мостов, эстакад, линий электропередач. При этом широко используются технологии, основанные на погружении различных металлических профилей и конструкций в упруго-пластичную грунтовую среду вибрационными и ударными методами [1]. Для их реализации используется широкая гамма вибраторов и молотов с различной номинальной мощностью и видом энергоносителя (рис. 1).

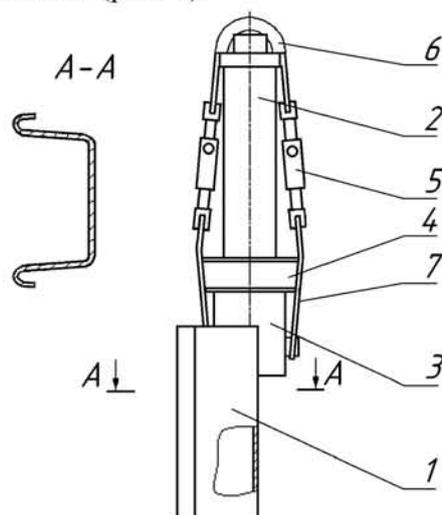


Рисунок 1 - Соединение пневмомолота со шпунтом: 1 – шпунт; 2 – пневмомолот; 3 – приваренный отрезок трубы; 4 – насадка; 5 – талреп; 6 – прижим; 7 – стропа

По условиям безопасного проведения работ при забивании вертикальных строительных элементов (труб, шпунта и т. д.) необходимо применять стяжное устройство.

Рабочий цикл без противодействия в камере обратного хода, совершаемый в пневмомолоте с упругим клапаном в канале выхлопа (рис. 2), дает возможность повышения энергии удара по сравнению с рабочим циклом, включающим расширение сжатого воздуха в камере обратного хода до его выхлопа [2, 3]. Вследствие разности площадей ударник 2 совершает

обратный ход. При движении ударника 2 кольцо 6 скользит по поверхности наковальни 3, растягивается в радиальном направлении и увеличивается в диаметре.

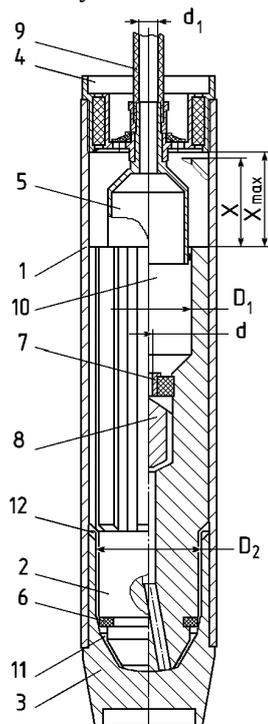


Рисунок 2 - Расчетная схема пневмомолота с упругим и инерционным клапанами в системе воздухораспределения: 1 – корпус; 2 – ударник; 3 – наковальня; 4 – хвостовик; 5 – патрубок; 6 – упругий клапан (резиновое кольцо); 7 – жиклер; 8 – инерционный клапан; 9 – рукав; 10 – камера прямого хода; 11 – камера обратного хода; 12 – пазы; d – диаметр калиброванного отверстия; d_1 – диаметр магистрального канала; D_1 – диаметр камеры прямого хода; D_2 – диаметр камеры обратного хода; X – длина рабочего хода ударника; X_{max} – длина габаритного хода ударника

В конце обратного хода ударника 2 резиновое кольцо 6 оказывается на пазях 12, по которым камера 11 сообщается с атмосферой. Давление в ней падает, и под действием упругих сил резиновое кольцо 6 сжимается и уменьшается в диаметре. В образовавшийся кольцевой зазор происходит выхлоп сжатого воздуха из камеры обратного хода 11 в атмосферу. Давлением в камере прямого хода 10 ударник 2 перемещается и наносит удар по наковальне 3. При этом воздух из камеры обратного хода 11 вытесняется в атмосферу. Перед самым ударом резиновое кольцо 5 вновь приходит в соприкосновение с внутренней конической поверхностью наковальни 4 и закрывает камеру обратного хода 11. При ускоренном движении ударника 2 вперед клапан 8 под действием сил инерции прижимается к отверстию в жиклере 7 и отделяет камеру прямого хода 10 от 11 [4].

После удара ударника 2 по наковальне 3 клапан 8 продолжает двигаться по инерции вперед, отрывается от жиклера 7 и открывает калиброванное отверстие. Сжатый воздух вновь наполняет камеру обратного хода 11. Начинается следующий цикл работы пневмомолота.

При использовании пневмомолота для забивания вертикальных труб следует учитывать действие веса ударника на энергию и частоту ударов.

Вес ударника увеличивает энергию удара при забивании трубы по направлению вертикально вниз. Коэффициент увеличения энергии удара K_L составит

$$K_L = \frac{L'}{L} = 1 + \frac{2 \cdot g}{v_y^2} \cdot X, \quad (1)$$

где L' – энергия при ударе вертикально вниз;
 L – энергия при горизонтальном ударе.

$$L' = \frac{M \cdot v_y^2}{2} + M \cdot g \cdot X = \frac{M \cdot (v_y')^2}{2}, \quad (2)$$

$$L = \frac{M \cdot v_y^2}{2}, \quad (3)$$

где M – масса ударника;

v_y – предударная скорость ударника при горизонтальном забивании трубы;

v_y' – предударная скорость ударника при вертикальном забивании трубы;

g – ускорение свободного падения.

Коэффициент увеличения энергии K_L зависит только от длины X рабочего хода ударника. Скорость соударения ($v_y \leq 4,5 м/с$) имеет ограничение не только по условию прочности стальных деталей при циклическом ударном нагружении, но и по условию долговечности резины ($v_{отн} \leq 5 м/с$) при ее трении по стальной поверхности [5]. Поэтому для вертикальных работ следует учитывать увеличение предударной скорости и применять ударники с большей массой.

Частота ударов f' при вертикальном ударе также определяется по формуле (4), в которую входят – продолжительность прямого хода $T_{ПП}$ и продолжительность обратного хода $T_{ОБР}$ ударника.

$$f = \frac{1}{T_{ПП} + T_{ОБР}}. \quad (4)$$

Новая частота ударов определится как

$$f' = \frac{1}{X} \cdot \left(\frac{2}{v_y'} + \frac{\psi \cdot S_1}{v_o \cdot S_o} \right)^{-1}, \quad (5)$$

где $\psi = S_2/S_1$ – соотношение площадей, которое является постоянной величиной для пневмомолота;

$S_1 = 0,785 \cdot D_1^2$ – площадь сечения камеры прямого хода;

$S_o = 0,785 \cdot d^2$ – площадь сечения дроссельного отверстия жиклера;

v_o – скорость движения воздуха через калиброванное отверстие.

Увеличение продолжительности наполнения камеры обратного хода $T_{ОБР}$ ударника перекрывает небольшое уменьшение продолжительности прямого хода $T_{ПП}$, поэтому частота ударов, наносимых при вертикальной работе вниз, уменьшается.

Скорость движения воздуха через калиброванное отверстие v_o уменьшается за счет повышения давления в камере обратного хода и уменьшения перепада давлений между камерами. Поэтому время обратного хода увеличивается, и частота ударов уменьшается. Повышение давления в камере обратного хода до величины p_2' в этой камере является следствием действия веса ударника, равного $M \cdot g$. При повышении давления улучшаются условия замыкания упругого клапана. Влияние скорости движения воздуха через калиброванное отверстие на снижение частоты усиливается за счет уменьшения площади этого отверстия S_o .

Увеличенное давление p_2' в камере обратного хода, влияющее на работу упругого клапана, определим из условия равновесия ударника при вертикальной работе пневмомолота

$$(p_2' - p_a) \cdot S_2 = (p_1 + \Delta p_1 - p_a) \cdot S_1, \quad (6)$$

где $\Delta p_1 = \frac{M \cdot g}{S_1}, \quad (7)$

$$p_2' = \frac{p_1 + \Delta p_1}{\psi} + p_a \cdot \left(1 - \frac{1}{\psi}\right), \quad (8)$$

Выводы:

1. Изменение направления удара с горизонтального на вертикальное вниз направление увеличивает энергию удара и уменьшает частоту ударов пневмомолота.

2. Повышение давления в камере обратного хода усиливает деформацию упругого клапана и обеспечивает полный рабочий ход ударника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хестле, Х. Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии [Текст] / Х. Хестле. – М.: Техносфера, 2007.
2. Червов, В. В. Энергия удара пневмомолота с упругим клапаном в камере обратного хода [Текст] / В. В. Червов // ФТПРПИ. — 2004. — № 1.
3. Пат. 2105881 Российская Федерация. Устройство ударного действия [Текст] / Червов В. В., Трубицын В. В., Смоляницкий Б. Н., Вебер И. Э; опубл. в БИ, 1998, № 6.
4. Пат. 2085363 Российская Федерация. Устройство ударного действия [Текст] / Червов В. В., Смоляницкий Б. Н., Трубицын В. В., Вебер И. Э; опубл. в БИ, 1997, № 21.
5. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя [Текст] / В. И. Анурьев. - Том 1. - 5-е изд. - М.: Машиностроение, 1979.

Червов Владимир Васильевич

Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН
 Адрес: 630091, Россия, Новосибирск, Красный проспект, 54
 Д-р. техн. наук, старший научный сотрудник
 E-mail: vchervov@yandex.ru

V. V. CHERVOV

PNEUMOHAMMER WITH THE ELASTIC VALVE IN AIR DISTRIBUTION SYSTEM FOR INTRUSION OF VERTICAL PIPES

The material of article is devoted to improvement of pneumohammers with the elastic valve in air distribution system for intrusion of vertical pipes. Relevance of researches is proved. Conclusions are drawn on efficiency of increase of pressure in the camera of reverse motion and change of the direction of blow.

Keywords: valve, drummer, settlement scheme, running cycle, vertical pipes, pneumohammer.

BIBLIOGRAPHY

1. Hestle, H. Spravochnik stroitelya. Stroitel'naya tekhnika, konstruksii i tekhnologii [Tekst] / H. Hestle. - M.: Tekhnosfera, 2007.
2. Chervov, V. V. Energiya udara pnevmomolota s uprugim klapanom v kamere obratno go khoda [Tekst] / V. V. Chervov // FTPrPI. - 2004. - № 1.
3. Pat. 2105881 Rossiyskaya Federatsiya. Ustroystvo udarnogo deystviya [Tekst] / Chervov V. V., Trubi-tsyn V. V., Smolyanitskiy B. N., Veber I. E; opubl. v BI, 1998, № 6.
4. Pat. 2085363 Rossiyskaya Federatsiya. Ustroystvo udarnogo deystviya [Tekst] / Chervov V. V., Smolyanitskiy B. N., Trubitsyn V. V., Veber I. E; opubl. v BI, 1997, № 21.
5. Anur'ev, V. I. Spravochnik konstruktora-mashinostroitelya [Tekst] / V. I. Anur'ev. - Tom 1. - 5-e izd. - M.: Mashinostroenie, 1979.

Chervov Vladimir Vasilyevich

Mining institute of Chinakal of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science
 Address: 630091, Russia, Novosibirsk, Krasny Prospekt, 54
 D-r. tech., starshiy nauchniy sotrudnik
 E-mail: vchervov@yandex.ru

УДК 629.114

С. В. ГЛУЩЕНКО

СОПОСТАВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА КОНСТРУКТОРОВ ПО УЛУЧШЕНИЮ ПРОХОДИМОСТИ БОЕВЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

В статье дается сравнение конструкции гусеничных движителей боевых гусеничных машин отечественного и зарубежного производства. Такое сравнение позволяет выявить положительные и отрицательные стороны процесса взаимодействия гусеничной цепи с различным типом грунта с целью определения рационализации силы сцепления. Использование тяговой силы двигателя боевой гусеничной машины в задаче максимальной реализации сцепления гусеничного движителя с грунтом качественно влияет на проходимость боевой гусеничной машины в различных дорожных условиях.

Ключевые слова: боевая гусеничная машина, уширитель гусеничной цепи, грунт.

В настоящее время в военных и военно-технических кругах Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ) дискусируется вопрос о предпочтительности применения на боевых машинах (а на Севере в пограничных районах на патрульных машинах) гусеничного или колесного движителя. В ВС РФ уже много лет находят применение гусеничные снегоболотоходы (ГТ-СМ, ГТ-ТМ, МТ-ЛБВ), боевые гусеничные машины (БГМ) повышенной проходимости с уширенными гусеничными цепями (ГЦ), преимущества и недостатки которых известны. К основным преимуществам относятся сравнительно низкое давление на грунт от 0,012 МПа до 0,024 МПа и повышенное сцепление с грунтом. Однако, в районах Крайнего Севера РФ, где грунт покрыт снегом порядка 8 месяцев в году, проблема движения по глубокому снегу актуализируется ввиду малого коэффициента полезного действия ГЦ, который варьируется (от 0,5 до 0,6). Немало важно и влияет то, что пробег до замены ГЦ на БГМ составляет от 5000 км до 6000 км, а также снижение сцепления опорных поверхностей ГЦ с уплотненным снегом в колее. В целом, к общим недостаткам следует отнести: поворот машины по «гусеничному», бульдозерно-экскавационный эффект и разрушение грунта.

Отечественные БГМ с эластичными уширителями ГЦ в свою очередь создают большую опорную поверхность на грунте и играют весомую роль в формировании силы сцепления траков ГЦ с различной опорной поверхностью при движении. Такие уширители преимущественно применяют на БГМ для улучшения проходимости применительно к мягким грунтам и слабонесущим опорным поверхностям.

Анализируя конструкцию ГЦ отечественных танков, нельзя не остановиться подробно на рассмотрении ГД танков Т-64, Т-72, Т-80 и Т-90. Так, к примеру ГД танка Т-64 и Т-80 имеет более предпочтительные свойства по проходимости. ГЦ танка Т-64 (рис. 1), имеет параллельный резинометаллический шарнир (РШМ) (рис. 2), металлическую беговую дорожку, цельноштампованные звенья с хорошей ажурностью, что обеспечивает достаточную очищаемость ее от грунта. Трак ГЦ (рис. 3) включает: два звена, гребень трака и «башмак» (рис. 4), скобы, «пальцы» и элементы крепления [1].

У танка Т-80 форма опорной поверхности плоская, что существенно ухудшает сцепные качества ГЦ с грунтом и в целом проходимость танка.

К преимуществам ГЦ танка Т-64 необходимо отнести высокие сцепные качества, низкую массу, хорошую очищаемость от налипшего грунта, высокую надежность, достаточный ресурс (10-11 тыс. км пробега), низкие холостые потери мощности в гусеничном обводе при перематывании, что обусловлено относительно незначительными силами инерции и гистерезисными потерями в РШМ. Высокие сцепные качества ГЦ танка Т-64 объясняются формой опорной поверхности и конструкцией опорного катка. Небольшой стальной (жесткий) опор-

ный каток движителя обеспечивает высокие контактные давления на стальную беговую дорожку трака. Под их воздействием гибкий (с параллельным шарниром) трак, лежащий на податливой несущей опорной поверхности деформируется с переменным радиусом кривизны. Жесткий цельный трак, с последовательным шарниром танка Т-72, Т-90, этим свойством не обладает. Максимальные давления в системе «ГЦ - опорная поверхность» возникают в центре трака, в зоне башмака, а там имеется полость, которая забивается грунтом и удерживается его шпорами трака. Именно такая полость обеспечивает высокий коэффициент трения в системе «ГЦ - опорная поверхность» и высокие тягово-сцепные качества ГД. К примеру, от 20 до 25 % тяговых качеств по сцеплению ГЦ танка Т-64 реализуется представленной конструкцией трака. Форма опорной поверхности трака и отверстия в нем не только уменьшают массу, но и повышают очищаемость ГЦ от налипшего грунта. Из-за работы внутренних связей грунта находящегося над и под ГЦ повышаются сцепные свойства, за счет этого реализуется еще от 15 до 20 % тягового усилия передаваемого от двигателя к бортовым редукторам. Остальные, от 50 до 65 % тяговые усилия реализуются грунтозацепами трака. Однако, у танка Т-90 трак ГЦ остался плоским в процессе модернизации со всеми отрицательными последствиями по сцеплению с грунтом.



Рисунок 1 – ГЦ танка Т-64 в сборе



Рисунок 2 – РШМ ГЦ танка Т-64



Рисунок 3 – Трак ГЦ танка Т-64



Рисунок 4 – Гребень и «башмак» трака танка Т-64

Таким образом, рассмотренная выше конструкция ГЦ ГД танка является более рациональной для движения в различных условиях.

До последнего времени в практике конструирования БГМ пытались применить для повышения опорно-сцепных качеств установку на траки ГЦ съемные дополнительные грунтозацепы (СДГ) с интервалом между ними в несколько траков. Смысл установки таких дополнительных грунтозацепов заключался в стремлении увеличить длину «кирпича» грунта, подвергающегося сдвигу (срезу), то есть в конечном итоге увеличить силу тяги при одновременном увеличении коэффициента буксования. Эффект от этого мероприятия на большинстве грунтов был незначительным, потери же мощности на деформирование сильно возрастали. В настоящее время подобные конструктивные решения по повышению опорно-сцепных качеств БГМ на деформируемых мягких грунтах не находят широкого применения. Съемные грунтозацепы рекомендуют использовать лишь для улучшения сцепления ГД при движении БГМ по опорной поверхности обледенелой дороги и твердым мерзлым грунтам [2].

Интересен в этом направлении опыт зарубежных исследователей и конструкторов [3]. Так, на гусеницах иностранных БГМ широко применяются резиновые покрытия [4]. Например, траки гусениц танка М-46, М-48, М60А1 и других выполнены полностью обрешиненными. ГЦ с РШМ и обрешиненной беговой дорожкой применяются и на немецких танках «Леопард-2». Для уменьшения давления на грунт фирма «Диль» разработала новые траки шириной 635 мм; в пазах трака крепятся пружинными защелками по две асфальтоходные подушки [5]. Для увеличения сцепления при движении по снегу, льду или скользкому грунту часть подушек (до 10 на ГЦ) может заменяться съемными стальными грунтозацепами Х-образной формы. В приливах по краям траков имеются по два конических отверстия, в которые для преодоления коротких участков тяжелых грунтов забиваются заостренные стержни-шпоры. Кроме того, для снижения среднего удельного давления на грунт при движении по рыхлому грунту на каждый 8-й или 9-й трак могут устанавливаться съемные уширители.

Опыт эксплуатации таких ГД показал, что они имеют ряд преимуществ перед необрешиненными аналогами. Средняя скорость движения БГМ увеличилась на 10 – 15 % за счет улучшения плавности хода. Они могут двигаться по искусственным дорожным покрытиям без их порчи и разрушения. Уменьшился коэффициент буксования ГД при движении по твердым грунтам, таким, как скальный грунт и др. Увеличился коэффициент сцепления вследствие лучших сцепных качеств резины и твердого грунта. При эксплуатации БГМ на грунтах с низкой несущей способностью обрешиненные траки лучше очищаются от налипшего грунта.

В США проведена научно-исследовательская работа по повышению сцепных качеств ГЦ танка М-1 в зимних условиях при движении по заснеженным и обледенелым дорогам. На первой партии танков М-1 применены ГЦ Т-156, состоящие из обрешиненных траков шириной 0,635 м с грунтозацепами шевронного типа на их наружной поверхности. Для повышения сцепных качеств Т-156 с обледенелой опорной поверхностью движения на танках М-1 испытаны ГЦ двух вариантов, дополнительно оснащенные:

- стальными шпорами V-образной формы, установленными по одной шпоре на каждом втором траке гусеничной цепи;
- шпорами, расположенными таким образом, чтобы их поверхность выступала над грунтозацепом на 0,013 – 0,016 м, крепление шпор на траке осуществлялось болтом диаметром 0,016 м.

По результатам экспериментальных исследований американские специалисты дали рекомендации по применению шпор для повышения сцепных качеств ГЦ танка М-1. Для этого танка разработана новая ГЦ, состоящая из стальных штампованных траков с обрешиненной беговой дорожкой и съемными асфальтоходными башмаками (по два на трак), расположенными между стальными выступами ромбовидной формы. Предполагают, что такая конструкция позволит повысить и долговечность траков. В случае преодоления обледенелых и

№3(42)2013 (июль-сентябрь) Технологические машины

заснеженных дорог резиновые асфальтоходные башмаки снимаются и специальные выступы на наружной поверхности траков работают как грунтозацепы.

При разработке британской компанией «БАэ системз глобал комбат» перспективного БТР CV-90 – «Армадилло» представленного на рисунке 5, применена резиноармированная ГЦ [6]. Благодаря небольшой ширине заформованной поперечины эластичности резинового массива уменьшаются нагрузки на ходовую часть машины, в том числе за счет уменьшения воздействия удара трака о катки на дуговых ветвях обода. Однако, применение резиноармированных ГЦ целесообразно при использовании техники на мягких деформированных грунтах с точки зрения полноты реализации тягового усилия [7].



Рисунок 5 – БТР CV-90 – «Армадилло»

Полностью обрешиненные траки не повреждают поверхность дорог с искусственным покрытием, обладают достаточно хорошей самоочищаемостью от налипшего грунта и не подвергаются обледенению.

Самоходные артиллерийские системы стран НАТО, такие как, например самоходная система AS-90, 155 мм, а так же танки имеют асфальтоходные башмака представленные на рисунке 6.

Обрешиненные траки ГЦ БГМ не обеспечивают достаточного сцепления ГД с мерзлыми обледенелыми грунтами и имеют ряд существенных недостатков, влияющих на ухудшение проходимости БГМ:

- в зимних условиях они не обеспечивают достаточного сцепления с обледенелой дорогой;
- на абразивных грунтах их резиновые грунтозацепы быстро изнашиваются, а на каменных горных дорогах часто повреждаются, что вызывает необходимость замены трака ГЦ целиком;
- резиновый шеврон, ориентированный по движению БГМ, увеличивает сопротивление повороту.



Рисунок 6 – Самоходная артиллерийская система AS-90

С целью устранения этого недостатка ГЦ танка Т-142 (М-1 «Абрамс») выполнена со съемными резиновыми «подушками». Для повышения опорно-сцепных свойства ГД при движении по твердым мерзлым грунтам и обледенелым дорогам, часть «подушек» может быть снята, вследствие чего на опорной поверхности траков обнажаются стальные грунтозацепы, которые внедряются в опорную поверхность дороги в таких условиях под действием на них локального давления со стороны ГД.

Известны отечественные способы повышения проходимости БГМ по обледенелым дорогам. К числу таких можно отнести съемные штатные дополнительные грунтозацепы траков. Траки, оборудованные СДГ некоторых отечественных БГМ, представлены на рисунке 7 [8].

Анализируя конструктивное исполнение этих СДГ, можно отметить очевидные конструкционные различия как по способу крепления к траку ГЦ БГМ, так и по профилю внедрения в опорную поверхность дороги.



Рисунок 7 – Траки, оборудованные СДГ отечественных БГМ:
а – АТ-Л; б – АТ-П; в – ГТ-С

У БГМ АТ-Л, АТ-П, ГТ-С СДГ конструктивно выполнены отливкой в виде цельной шпору. СДГ МТ-ЛБ, изображенные на рисунке 8, представляют собой отдельные рабочие органы внедрения в опорную поверхность движения зубильного профиля.



Рисунок 8 – Трак МТ-ЛБ оборудованный дополнительными грунтозацепами

Как видно на рисунке 8, имеющиеся СДГ МТ-ЛБ отличны между собой по конструкции – это связано с выпуском их на различных заводах производителях. Количество СДГ на единицу БГМ определяется из расчета группового комплекта ЗИП и составляет 24 штуки на одну единицу МТ-ЛБ [9]. В инструкции по эксплуатации МТ-ЛБ предписывается устанавливать их на траки ГЦ по количеству в зависимости от условий сцепления, но схемы установки СДГ, а так же требуемого их количества нет. На ГЦ с несимметричными звеньями, как показала практика применения СДГ, данные СДГ установить невозможно из-за отсутствия места для крепления на самом траке. При движении МТ-ЛБ с такими СДГ часто ослабевает их крепление. Они начинают проворачиваться вокруг своей оси и отдельные ломаются. Все это ведет к тому, что сцепление ГД МТ-ЛБ с опорной поверхностью, в том числе особенно с обледенелой дорогой уменьшается. Однако, на основе последних исследований движения МТ-ЛБ по обледенелым грунтам была разработана схема установки СДГ.

Асфальтоходные башмаки применяются и на отечественных БГМ (рис. 9) в основном для сохранения покрытия по которому БГМ передвигается.

Применительно к специальной технике для ВДВ, а это касается, прежде всего БГМ БМД-1 и БМД-2, то конструкция ГЦ не позволяет применять съемные уширители, СДГ и асфальтоходные башмаки. ГЦ выполнена из цельных металлических траков соединенных между собой открытым шарниром. При использовании БМД-2 в зимних условиях по льду и снегу происходит забивание полостей траков снегом и льдом, что ведет к буксованию ГД и неполной реализации тягового усилия на опорной поверхности (рис. 10).



Рисунок 9 – Панцирь С1 на базе ГМ-352М1Е



Рисунок 10 – Обледенение ГД БМД-1 при движении

Однако, уже на БГМ следующего поколения, для ВДВ БМД-3 и БМД-4 как видно из рисунка 11, возможен монтаж на ГД асфальтоходных башмаков [10]. В траках ГЦ выполнены отверстия для крепления асфальтоходных башмаков. Так же на место этих башмаков при необходимости для улучшения сцепных качеств ГД при движении по твердым мерзлым и обледенелым опорным поверхностям возможна установка СДГ. Однако, в настоящее время таких СДГ не разработано и нет инструкции по их применению, что значительно ухудшает проходимость БГМ по твердым мерзлым грунтам и обледенелым дорогам.

Таким образом, на данный момент исторического развития бронетехники в России и за рубежом с целью реализации тягового усилия БГМ на различном типе грунта необходимо конструировать такую ГЦ которая отвечала конкретным условиям применения на местности. Существующий подход универсализации ГД для всех типов БГМ с одной стороны позволяет унифицировать ГД для различных БГМ, но с другой стороны неспособен обеспечить надлежащую проходимость БГМ во всем спектре дорожно-грунтовых условиях.



Рисунок 11 – БМД-3 и ГЦ с установленными асфальтоходными баишаками на траках

Поэтому для обеспечения проходимости по специфическим опорным поверхностям, таким как мерзлый обледенелый грунт, скальный грунт нет научно-обоснованных решений для повышения проходимости. За счет применения различных не сложных конструкционных решений часть вопросов проходимости получается решить. Например, применение дополнительных элементов на ГЦ. Однако на сегодняшний день не разработаны рекомендации по применению СДГ и уширителей ГЦ для повышения проходимости при движении БГМ по различным опорным поверхностям. Не обоснованы режимы движения БГМ, нет единой рациональной конструкции СДГ и уширителей для различных марок, не решен вопрос, связанный с установкой необходимого их количества и рациональной конструкции в зависимости от условий движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саенко, М. Е. Основной танк Т-64 [Текст] / М. Е. Саенко, В. Н. Чобиток. – М.: Изд-во ЭксПринт, 2001. – 250 с. – Библиогр.: с. 248–249.
2. Платонов, В. Ф. Гусеничные транспортеры тягачи [Текст] / В. Ф. Платонов, А. Ф. Белоусов, Н. Г. Олейников, Г. И. Карцев. – М.: Машиностроение, 1978. – 352 с. – Библиогр.: с. 350–352.
3. Емцев, Н. А. Гусеницы западногерманских танков [Текст] / Н. А. Емцев, Ю. Н. Истомин, Г. И. Калюжный, В. Д. Петрункевич // Вестник бронетанковой техники. – М., 1984. – №4. – С. 5–9. – Библиогр.: с. 67–68.
4. Бронетанковая техника капиталистических государств [Текст] / редактор Н. М. Иванов – М.: Военное издательство, 1970. – 567 с. – Библиогр.: с. 559–566.
5. Никольский, М. В. Боевые танки Великобритании [Текст] / М. В. Никольский. – М.: Изд-во Астрель, 2001. – 128 с. – Библиогр.: с. 3.
6. Боевая техника и тяжелое вооружение. БТР CV-90 «Армадилло» [Текст] // [Электронный ресурс]. – Электрон. Журн. – 2012. – URL: <http://modermapty.ru>. (дата обращения : 20.11.2012).
7. Даштиев, И. З. Конструкции элементов из полимерных композиционных материалов ходовой части быстроходных гусеничных машин [Текст] / И. З. Даштиев. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 107 с. – Библиогр.: с. 104–106.
8. Проверка устойчивости движения гусеничных артиллерийских поездов по обледенелым покрытым дорогам [Текст]: отчет о НИР / Войсковая часть 51548; рук. Н. А. Максимов; исполн. М. М. Рудой. – Бронницы, 1956. – 51 с. – Инв. № 7380.
9. Легкий многоцелевой гусеничный транспортер-тягач МТ-ЛБ [Текст]: техническое описание и инструкция по эксплуатации / редактор М. М. Секирин, корректор А. И. Кулешова. – [4-е изд.]. – М.: Военное издательство, 1985. – 448 с. – Библиогр.: с. 443–447.
10. Турута, Н. А. Боевая машина десантная БМД-3 [Текст]: учебник для высших военно-учебных заведений и специалистов воздушно-десантных войск МО РФ / Н. А. Турута, В. Ф. Турчев, В. П. Пивоваров, Е. А. Каширин. – Омск, 2003. – 388 с. – Библиогр.: с. 387–388.

Глушенко Сергей Владимирович

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

S. V. GLUSHCHENKO

COMPARISON AND ASSESSMENT OF DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE OF DESIGNERS ON IMPROVEMENT OF PASSABILITY OF FIGHTING TRACK LAYING VEHICLES

In article comparison of a design of caterpillar propellers of fighting track laying vehicles of domestic and foreign production is given. Such comparison allows to reveal positive and negative sides of process of interaction of a caterpillar chain with various type of soil for the purpose of definition of rationalization of force of adhesion. Use of traction force of the engine of the fighting track laying vehicle in a problem of the maximum realization of coupling of the caterpillar propeller with soil qualitatively influences passability of the fighting track laying vehicle in various road conditions.

Keywords: *fighting track laying vehicle, expander of a caterpillar chain, soil.*

BIBLIOGRAPHY

1. Saenko, M. E. Osnovnoy tank T-64 [Tekst] / M. E. Saenko, V. N. Chobitok. - M.: Izd-vo EksPrint, 2001. - 250 s. - Bibliogr.: s. 248-249.
2. Platonov, V. F. Gusenichnye transportery tyagachi [Tekst] / V. F. Platonov, A. F. Belousov, N. G. Oleynikov, G. I. Kartsev. - M.: Mashinostroenie, 1978. - 352 s. - Bibliogr.: s. 350-352.
3. Emtsev, N. A. Gusenitsy zapadnogermanskikh tankov [Tekst] / N. A. Emtsev, YU. N. Istomin, G. I. Kalyuzhnyy, V. D. Petrunkevich // Vestnik bronetankovoy tekhniki. - M., 1984. - №4. - S. 5-9. - Bibliogr.: s. 67-68.
4. Bronetankovaya tekhnika kapitalisticheskikh gosudarstv [Tekst] / redaktor N. M. Ivanov - M.: Voen-noe izdatel'stvo, 1970. - 567 s. - Bibliogr.: s. 559-566.
5. Nikol'skiy, M. V. Boevye tanki Velikobritanii [Tekst] / M. V. Nikol'skiy. - M.: Izd-vo Astrel', 2001. - 128 s. - Bibliogr.: s. 3.
6. Boevaya tekhnika i tyazheloe vooruzhenie. BTR SV-90 "Armadillo" [Tekst] // [Elektronnyy resurs]. - Elektron. ZHurn. - 2012. - URL: <http://modernarmy.ru>. (data obrashcheniya : 20.11.2012).
7. Dashtiev, I. Z. Konstruktsii elementov iz polimernykh kompozitsionnykh materialov khodovoy chasti bystrokhodnykh gusenichnykh mashin [Tekst] / I. Z. Dashtiev. - M.: Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2003. - 107 s. - Bibliogr.: s. 104-106.
8. Proverka ustoychivosti dvizheniya gusenichnykh artilleriyskikh poezdov po obledenelym pokrytym dorogam [Tekst] : otchet o NIR / Voyskovaya chast' 51548 ; ruk. N. A. Maksimov ; ispoln. M. M. Rudoy. - Bronni-tsy, 1956. - 51 s. - Inv. № 7380.
9. Legkiy mnogotselevoy gusenichnyy transporter-tyagach MT-LB [Tekst] : tekhnicheskoe opisanie i instruktsiya po ekspluatatsii / redaktor M. M. Sekirin, korrektor A. I. Kuleshova. - [4-e izd.]. - M.: Voennoe izdatel'stvo, 1985. - 448 s. - Bibliogr.: s. 443-447.
10. Turuta, N. A. Boevaya mashina desantnaya BMD-3 [Tekst] : uchebnyk dlya vysshikh voenno-uchebnykh zavedeniy i spetsialistov vozdushno-desantnykh voysk MO RF / N. A. Turuta, V. F. Turchev, V. P. Pivovarov, E. A. Kashirin. - Omsk, 2003. - 388 s. - Bibliogr.: s. 387-388.

Glushchenko Sergey Vladimirovich

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

УДК 621.787.4

С. Ю. РАДЧЕНКО, Д. О. ДОРОХОВ, И. М. ГРЯДУНОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ЛОКАЛЬНОГО НАГРУЖЕНИЯ ОЧАГА ДЕФОРМАЦИИ

Рассмотрено экспериментальное исследование упрочняющей обработки внутренней вкладышей подшипников скольжения деталей в условиях комплексного локального нагружения очага деформации. Приводится описание оборудования и методики проведения исследований. Представлены результаты проведённых исследований.

Ключевые слова: экспериментальное исследование, упрочняющая обработка, комплексное локальное нагружение, очаг деформации, вкладыши подшипников скольжения.

На базе ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК» авторским коллективом разработан способ упрочняющей обработки внутренней поверхности вкладышей подшипников скольжения методом интенсивной пластической деформации (ИПД) [1–6] с комплексным локальным нагружением очага деформации (рис. 1) [7, 8].

Способ осуществляется следующим образом. Заготовку 1 помещают в контейнер 2, при этом заготовка фиксируется от осевого перемещения упором 3 и прижимом 4 с силой $P_{пр}$, затем в полость заготовки вводят ролики 5, один или более из которых имеет участок большего диаметра (деформирующий выступ) 6, после чего ролики поджимают к обрабатываемой поверхности с силой P_p и сообщают крутящий момент $M_{кр}$. Внутренняя поверхность формируется многократным возвратно-поступательным осевым перемещением роликов со скоростью $V_{ос}$, после чего ролики отводят от обрабатываемой поверхности и выводят из зоны обработки, отводят прижим и извлекают готовое изделие.

Следует заметить, что решение, представленное на рисунке 1, подобно решениям, принимаемым при проектировании многороликовых и многошариковых раскатников. Выбор именно такого прототипа обуславливается стремлением избежать одностороннего давления инструмента на деталь и повысить производительность.

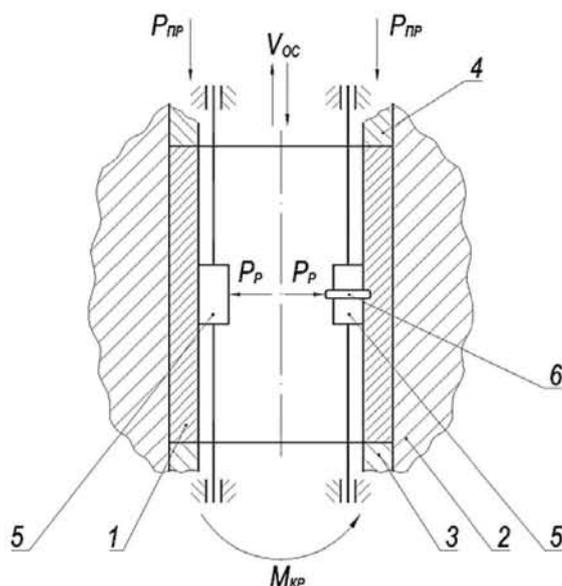


Рисунок 1 – Схема упрочняющей ВШ [7]

1 – заготовка, 2 – контейнер, 3 – упор, 4 – прижим, 5 – ролики, 6 – деформирующий выступ

При обработке в заготовке возникает локальная зона деформации вблизи раздающего пояска 6 на деформирующем ролике. Так как пояска имеет скруглённую форму, то металл раздаётся в стороны, и возникают осевые растягивающие деформации в условиях всестороннего сжатия, обусловленного:

- нормальными сжимающими напряжениями, возникающими в результате сжатия материала между роликом 5, имеющим участок большего диаметра 6 и контейнером;
- тангенциальными сжимающими напряжениями, обусловленными сопротивлением пластическому истечению металла в результате внедрения деформирующего выступа 6 со стороны недеформируемых слоёв заготовки в тангенциальном направлении;
- осевыми сжимающими напряжениями, обусловленными пластическим истечением материала в осевом направлении и его препятствием со стороны упора 3, прижима 4 и недеформируемых слоёв заготовки.

Подобное напряжённое состояние способствует существенному повышению ресурса пластичности материала, а накопление знакопеременных деформаций, при совершении нескольких циклов возвратно-поступательных движений – измельчению зерна и формированию градиентной от внутренней поверхности заготовки субмикро-, а при совершении большего числа циклов – наноструктуры материала вблизи внутренней поверхности изделия и, как следствие, градиентного по сечению упрочнения [2, 3, 5, 6].

Экспериментальная установка и образец, подвергаемый обработке, представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

В таблице 1 приведены постоянные и варьируемые параметры обработки.

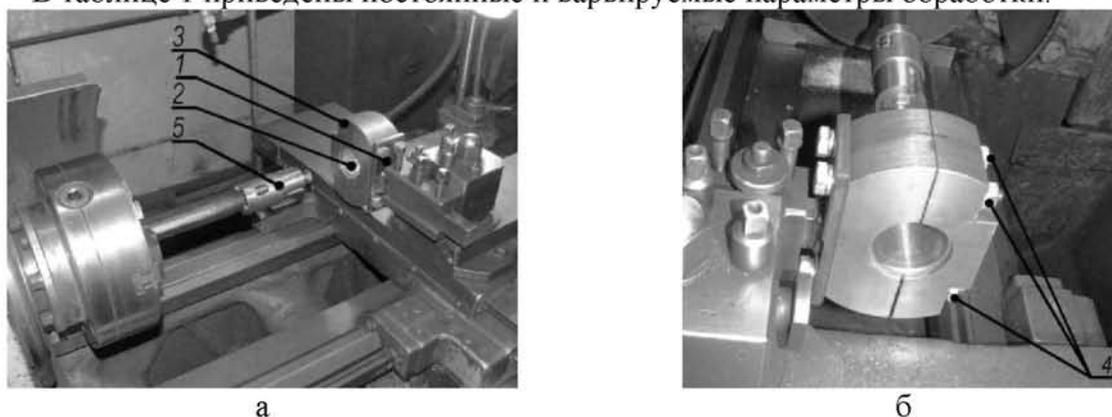


Рисунок 2 – Экспериментальная установка для исследования упрочняющей КЛД на внутренней поверхности: 1 – контейнер, 2 – заготовка, 3 – крышка, 4 – затяжные гайки



Рисунок 3 – Обрабатываемый образец

В качестве материала для исследования возможностей разработанной технологии выбран сплав БрО5Ц5С5 с механическими характеристиками ($\sigma_B = 176,2 - 180$ МПа, $\sigma_{0,2} = 80$ МПа, $\delta = 4\%$), из которого наполнительным литьём образцы в виде круглых сплошных цилиндров. После чего их обтачивают по внешнему диаметру, разрезают по длине, высверли-

вают и (или) растачивают внутренний диаметр. Выбор именно этого материала обоснован его хорошими антифрикционными свойствами, так как полые осесимметричные детали типа втулок чаще всего применяются в качестве подшипников скольжения.

Втулки имеют литую структуру. Твердость составляет порядка 60 *НВ*, предел прочности $\sigma_B = 150 - 200$ МПа. Следует отметить, что присутствуют несовершенства литейной структуры (поры, раковины и т.д.).

В таблице 1 приведены параметры технологического процесса, реализованного при проведении экспериментального исследования.

Таблица 1 – Таблица планирования эксперимента

Параметры	Значение			
Заготовка				
Наружный диаметр D , мм	70			
Внутренний диаметр d , мм	50			
Длина L , мм	50			
Инструмент				
Ширина выступа $R_{ВЫСТ}$, мм	1			
Техпроцесс				
Количество проходов инструмента N	15	20	25	30
Шаг подачи $h = x \cdot R_{ВЫСТ}$	0.25			
	0.5			
	0.7			
	1			

Перед обработкой проводилось центрирование заготовки и обрабатывающего инструмента следующим образом. В патрон токарного станка вставляется металлический цилиндр диаметром большим внутреннего диаметра заготовки d и обтачивается на размер d с конусом на свободном торце.

Затем в резцедержатель на суппорте токарного станка устанавливается контейнер 1 (рис 2, а), в него вкладывают заготовку 2 и зажимают крышкой 3. Требуемая сила прижима создаётся при помощи гаек 4 (рис. 2, б). Заготовка 2 центрируется по конусу, после чего в патрон устанавливается обкатник 5. На станке выставляются требуемые технологические параметры, включается вращение и продольная подача.

Сам процесс обработки состоит из серии возвратно-поступательных относительных осевых перемещений (циклов обработки) контейнера с установленной в него заготовкой и вращающегося обкатника.

В качестве контролируемого параметра при оценке степени упрочнения принимали микротвёрдость. Измерения выполнялись на оптическом микроскопе Axioscope MAT2 фирмы Carl Zeiss с установленным на него микротвердомером МНТ-10 в центре коллективного пользования приборами на базе ФГБОУ ВПО «Госунiversитет – УНПК».

Для выполнения измерений распределения параметра микротвёрдости по сечению исследуемого образца заготовка разделялась на 4 равные части: производился распил в осевом и поперечном направлениях, как показано на рисунке 4. Полученные части (рис. 5) подвергались шлифовке с последующей полировкой на войлочном круге с применением пасты Гои. Полированные поверхности протравливались 5%-м раствором FeCl3 в 10%-й соляной кислоте [9].

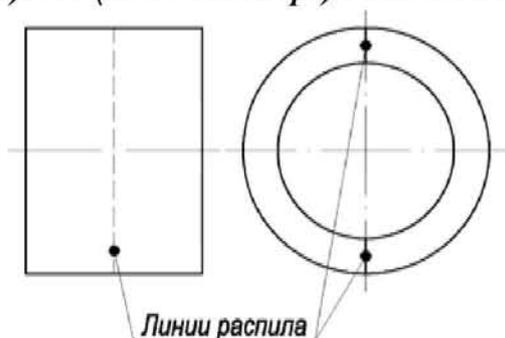


Рисунок 4 – Схема распила заготовок



Рисунок 5 – Образец для измерения параметра микротвёрдости

Схема проведения измерений распределения параметра микротвёрдости представлена на рисунке 6.

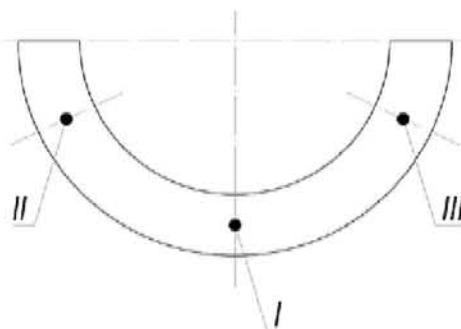


Рисунок 6 – Схема измерения распределения параметра микротвёрдости по сечению исследуемого образца: I, II, III – номера дорожек измерения

Половина поперечного сечения обработанной заготовки разбивалась на три дорожки (см. рисунок 6), вдоль которых выполнялись замеры параметра микротвёрдости. Измерения выполнялись в соответствии с ГОСТ 9450–76 «Измерение микротвёрдости вдавливанием алмазных наконечников»: расстояние от края образца до центра отпечатка должно быть не менее двойного размера отпечатка, а расстояние между центрами отпечатков, нанесённых на одну поверхность, должно превышать размер отпечатка более чем в три раза.

Результатами проведённых измерений стали картины распределения параметра микротвёрдости по сечению исследуемых образцов (рис. 7 и 8).

На рисунке 8 представлено распределение параметра микротвёрдости и его аппроксимация по МНК по сечению исследуемых образцов (в зависимости от расстояния до обработанной поверхности h) при варьируемом шаге обработки S , постоянном количестве проходов $n = 20$ и глубине внедрения $h_{внедр} = 0.2$ мм.

В таблице 2 приведены значения геометрических параметров заготовок до и после обработки.

Таблица 2 – Изменение геометрических параметров заготовок

№ п/п	До обработки	Внутренний диаметр d , мм	Отклонение от круглости, мкм	После обработки	Внутренний диаметр d , мм	Отклонение от круглости, мкм
1		50	10.98		50	18.66
2		50	9.95		50	12.94
3		50	3.02		50	15.79
4		50	7.25		50	11.94
5		50	3.39		50	32.00
6		50	5.71		50	29.71

Проанализировав приведённые зависимости (рис. 7 и 8) и данные таблицы 2, можно установить следующую зависимость влияния параметров протекания технологического процесса на степень и характер упрочнения исследуемых образцов:

- количество проходов (циклов обработки) n оказывает основное влияние на степень (максимальное значение) параметра микротвёрдости HV_{max} в приповерхностных слоях. При этом глубина проникновения упрочнённой зоны и характер градиента упрочнения меняются менее значительно;

- шаг осевой подачи инструмента S оказывает основное влияние на глубину проникновения упрочнённой зоны h_{max} и характер изменения градиента упрочнения. При этом максимальное значение параметра микротвёрдости (при неизменном количестве проходов n) остаётся практически неизменным;

- ни количество проходов, ни шаг осевой подачи инструмента не оказывает влияние на геометрические параметры заготовок. В процессе обработки наблюдалось увеличение геометрического параметра «отклонение от круглости» максимум до 32 мкм, при этом внутренний диаметр остался неизменным, что свидетельствует о том, что применяемая технологическая оснастка способна обеспечить неизменность геометрической формы исходной заготовки, т.е. выдерживать установленный рабочий диаметр.

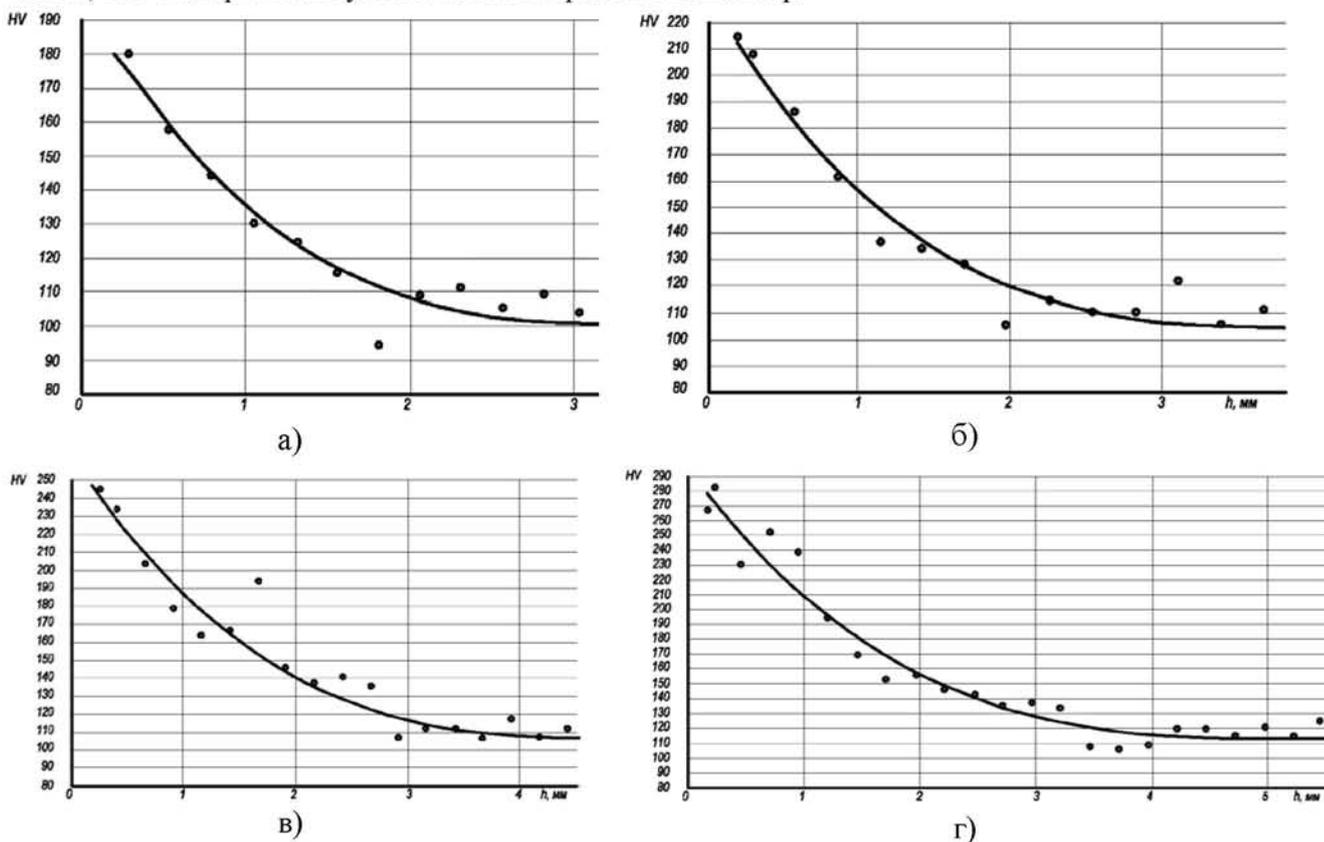
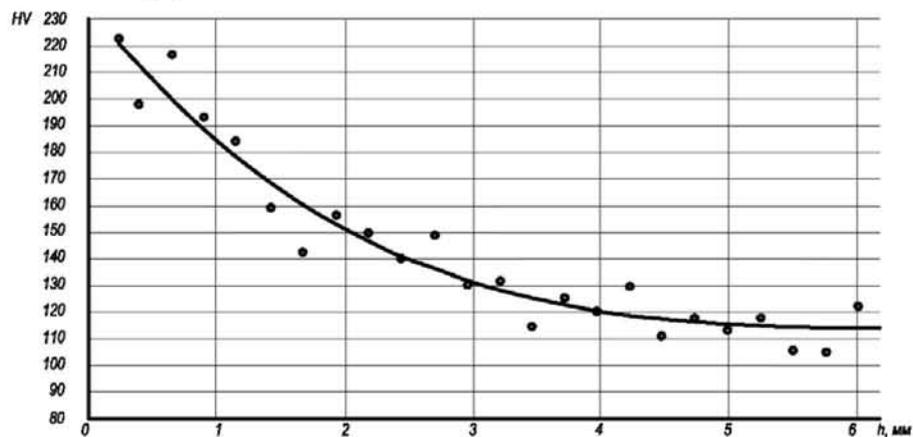


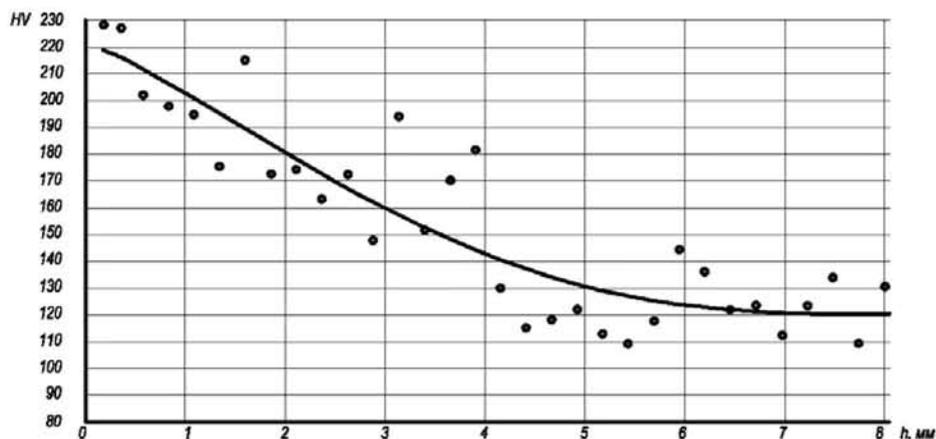
Рисунок 7 – Распределение параметра микротвёрдости по сечению исследуемых образцов:

а) $n = 15$; б) $n = 20$; в) $n = 25$; г) $n = 30$

Так же следует отметить то, что до достижения критического числа проходов состояние обработанной поверхности удовлетворительное – без видимых дефектов обработки (рис. 9 а), а при достижении предельного числа циклов обработки дальнейшее упрочнение становится нецелесообразным, т.к. поверхностные слои, достигая максимальной степени наклёпа, начинают шелушиться и выкрашиваться (рис. 9 б).



а)



б)

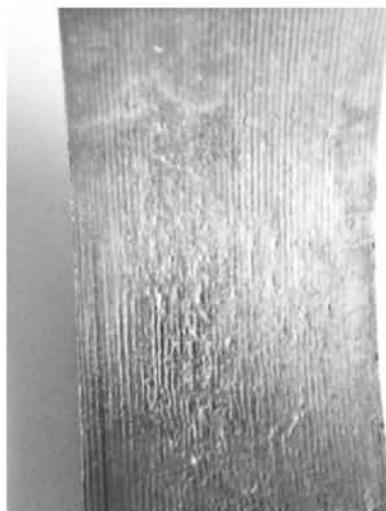
Рисунок 8 – Распределение параметра микротвёрдости по сечению исследуемых образцов при $n = 20$:
а) $S = 0.7 \cdot H_{ВЫСТ}$; б) $S = 1.0 \cdot H_{ВЫСТ}$

Варьирование шага осевой подачи инструмента так же сказывается на состоянии поверхности:

- с его увеличением более отчётливо проявляется винтовая линия перемещения выступа деформирующего ролика обрабатывающего инструмента ($S > 0.5 \cdot H_{ВЫСТ}$) (рис. 10 а,б);
- при $S < 0.5 \cdot H_{ВЫСТ}$ происходит «срез» обрабатываемой поверхности, что делает невозможным дальнейшее её деформирование.



а)



б)

Рисунок 9 – Состояние обработанной поверхности исследуемых образцов при $S = 0.5 \cdot H_{ВЫСТ}$: а) $15 < n < 25$; б) $n \geq 30$

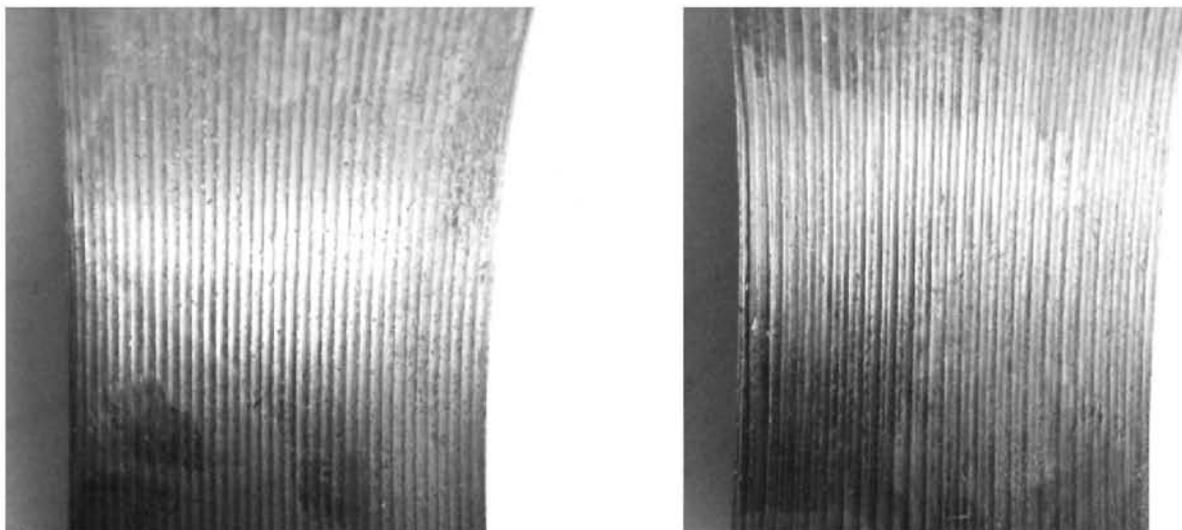


Рисунок 10 – Состояние обработанной поверхности при варьировании шага подачи:
а) $S = 0.7 \cdot H_{\text{ВЫСТ}}$; б) $S = 1.0 \cdot H_{\text{ВЫСТ}}$

На рисунке 11 представлен снимок микроструктуры неупрочнённых слоёв обрабатываемых заготовок.

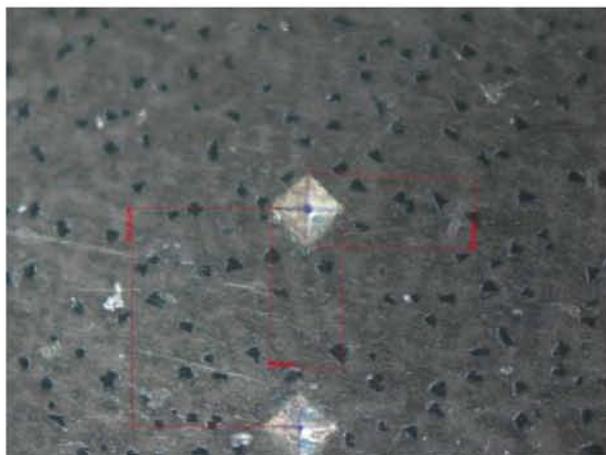


Рисунок 11 – Микроструктура неупрочнённых слоёв заготовки

Из рисунка видно, что структура рыхлая и имеет равномерно распределённые крупные включения тёмного цвета.

Изменения микроструктуры исследуемых образцов при переходе от неупрочнённых слоёв к упрочнённым приведены на рисунках 12 – 14.

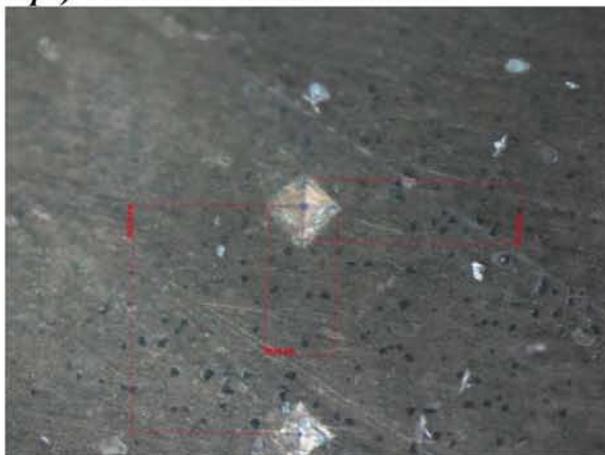


Рисунок 12 – Микроструктура, соответствующая началу упрочнённой зоны

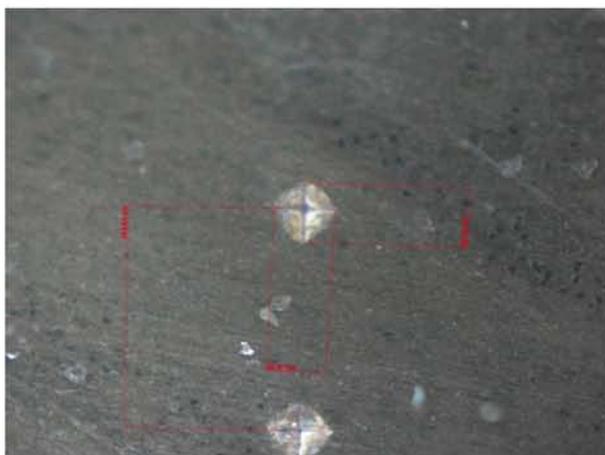


Рисунок 13 – Микроструктура, соответствующая середине упрочнённой зоны

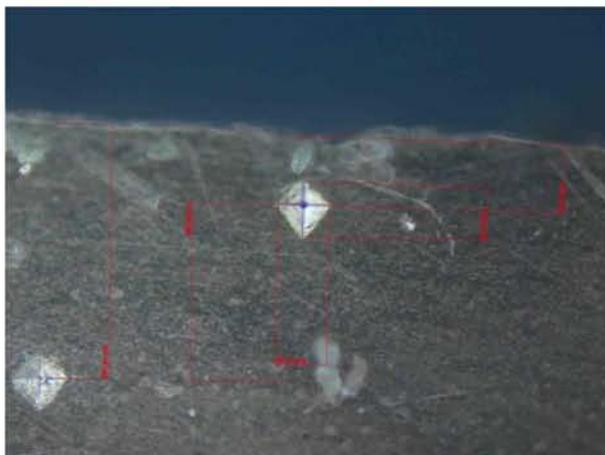


Рисунок 14 – Микроструктура поверхностных слоёв заготовки (зона максимального упрочнения)

Из приведённых снимков видно, что упрочнение методом многоциклового валковой штамповки в условиях комплексного локального нагружения очага деформации приводит к измельчению микроструктуры обрабатываемых изделий.

В рамках проведённых экспериментальных исследований удалось достичь максимального значения параметра микротвёрдости $HV_{max} = 282.1$, что в 2.51 раза превышает начальное значение, и максимальной толщины упрочнённого слоя $h_{max} = 7$ мм. При этом особое внимание следует обратить на то, что геометрические параметры заготовок остались неизменными.

Резюмируя вышесказанное, можно заключить, что разработанный способ упрочняющей обработки полых осесимметричных деталей способен обеспечить высокие степени

упрочнения в сочетании с достаточно большой глубиной проникновения упрочнённой зоны, а так же, что немаловажно, сохранить исходную геометрию обрабатываемого изделия.

Применение разработанного способа позволит повысить эксплуатационные характеристики вкладышей подшипников скольжения и продлить срок их эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейгельзимер, Я. Е. Винтовая экструзия – процесс накопления деформации [Текст] / Я. Е. Бейгельзимер, В. Н. Варюхин, Д. В. Орлов, С. Г. Сынков. - Донецк: Фирма ТЕАН, 2003. - 87с.
2. Радченко, С. Ю. Создание градиентных структур на основе метода валковой штамповки [Текст] / В. А. Голенков, С. Ю. Радченко, О. В. Дорофеев, Д. О. Дорохов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2009. – № 3. – С. 42-46.
3. Радченко, С. Ю. Формирование градиентных субмикро- и наноструктурных состояний комплексным локальным нагружением очага деформации [Текст] / В. А. Голенков, С. Ю. Радченко, Д. О. Дорохов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2009. – № 3. – С. 54-56.
4. Дорохов, Д. О. Классификация процессов комплексного локального деформирования [Текст] / В. А. Голенков, С. Ю. Радченко, Д. О. Дорохов, И. М. Грядун // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2010. – № 6. – С. 85-89.
5. Грядун, И. М. Анализ видов упрочняющей обработки пластическим деформированием [Текст] / В. А. Голенков, С. Ю. Радченко, Д. О. Дорохов, И. М. Грядун // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2011. – № 1. – С. 59-62.
6. Грядун, И. М. К вопросу о повышении эксплуатационных характеристик полых осесимметричных деталей машин методами интенсивной пластической деформации [Текст] / В. А. Голенков, С. Ю. Радченко, Д. О. Дорохов, И. М. Грядун // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2012. – № 6. – С. 71-77.
7. Пат. 2462327 Российская Федерация, МПК В21Н1/22. Способ получения металлических втулок с градиентно-упрочнённой структурой [Текст] / Голенков В. А., Радченко С. Ю., Грядун И. М. (RU). - №2010153917/02; Заявл. 27.12.2010; опубл. 27.09.2012, Бюд. №27.
8. Радченко, С. Ю. Новая технология упрочнения вкладышей подшипников скольжения [Текст] / С. Ю. Радченко, Д. О. Дорохов, И. М. Грядун // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса. Материалы 3-ей Международной научно-практической конференции, под общей редакцией д.т.н., проф. А.Н. Новикова (21 - 23 мая 2013 года, ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»). – Орел: ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», 2013. – 320 с.
9. Баранова, Л. В. Металлографическое травление металлов и сплавов [Текст]: Справ. Изд. / Л. В. Баранова, Э. Л. Демина. - М.: Металлургия, 1986. - 256 с.

Радченко Сергей Юрьевич

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»
Адрес: г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Д-р техн. наук, проректор, профессор
E-mail: sur@ostu.ru

Дорохов Даниил Олегович

Мценский филиал ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»
Адрес: 303030, г. Мценск, ул. Тургенева, 196
Канд. техн. наук, преподаватель «Технология машиностроения»
E-mail: ddostu@mail.ru

Грядун Игорь Михайлович

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК»
Адрес: г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Аспирант кафедры «Автопласт»
E-mail: fry14@yandex.ru

S. J. RADCHENKO, D. O. DOROHOV, I. M. GRYADUNOV

EXPERIMENTAL DESIGN OF PLAIN BEARINGS INNER SURFACE HARDENING PROCESS UNDER COMPLEX LOCAL LOADING OF DE- FORMATION ZONE

The experimental design of plain bearing inner surface hardening process under complex local loading of deformation zone has been considerate in this work. A description of the equipment and methodology research has been given. The results of the research has been presented.

Keywords: *experimental design, hardening process, complex local loading, deformation zone, plain bearing.*

BIBLIOGRAFIY

1. Beygel' zimer, YA. E. Vintovaya ekstruziya - protsess nakopleniya deformatsii [Tekst] / YA. E. Beygel' zimer, V. N. Varyukhin, D. V. Orlov, S. G. Synkov. - Donetsk: Firma TEAN, 2003. - 87s.
2. Radchenko, S. YU. Sozdanie gradientnykh struktur na osnove metoda valkovoy shtampovki [Tekst] / V. A. Golenkov, S. YU. Radchenko, O. V. Dorofeev, D. O. Dorokhov // Fundamental' nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. - 2009. - № 3. - S. 42-46.
3. Radchenko, S. YU. Formirovanie gradientnykh submikro- i nanostrukturnykh sostoyaniy kompleksnym lokal'nym nagruzheniem ochaga deformatsii [Tekst] / V. A. Golenkov, S. YU. Radchenko, D. O. Dorokhov // Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya. - 2009. - № 3. - S. 54-56.
4. Dorokhov, D. O. Klassifikatsiya protsessov kompleksnogo lokal'nogo deformirovaniya [Tekst] / V. A. Golenkov, S. YU. Radchenko, D. O. Dorokhov, I. M. Gryadunov // Fundamental' nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. - 2010. - № 6. - S. 85-89.
5. Gryadunov, I. M. Analiz vidov uprochnyayushchey obrabotki plasticheskim deformirovaniem [Tekst] / V. A. Golenkov, S. YU. Radchenko, D. O. Dorokhov, I. M. Gryadunov // Fundamental' nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. - 2011. - № 1. - S. 59-62.
6. Gryadunov, I. M. K voprosu o povyshenii ekspluatatsionnykh kharakteristik polykh osesimmetrichnykh detaley mashin metodami intensivnoy plasticheskoy deformatsii [Tekst] / V. A. Golenkov, S. YU. Radchenko, D. O. Dorokhov, I. M. Gryadunov // Fundamental' nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii. - 2012. - № 6. - S. 71-77.
7. Pat. 2462327 Rossiyskaya Federatsiya, MPK B21H1/22. Sposob polucheniya metallicheskikh vtulok s gradientno-uprochnionnoy strukturoy [Tekst] / Golenkov V. A., Radchenko S. YU., Gryadunov I. M. (RU). - №2010153917/02; Zayavl. 27.12.2010; opubl. 27.09.2012, Byud. №27.
8. Radchenko, S. YU. Novaya tekhnologiya uprochneniya vkladyshey podshipnikov skol' zheniya [Tekst] / S. YU. Radchenko, D. O. Dorokhov, I. M. Gryadunov // Aktual' nye voprosy innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa. Materialy 3-ey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, pod obshchey redaktsiey d.t.n., prof. A.N. Novikova (21 - 23 maya 2013 goda, FGBOU VPO "Gosuniversitet - UNPK"). - Orel: FGBOU VPO "Gosuniversitet - UNPK", 2013. - 320 s.
9. Baranova, L. V. Metallograficheskoe travlenie metallov i splavov [Tekst]: Sprav. Izd. / L. V. Baranova, E. L. Demina. - M.: Metallurgiya, 1986. - 256 s.

Radchenko Sergey Yurievich

VPO "State University - UNPK"

Address: Eagle Naugorskoe Highway 29

Dr. Sc. Sciences, Vice-Chancellor, Professor

E-mail: sur@ostu.ru

Dorokhov Daniel Olegovich

Mtsensk branch VPO "State University - UNPK"

Address: 303030, city of Mtsensk, st. Turgenev, 196

Candidate. tehn. , lecturer "Mechanical Engineering"

E-mail: ddostu@mail.ru

Gryadunov Igor Mihailovich

VPO "State University - UNPK"

Address: Eagle Naugorskoe Highway 29

Graduate student "Avtoplast"

E-mail: fry14@yandex.ru

БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

УДК 656.13

Л. Е. ГАЙ, Н. А. ЗАГОРОДНИЙ, Е. А. НОВОПИСНЫЙ

БАМПЕР АВТОМОБИЛЯ, КАК СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВНЕШНЕЙ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрены вопросы пассивной безопасности автомобилей, конструкций бамперов, их совмещение при расследовании и экспертизе ДТП, исследование элементов конструкции бампера автомобиля при столкновении и особенности совершенствования расчета модели его конструкции на безопасность, основанные на современных достижениях науки и техники.

Ключевые слова: пассивная безопасность, дорожно-транспортное происшествие, бампер, упругий элемент, экспертиза.

В настоящее время дорожное движение — одна из наиболее характерных и неотъемлемых частей современной цивилизации. Если на пороге XX в. автомобильный парк планеты в основном был сосредоточен в Северной Америке и Западной Европе и не превышал 15 тыс. автомобилей, то в наше время, опередив самые смелые прогнозы и овладев всеми континентами, он превзошел 500 млн. Среди них более 80% составляют легковые автомобили. Изменились и сами транспортные средства. Возросли их скоростные возможности, повысилась маневренность, улучшилась комфортность. Удобство в эксплуатации современных автомобилей в любое время года привело к существенному повышению интенсивности их использования [1]. Также в настоящее время все более развивается придорожный сервис автомобилей, где водитель может отдохнуть, а с его автомобилем, если имеются какие-либо неисправности, в том числе и по кузову, могут заниматься специалисты автослесари [2].

К числу негативных экономических, социальных и экологических последствий движения людей и товаров по дорогам относятся загрязнение воздуха, выбросы парниковых газов, потребление невозобновляемых ресурсов, бытовые неудобства, вызванные соседством с оживленной автотрассой, и шум. Аварийность на автомобильном транспорте — одна из острейших социально-экономических проблем. Наиболее крупные дорожно-транспортные происшествия (ДТП) получают такой же отклик в средствах массовой информации, как катастрофы на железных дорогах и авиакатастрофы. Дорожно-транспортный травматизм затрагивает все возрастные категории, однако самое большое воздействие оказывает на молодежь. Помимо случаев смерти, дорожно-транспортные происшествия приводят к значительному числу менее тяжелых травм: по оценкам, в мире ежегодно происходит от 20 до 50 млн. не смертельных травм. Эти травмы также являются важной причиной инвалидности [3].

Улучшения конструкции автомобилей, которые привели к значительному уменьшению риска смертельных и тяжёлых травм для едущих в легковом автомобиле, в основном были результатом повышенной активности ЕС в 1990-х годах. Эти преимущества — следствие новых законодательно установленных стандартов защиты от лобового и бокового ударов, а также новой прогнозно-ретроспективной системы потребительской информации, которая даёт объективные данные о том, что происходит с легковыми автомобилями при испытаниях, имитирующих аварию, и при реальных ДТП. По оценкам, новые легковые автомобили, получившие по Европейской программе оценки новых автомобилей (*EuroNCAP*) три или четыре звезды, обеспечивают на 30% меньший риск травматизма, чем автомобили с более низкой оценкой или вовсе без рейтинга. Однако, важные стандарты безопасности часто значительно уступают тем, которые применяются в моделях автомобилей, получивших одобре-

ние типа по новейшим европейским стандартам, например, в части защиты от лобового и бокового столкновений. Вместе с тем, нет установленного порядка и временных рамок для обязательного введения в действие технических требований к автомобилям, принятых в рамках деятельности Всемирного форума ЕЭК ООН для согласования Правил в области моторных транспортных средств. В некоторых случаях отсутствуют обязательные стандарты (например, в отношении ремней безопасности в микроавтобусах и автобусах и детских удерживающих устройств в легковых автомобилях). Есть примеры того, что стандарты ЕЭК ООН ещё не приняты Россией или приняты с многочисленными изъятиями. Есть и такие случаи, когда существующие стандарты ЕЭК ООН были обновлены для целей законодательства ЕС, но эти поправки ещё не приняты ЕЭК ООН [4].

Показатели уровня безопасности, связанные с ДТП или травмами, являются тестом для обеспечения наивысшей возможной эффективности действий и представляют собой наилучшие варианты использования общественных ресурсов [5].

Покупатели автомобилей обращают все больше внимания на безопасность конструкции автомобилей; им часто требуется надежная информация о безопасности отдельных моделей автомобилей. Во многих странах мира были разработаны программы оценки новых автомобилей (*NCAP*), в которых новые модели автомобилей подвергаются различным аварийным тестам, и степень их надежности отмечается «звездочками». Такие программы предоставляют потребителям услуги, способствуют безопасности и, кроме того, вознаграждают усилия тех производителей автомобилей, которые уделяют особое внимание безопасности. Первая *NCAP* была организована в 1978 г. в США, затем последовала австралийская *NCAP* в 1992 г. и европейская версия (*EuroNCAP*) в 1996 г.

EuroNCAP иллюстрирует, каким образом партнерство между правительственными, автомобильными и потребительскими организациями может стать важным источником беспристрастной информации о надежности новых автомобилей в реалистичных аварийных тестах. Среди организаций, участвующих в *EuroNCAP*, – министерства транспорта Франции, Германии, Нидерландов, Испании, Швеции и Великобритании. Также принимают участие Общегерманский автомобильный клуб (ОГАК), Европейская комиссия, Фонд МАФ, от Европейской потребительской организации – Международный центр потребительских исследований и испытаний (ИСРТ).

Типы испытаний всего автомобиля (лобовое столкновение, боковое столкновение и безопасность для пешеходов) и процедуры испытаний (в том числе на скорость, на высоту дорожного просвета и процент перекрытия) различны для разных *NCAP*, что затрудняет сравнение систем, основанных на аварийных тестах.

Подобная информация о надежности автомобилей в случае аварии помогла потребителям осознать важность надежности и принимать во внимание эту информацию при покупке новых машин. Со своей стороны, автомобильная промышленность в ответ внесла значительные улучшения в конструкцию автомобилей, даже сверх законодательных требований. Однако до сих пор не было существенной реакции на испытания систем защиты пешеходов, предпринятые в рамках австралийской и европейской программ. Исследования показали, что при столкновениях между собой, автомобили с тремя или четырьмя «звездами» примерно на 30% безопаснее по сравнению с автомобилями с двумя «звездами» или без оценки *EuroNCAP* [6].

В рамках подобного многообещающего начинания, предпринятого автомобильными клубами в Европе, делаются попытки разработать систему рейтинга (по числу «звездочек») для определенных типов дорог, чтобы у строителей дорог также был стимул повысить безопасность их дорог выше базовых стандартов.

Идея конструкции транспортного средства с учетом его способности выдерживать удар в случае аварии в настоящее время уже хорошо усвоена и в полной мере учитывается в технологии проектно-конструкторских разработок в автомобилестроении в странах с высоко развитой культурой автомобильного движения. Если бы такие принципы внедрялись повсе-

местно, это стало бы существенным фактором увеличения безопасности дорожного движения [7].

Цели технологии проектирования и строительства транспортных средств с учетом повышенных требований к технике безопасности могут быть достигнуты за счет такой модификации автомобилей и других транспортных средств, которая помогает водителю избежать аварии или же, когда авария все-таки имеет место, защитить от телесных повреждений тех людей, которые находятся как внутри транспортного средства, так и снаружи.

В масштабах всего мира, вплоть до 2020 г., среди пострадавших от несчастных случаев на дорогах большинство составят уязвимые участники дорожного движения. Вот почему защита от ударов тех, кто находится вне пределов транспортных средств, является одним из приоритетов при разработке конструкции транспортных средств.

В абсолютном большинстве смертельных исходов при ДТП с участием пешеходов последним наносятся удары передней частью автомобиля. Поэтому создание более безопасных передних частей автомобиля – главное средство повышения уровня безопасности для пешеходов [8, 9, 10].

С увеличением количества ДТП повышается объем работ, связанных с проведением дорожно-транспортной экспертизы. Одним из основных вопросов, который необходимо решить для дальнейшего анализа дорожно-транспортной ситуации, является определение скорости движения транспортных средств непосредственно перед ДТП. Несмотря на многочисленность работ по данной проблеме, на сегодняшний день имеется ряд возможностей повышения эффективности проведения дорожно-транспортной экспертизы. В частности, целесообразно обратить внимание на исследование элементов конструкции бампера автомобиля при столкновении и особенности совершенствования расчетной модели его конструкции на безопасность, основанные на современных достижениях науки и техники [11].

Бампер является техническим устройством автомобиля, разработанным с целью защиты ТС от повреждений во время столкновения на малых скоростях (до 20 км/ч). Однако последние результаты испытаний *Thatcham* показывают, что бамперы не обеспечивают необходимую защиту, что в результате приводит к дорогостоящему ремонту автомобиля. Такие столкновения составляют до 85%. Зачастую большой ущерб от таких происшествий связан не столько с разрушением самого бампера, сколько с повреждением таких частей автомобиля, как крылья, капот, радиатор, фары. Большинство бамперов не справляются со своей основной задачей – поглощение энергии при столкновении. В настоящее время такие ведущие организации, как *Allianz*, *IHS*, *Thatcham*, *RCAR*, исследующие вопросы обеспечения пассивной безопасности транспортных средств (ТС), внесли существенные ужесточения требований, предъявляемых к бамперам автомобилей. Согласно этим требованиям деформации, полученные в результате столкновения, должны быть ограничены в пределах бампера. Кроме того, нужно избежать появления остаточных деформаций.

Многие водители считают, что большой пластмассовый компонент, расположенный спереди автомобиля – это и есть бампер. В действительности этот элемент является всего лишь покрытием. Реальный бампер представляет собой некую систему, целый комплекс устройств (рис. 1).

В настоящее время существует большое разнообразие конструкций упругого элемента бампера, однако, эффективность использования того или иного бампера, несмотря на заверения авторов-конструкторов, требует всестороннего теоретического и практического анализа, а также подтверждения статистическими данными при эксплуатации ТС в существующих дорожных условиях. Практическое использование напряженно-деформированного состояния конструкции при определении динамических характеристик удара, а также в качестве оценки безопасных свойств, безусловно, является актуальным.

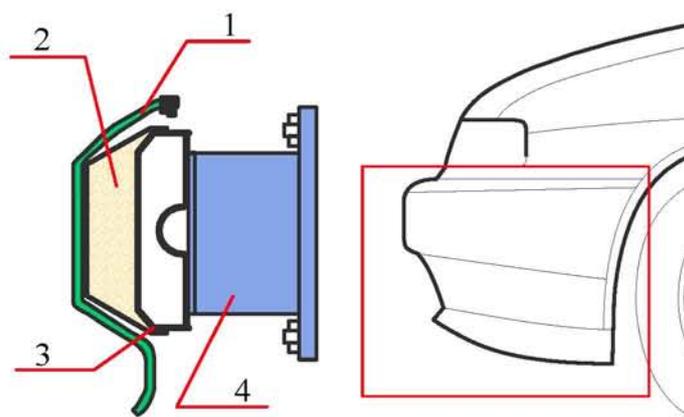


Рисунок 1 – Основные части бампера автомобиля:

1 – наружная пластиковая оболочка (полипропилен); 2 – энергопоглощающий наполнитель; 3 – балка (усилитель); 4 – кронштейн

Особо остро стоит вопрос о взаимном расположении усилителей взаимодействующих ТС при столкновении, так как только при условии их расположения на одинаковой высоте (совместимости) бамперы способны эффективно выполнить свои функции и исключить вероятность дорогостоящего ремонта. В действительности это далеко не так. Поэтому обоснование соблюдения совместимости бамперов взаимодействующих автомобилей является одним из приоритетных направлений дальнейшего развития конструкции в области безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жулев, В. И. Ответственность участников дорожного движения [Текст] / В. И. Жулев. – М., 1997. – 160 с.
2. Глаголев, С. Н. Концепция разработки принципов и критериев управления потоками системы менеджмента качества для предприятий фирменного обслуживания автомобильного транспорта [Текст] / С. Н. Глаголев, Н. С. Севрюгина, Е. А. Власова // Автотранспортное предприятие. - № 7. - 2012. - С. 52-53.
3. Global status report on road safety: time for action. Geneva, World Health Organization, 2009.
4. Road Safety Performance. National Peer Review: Russian Federation – ECMT, 2006.
5. Transport safety performance indicators. Brussels, European Transport Safety Council, 2001.
6. Lie A., Tingvall C. How do Euro NCAP results correlate with real-life injury risks? A paired comparison study of car-to-car crashes. Traffic Injury Prevention, 2002, 3: 288-291.
7. Mackay G.M., Wodzin E. Global priorities for vehicle safety. In: International Conference on Vehicle Safety 2002: IMechE conference transactions. London, Institution of Mechanical Engineers, 2002: 3-9.
8. Trinca G.W. et al. Reducing traffic injury: the global challenge. Melbourne, Royal Australasian College of Surgeons, 1988.
9. O'Neill B., Mohan D. Reducing motor vehicle crash deaths and injuries in newly motorizing countries. British Medical Journal, 2002, 324: 1142-1145.
10. Road safety committee inquiry into road safety for older road users. Melbourne, Parliament of Victoria, 2003 (Parliamentary Paper No, 41, Session 2003).
11. Кузьмин, Н. А. Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей [Текст]: монография / Н. А. Кузьмин, Г. В. Борисов. - Н.Новгород: НГТУ, 2012. - 270с.

Гай Лилия Евгеньевна

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»
Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46
Аспирант кафедры «Организация и безопасность движения»
E-mail: lily-041288@mail.ru

Загородний Николай Александрович

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»
Адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис транспортных и технологических машин»
E-mail: n.zagorodnij@yandex.ru

Новописный Евгений Александрович

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

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

Канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Организация и безопасность движения»

E-mail: nwrite@yandex.ru

L. E. GUY, N. A. SUBURBAN, E. A. NOVOPISNY

BUMPER CAR AS A MEANS OF ENSURING THE FOREIGN RESTRAINT

Considered the issues of passive safety of vehicles, structures bumpers, their combination in the investigation and examination of accidents, investigation of elements of designs of a bumper of the car in a collision, and especially the improvement of the model calculation of its design safety based on modern achievements of science and technology.

Keywords: *passive safety, traffic accident, bumper, elastic element, expertise.*

BIBLIOGRAHY

1. Zhulev, V. I. Otvetstvennost' uchastnikov dorozhnogo dvizheniya [Tekst]/ V. I. Zhulev. - M., 1997. - 160 s.
2. Glagolev, S. N. Kontseptsiya razrabotki printsipov i kriteriev upravleniya potokami sistemy me-nedzhmenta kachestva dlya predpriyatiy firmennogo obsluzhivaniya avtomobil'nogo transporta [Tekst] / S. N. Glagolev, N. S. Sevryugina, E. A. Vlasova // Avtotransportnoe predpriyatie. - № 7. - 2012. - S. 52-53.
3. Global status report on road safety: time for action. Geneva, World Health Organization, 2009.
4. Road Safety Performance. National Peer Review: Russian Federation - ECMT, 2006.
5. Transport safety performance indicators. Brussels, European Transport Safety Council, 2001.
6. Lie A., Tingvall C. How do Euro NCAP results correlate with real-life injury risks? A paired comparison study of car-to-car crashes. Traffic Injury Prevention, 2002, 3: 288-291.
7. Mackay G.M., Wodzin E. Global priorities for vehicle safety. In: International Conference on Vehicle Safety 2002: IMechE conference transactions. London, Institution of Mechanical Engineers, 2002: 3-9.
8. Trinca G.W. et al. Reducing traffic injury: the global challenge. Melbourne, Royal Australasian College of Surgeons, 1988.
9. O'Neill B., Mohan D. Reducing motor vehicle crash deaths and injuries in newly motorizing countries. British Medical Journal, 2002, 324: 1142-1145.
10. Road safety committee inquiry into road safety for older road users. Melbourne, Parliament of Victoria, 2003 (Parliamentary Paper No, 41, Session 2003).
11. Kuz'min, N. A. Nauchnye osnovy protsessov izmeneniya tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobiley [Tekst]: monografiya / N. A. Kuz'min, G. V. Borisov. - N.Novgorod: NGTU, 2012. - 270s.

Guy Lilia Evgenievna

ФГБОУ ВПО "Белгород State Technological University. VG Shukhov "

Address: 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46

Graduate student of "Organization and safety"

E-mail: lily-041288@mail.ru

Zagorodnii Nikolai Aleksandrovich

ФГБОУ ВПО "Белгород State Technological University. VG Shukhov "

Address: 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46

Candidate. tehn. , Associate Professor of the Department "Service of transport and technological machines"

E-mail: n.zagorodnij @yandex.ru

Novopisny Evgeny Aleksandrovich

ВПО "Белгород State Technological University. VG Shukhov "

Address: 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46

Candidate. tehn. , senior lecturer in "Organization and safety"

E-mail: nwrite@yandex.ru

УДК 656.135.073

В. А. КОРЧАГИН, И. В. ЖИЛИН, О. П. КИСЕЛЕВА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УБОРКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ КОРНЕПЛОДОВ НА СВЕКЛОПРИЕМНЫЙ ПУНКТ *

Проведено углубленное исследование особенностей уборочно-транспортного процесса, имеющего логистические и стохастические черты; обоснована целесообразность построения его имитационной модели на основе системы GPSS World; разработана структура модели; подготовлены исходные данные для моделирования.

Ключевые слова: модель, имитационное моделирование, автомобильный транспорт, система массового обслуживания, GPSS, оптимизация.

Производственные процессы уборки и транспортировки свеклы имеют ярко выраженные логистические черты. Внутри этой логистической системы имеются разнообразные объекты и протекают сложные процессы различной природы, в том числе и автотранспортные. Специалисты, управляющие рассматриваемыми процессами, не могут интуитивно выбрать наилучший способ функционирования из большого множества возможных. Актуальность исследований в этой области, нацеленных на оптимизацию производственно-логистических процессов, не вызывает сомнения.

Проводимое исследование выполнено на основе таких важнейших принципов, как научность и системность. Это означает использование хорошо проработанных, проверенных временем и эффективных теорий и методов, а также всесторонний и достаточно полный учет множества факторов предмета исследования во взаимозависимости и развитии.

Исследование рассматриваемых процессов, основными из которых будем считать автотранспортные, может быть проведено различным образом. Но в любом случае в вопросе обоснования транспортно-технологических схем перевозок основным является выбор подвижного состава и организация его работы.

Научно обоснованная адекватная математическая модель в автоматическом режиме для каждого конкретного варианта организации работ позволяет рассчитать производительность различных видов и марок автомобилей, суммарные показатели эффективности для определенных условий, сравнить автомобили по этим показателям и выбрать пользователю оптимальный вариант.

Необходимо понимать, что автотранспортное обслуживание при уборке свеклы является частью более сложной системы, которая неизбежно влияет на эту часть. Выбор рационального подвижного состава и организация его работы будет обеспечивать максимальную эффективность функционирования всей системы и не обязательно минимальные суммарные издержки на транспортировку.

Рассмотрим принципиальную схему модели формирования транспортного звена, необходимого для уборки и перевозки сахарной свеклы с модельного поля (*рисунок 1*). Построение модели производилось на основе глубокого и всестороннего анализа исследуемой предметной области.

* Вторая часть статьи будет опубликована в нашем журнале

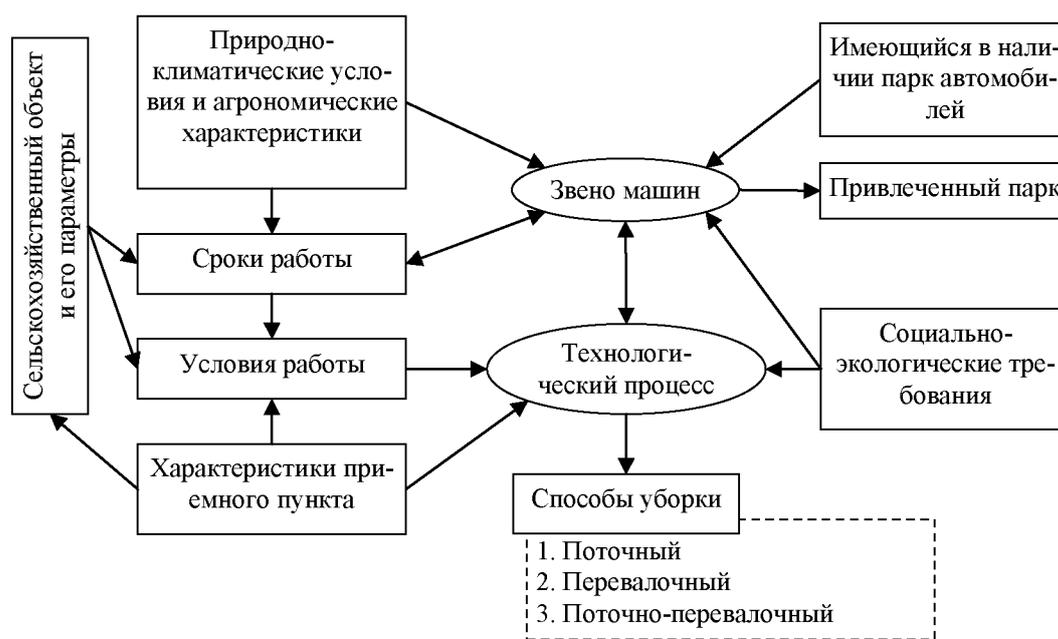


Рисунок 1 - Формирование транспортного звена при уборке свеклы

Рассматриваемая предметная область представляет собой сложную систему, которая имеет следующие особенности. При функционировании системы имеются существенные динамические факторы. Она характеризуется множеством состояний с постоянными переходами из одного состояния в другое. Так, например, автомобиль может находиться в ожидании погрузки, под погрузкой, в движении с грузом и т.д. Еще одним немаловажным фактором является характер протекающих процессов. Они явно стохастические (вероятностные), т.е. процессы развиваются в зависимости от ряда значимых случайных факторов.

Описанные выше особенности рассматриваемой системы не позволяют достаточно полно и точно исследовать ее аналитическими способами. Поэтому для использования был принят метод, связанный с моделированием. Наиболее удобным на наш взгляд здесь является имитационное моделирование или его разновидность – дискретно-событийное моделирование. Это вид имитационного моделирования, в котором функционирование системы представляется как хронологическая последовательность событий.

Учет стохастических особенностей рассматриваемой системы позволяет снизить требования к детальности и сложности модели, поскольку большое множество трудно учитываемых факторов можно свести к небольшому числу случайных величин.

Целью моделирования является построение имитационной модели логистики уборочно-транспортной системы с учетом большего числа особенностей ее функционирования, в том числе с учетом фактических данных.

Структурно и процессно рассматриваемая система может быть представлена следующим образом (рисунок 2, рисунок 3). В ней имеются объекты и процессы, каждый из которых характеризуется различными факторами.

Для моделирования исследуемых процессов было принято решение использовать программную систему GPSS World (англ. General Purpose Simulation System - общецелевая система имитационного моделирования). Это – мощная универсальная среда моделирования как дискретных (в основном, систем массового обслуживания), так и непрерывных процессов, предназначенная для профессионального моделирования самых разнообразных процессов и систем, в первую очередь дискретно-событийных.

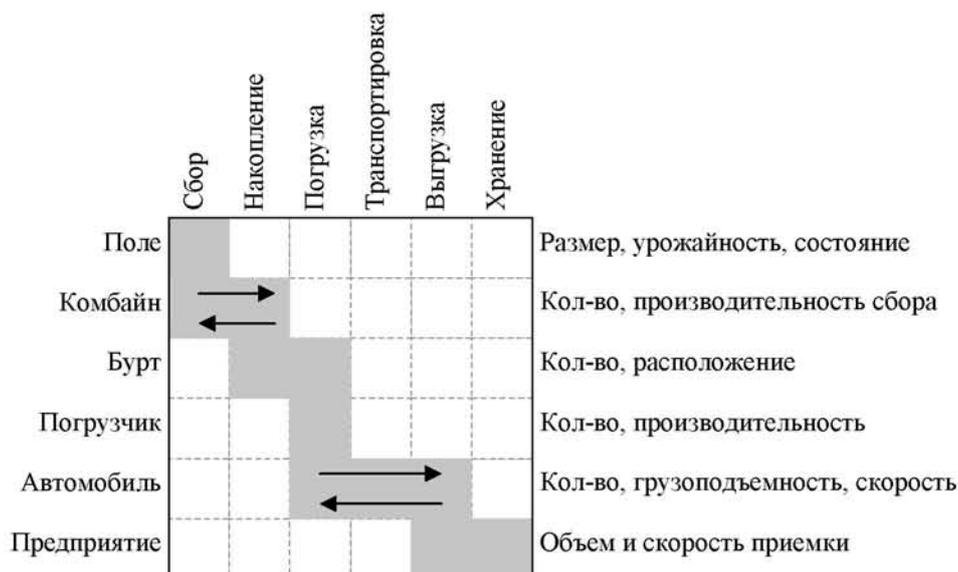


Рисунок 2 - Объектно-процессная схема уборки свеклы



Рисунок 3 - Блок-схема операционной структуры перевалочной технологии транспортирования свеклы при уборке

В настоящем исследовании рассматривается процесс уборки и транспортировки свеклы соответствующий работе системы массового обслуживания (СМО). В ней протекает многофазовый процесс последовательного обслуживания заявок различными объектами: комбайн, погрузчик, автомобиль и пр. В качестве заявки (в терминах GPSS World – транзакта) было принята обработка 1 т свеклы. Причем такая обработка является многофазовой, т.е. из потенциально имеющаяся в поле свекла поэтапно переходит на свеклоприемный пункт. На каждом этапе имеется устройство, которое можно рассматривать как СМО. Таким образом, было необходимо смоделировать взаимосвязанную цепочку обслуживающих устройств, каждое из которых характеризуется конкретными параметрами.

Для детальной разработки модели были проведены наблюдения за работой техники при уборке свеклы в сельскохозяйственных предприятиях Липецкой области. В результате наблюдения удалось получить большое количество фактических данных работы рассматриваемой системы. Валовой объем вывозки свеклы при проектируемой урожайности равной 34,4 т/га, составит 110080 т. Продолжительность уборочного периода для принятой площади составит 11 дней. Тогда темп уборочных работ равен 291 га или около 10 тыс. т в сутки.

С учетом особенностей сельскохозяйственной логистики уборочно-транспортную систему целесообразно смоделировать на примере среднестатистического сельхозпредприятия. Площадь хозяйств, занимающихся производством сахарной свеклы по Липецкой области от 100 га до 16500 га. В качестве модельного возьмем хозяйство с пашней 3200 га с урожайностью 34,4 т/га и исследуем уборочно-транспортные процессы в технологической системе производства сахарной свеклы.

Размеры модельного поля позволяют принять в качестве основного уборочного средства свеклоуборочный комбайн «Холмер». Производительность одного свеклоуборочного комбайна «Холмер» составит 1,57 га/ч. Процесс уборки осуществляется круглосуточно. Теоретически комбайн «Холмер» может собрать за сутки в среднем $34,4 \text{ т/га} \times 1,57 \text{ га/ч} \times 24 \text{ ч} = 1296,2 \text{ т}$. Однако комбайны работают с разной производительностью, поскольку имеется ряд трудно учитываемых факторов. Поэтому была исследована суточная выработка комбайна, полученная на основе статистической обработки (рис. 4)

В среднем суточная производительность составила 909,9 т., т.е. необходима корректировка суточной производительности с учетом коэффициента интенсивности использования, равного 0,7, а точнее от 0,55 до 0,83 с распределением близком к равномерному.

В процессе подготовительных к моделированию работ удалось подобрать параметры процесса работы комбайна, которые дают аналогичное фактическому распределению по основным числовым характеристикам (рис. 4, табл.1).

В связи с технологией уборки комбайном «Холмер» не предусмотрена доочистка сахарной свеклы, поэтому транспортирование корнеплодов от комбайна может быть реализовано перевалочным способом. Кроме того, учитывая объем бункера комбайна, наличие автомобилей при сборе первое время не требуется. При наполнении бункера «Холмера» объемом 25 м^3 (18 т) свекла разгружается в бурты на краю поля.

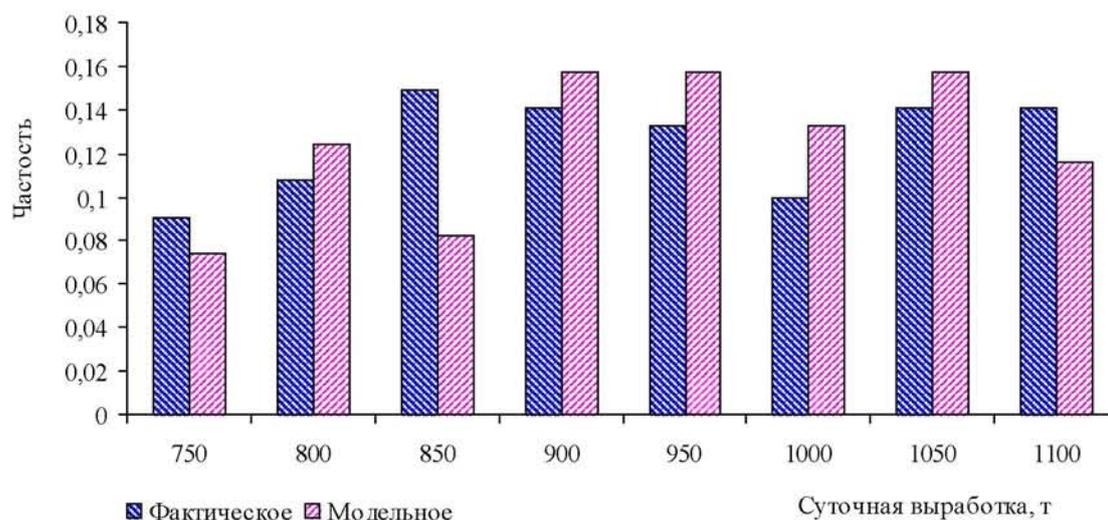


Рисунок 4 - Распределение суточной выработки комбайна
(по оси абсцисс – верхние границы интервалов группирования)

Таблица 1 - Характеристики распределения суточной выработки комбайна

Наименование	Фактическое	Модельное
Количество значений	121	121
Интервал	370	369,8
Минимум	710	723,2
Максимум	1080	1093,0
Сумма	110100	110023,1
Среднее	909,9	909,3
Стандартная ошибка	9,738	9,994
Медиана	920	910,25
Мода	1080	–
Среднее квадратическое отклонение	107,12	109,94
Дисперсия	11474,2	12086,2
Экссесс	-0,986	-1,236
Асимметричность	-0,165	0,024

Время ожидания погрузки для разных транспортных средств будет различным и будет зависеть от грузоподъемности и технического состояния погрузчика, кроме того необходимо учесть, что грузоподъемность транспортного средства не совпадает с объемом бункера комбайна, время погрузки будет еще зависеть от времени подачи свеклы во временный бурт.

Погрузка убранной и собранной в бурт свеклы осуществляется погрузчиком. Время погрузки зависит от производительности погрузчика и грузоподъемности транспортного средства (хотя можно считать и от объема его грузовой платформы). Исходя из этого, целесообразно оперировать временем погрузки 1 тонны свеклы. Это подтверждает правильность выбранного подхода при моделировании. Проведенные наблюдения за процессом погрузки и последующая статистическая обработка фактических данных показывают, что время погрузки 1 тонны свеклы является нормально распределенной случайной величиной с математическим ожиданием 0,3 мин/т и средним квадратическим отклонением 0,02.

С учетом того, что комбайн разгружается во временные бурты, расстояние перемещения комбайна по полю для автотранспорта во внимание не принимается, т.е. для всех транспортных средств расстояние равно L_x , тогда при скорости движения V_x , время t_x при каждом транспортном цикле (ездки) считаем постоянным, изменения t_x будут зависеть только от технического состояния транспортных средств.

Транспортировка свеклы на перерабатывающее предприятие также характеризуется множеством особенностей со стохастическим характером. Здесь случайными величинами являются время перемещения, время ожидания разгрузки и время самой разгрузки. Последнее также зависит от грузоподъемности автотранспортного средства.

В процессе подготовки к моделированию все отмеченные особенности также были учтены так, чтобы модельные данные наиболее полно соответствовали фактическим.

Еще одной особенностью рассматриваемой уборочно-транспортной системы является физические потери свеклы на каждом из этапов ее работы, а также потери полезных веществ в корнеплодах, зависящих от времени.

После составления концептуальной модели необходимо перейти к ее реализации с помощью выбранных средств, а именно системы GPSS World.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корчагин, В. А. Научные основы эксперимента на транспорте [Текст]: учебное пособие / В. А. Корчагин, И. В. Жилин. – Липецк: ЛГТУ, 2003. - 176 с.
2. Корчагин, В. А. Исследование операций на транспорте [Текст]: учебное пособие / В. А. Корчагин, И. В. Жилин, В. М. Тонких. – Липецк: ЛГТУ, 2000. - 79 с.

3. Корчагин, В. А. Экологизация экономики и транспорта [Текст]: учебное пособие / В. А. Корчагин, М. П. Улицкий. – М.: МАДИ, 2000. - 189 с.
4. Кудрявцев, Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем [Текст] / Е. М. Кудрявцев. – М.: ДМК Пресс, 2004. - 320 с.
5. Рыжиков, Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии [Текст] / Ю. И. Рыжиков. - СПб.: КОРОНА принт; М.: Альтекс-А, 2004. - 384 с.
6. Корчагин, В. А. Случайные процессы на транспорте [Текст]: учебное пособие / Корчагин В.А. [и др.]. – Липецк: ЛГТУ, 1999. - 192 с.
7. GPSS World. URL: <http://www.minutemansoftware.com/> (Дата обращения: 21.03.2013).

Корчагин Виктор Алексеевич

ФГБОУ ВПО "Липецкий государственный технический университет"

Адрес: 398600, г. Липецк, ул. Московская, д. 30

Д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой управления автотранспорта

E-mail: kaf-uat@stu.lipetsk.ru

Жилин Игорь Викторович

ФГБОУ ВПО "Липецкий государственный технический университет"

Адрес: 398600, г. Липецк, ул. Московская, д. 30

Канд. техн. наук, доцент кафедры управления автотранспорта

E-mail: zhiliniv@ya.ru

Киселёва Ольга Павловна

ФГБОУ ВПО "Липецкий государственный технический университет"

Адрес: 398600, г. Липецк, ул. Московская, д. 30

Аспирант кафедры управления автотранспорта

E-mail: kaf-uat@stu.lipetsk.ru

V. A. KORCHAGIN, I. V. ZHILIN, O. P. KISELEVA

MODELING OF THE PROCESSES OF HARVEST AND TRANSPORT THE ROOTS TO THE FIRM OF SUGAR BEET PROCESSING

In-depth study of the characteristics of beet harvesting and transport process were conducted, with logistics and stochastic features; expediency of the simulation model based on the system of GPSS World has been proved; the structure of the model has been developed; the initial data for modeling were prepared.

Keywords: model, simulation, road transport, system of mass service, GPSS, optimization.

BIBLIOGRAPHY

1. Korchagin, V. A. Nauchnye osnovy eksperimenta na transporte [Tekst]: uchebnoe po-sobie / V. A. Korchagin, I. V. ZHilin. - Lipetsk: LGTU, 2003. - 176 s.
2. Korchagin, V. A. Issledovanie operatsiy na transporte [Tekst]: uchebnoe posobie / V. A. Korchagin, I. V. ZHilin, V. M. Tonkikh. - Lipetsk: LGTU, 2000. - 79 s.
3. Korchagin, V. A. Ekologizatsiya ekonomiki i transporta [Tekst]: uchebnoe posobie / V. A. Korchagin, M. P. Ulitskiy. - M.: MADI, 2000. - 189 s.
4. Kudryavtsev, E. M. GPSS World. Osnovy imitatsionnogo modelirovaniya razlichnykh sistem [Tekst] / E. M. Kudryavtsev. - M.: DMK Press, 2004. - 320 s.
5. Ryzhikov, YU. I. Imitatsionnoe modelirovanie. Teoriya i tekhnologii [Tekst] / YU. I. Ryzhikov. - SPb.: KORONA print; M.: Al' teks-A, 2004. - 384 s.
6. Korchagin, V. A. Sluchaynye protsessy na transportech [Tekst]: uchebnoe posobie / Korchagin V.A. [i dr.]. - Lipetsk: LGTU, 1999. - 192 s.
7. GPSS World. URL: <http://www.minutemansoftware.com/> (Data obrashcheniya: 21.03.2013).

Korchagin Victor Alekseevich

FGBOU VPO "Lipetsk state technical University"

Adress: 398600, Lipetsk, ul. Moscovskaya, bld. 30

Doctor of technical Sciences, Professor, head of the Department of management of road transport

E-mail: kaf-uat@stu.lipetsk.ru.

Zhilin Igor Victorovich

FGBOU VPO "Lipetsk state technical University"

Adress: 398600, Lipetsk, ul. Moscovskaya, bld. 30

Cand. Tech. Sci., associate professor of the Department of management of road transport

E-mail: zhiliniv@ya.ru

Kiseleva Olga Pavlovna

FGBOU VPO "Lipetsk state technical University"

Adress: 398600, Lipetsk, ul. Moscovskaya, bld. 30

Post-graduate student of the Department of management of road transport

E-mail: kaf-uat@stu.lipetsk.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-utpk.ru

Тел. +7 (4862) 43-48-90

УДК 656.13.001

А. П. ТРЯСЦИН

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Определены предпосылки и основные аспекты рассмотрения комплексной технологической безопасности автотранспортных систем. Предложена модель комплексной технологической безопасности автотранспортной системы на основе IDEF0 моделирования.

Ключевые слова: безопасность, процесс, автотранспортная система.

В последнее время одной из основных тенденций развития в системе менеджмента качества является «процессный подход», использование которого меняет подход к управлению. В полной мере это относится и к процессам, протекающим в автотранспортных системах. Предприятия транспортного комплекса РФ осознали, что с помощью управления процессами можно повысить эффективность, снизить издержки, улучшить качество обслуживания, повысить безопасность. Стандарт ИСО 9001.2008 «Системы менеджмента качества. Требования», направлен на применение «процессного подхода» при разработке, внедрении и улучшении результативности системы менеджмента качества в целях повышения удовлетворенности потребителей путем выполнения их требований.

Для успешного функционирования организация должна определить и осуществлять менеджмент многочисленных взаимосвязанных видов деятельности. Деятельность, использующая ресурсы и управляемая в целях преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс. Часто выход одного процесса образует непосредственно вход следующего. Применение в организации системы процессов наряду с их идентификацией и взаимодействием, а также менеджмент процессов, направленный на получение желаемого результата, могут быть определены как «процессный подход».

В полной мере выше сказанное может быть применено к рассмотрению безопасности автотранспортных систем. Для определения понятия «безопасность автотранспортного процесса» необходимо дать ответ на следующие вопросы: что является объектом безопасности автотранспортного процесса; на какой элемент объекта распространяется рассматриваемое определение; каков специфический вид противостоящего объекту воздействия; в каком значении следует применять понятие «безопасность» в рассматриваемом словосочетании.

Объектом безопасности выступает автотранспортная система, которая представляет собой совокупность элементов, выполняющих различные функции, взаимно дополняющие друг друга. В свою очередь результатом функционирования транспортной системы является автотранспортный (перевозочный) процесс.

Представляется целесообразным использовать системный подход, включающий разработку целевых показателей, применение систематических и обоснованных доказательными фактами мер, направленных на обеспечение безопасности транспортного процесса.

Системный подход является универсальной методологией управления сложными объектами и процессами, когда решаемая проблема содержит элементы как количественного, так и качественного характера. Развитие системных представлений, характеризуется постепенным переходом от простого к сложному – от структурных понятий к методам функционирования, которые определяют эффективность систем.

Говоря о системном анализе безопасности, транспортный процесс представляется целесообразным рассмотреть в рамках системы «Человек – Машина – Среда – Груз», которая

является сложно структурированной, и зависящей от множества факторов.

Транспортный (перевозочный) процесс – совокупность организационно и технологически взаимосвязанных действий и операций, выполняемых автотранспортным предприятием и их подразделениями самостоятельно или согласовано с другими организациями при подготовке, осуществлении и завершении перевозок грузов.

Из приведенного определения следует выделить то, что транспортный процесс является процессом технологическим, следовательно, можно говорить о технологической безопасности автотранспортной системы.

Одной из современных тенденций развития транспортно-логистических систем является интегрированный подход к менеджменту безопасности цепочек поставок, который предполагает определенные действия с целью предотвращения, управления и смягчения воздействие существующих рисков. Интегрированный подход дает возможность отдельной организации в цепочке поставок применять свои требования в соответствии со специфической моделью бизнеса и ее ролью и функцией в общей цепочке. Предприятие должно установить и задокументировать корректные уровни безопасности в пределах цепочки поставок и в дальнейшем принимать сбалансированные, основанные на рисках решения. Необходимо также учитывать степень воздействия инцидентов, возникающих при транспортировке, что означает отклонения от нормального уровня функционирования процесса транспортировки и срочность инцидента, т. е. приемлемую задержку разрешения инцидента. В целом риски в транспортно-логистических системах можно разделить на риски экономического характера и технологические риски.

Предметом дальнейшего рассмотрения будет именно технологический риск. Технологический риск - все виды пагубного влияния результатов или самого процесса производства на здоровье человека и на природную среду, связанные с качественными изменениями социальной и экологической среды.

Рассмотрим модель комплексной технологической безопасности (рис.1), разработанную с использованием методологии функционального моделирования IDEF0 [1]. Описание системы с помощью IDEF0 называется функциональной моделью, которая отображает структуру и функции системы, а так же потоки информации и материальных объектов, связывающих эти функции. Функциональная модель предназначена для описания существующих процессов, в котором используются как естественный, так и графический языки. Для передачи информации о конкретной системе источником графического языка является сама методология IDEF0.

Методология IDEF0 предписывает построение иерархической системы диаграмм - единичных описаний фрагментов системы. Сначала проводится описание системы в целом и ее взаимодействия с окружающим миром (контекстная диаграмма), после чего проводится функциональная декомпозиция - система разбивается на подсистемы и каждая подсистема описывается отдельно (диаграммы декомпозиции). Затем каждая подсистема разбивается на более мелкие и так далее до достижения нужной степени подробности.

Каждая IDEF0-диаграмма содержит блоки и дуги. Блоки изображают функции моделируемой системы. Дуги связывают блоки вместе и отображают взаимодействия и взаимосвязи между ними.

Функциональные блоки (работы) на диаграммах изображаются прямоугольниками, означающими поименованные процессы, функции или задачи, которые происходят в течение определенного времени и имеют распознаваемые результаты.

Каждая сторона блока имеет особое, вполне определенное назначение. Левая сторона блока предназначена для входов, верхняя - для управления, правая - для выходов, нижняя - для механизмов. Такое обозначение отражает определенные системные принципы: входы преобразуются в выходы управление ограничивает или предписывает условия выполнения преобразований, механизмы показывают, что и как выполняет функция.



Рисунок 1 - IDEF0 модель комплексной технологической безопасности автотранспортной системы

Как видно из разработанной модели (рис.1) вход в систему представлен отдельными направлениями обеспечения безопасности, определяющими комплексную безопасность всей системы в целом. Управляющее воздействие реализовано через систему нормативно-правового и технического регулирования в сфере безопасности транспортных систем. Механизм реализации обеспечения комплексной безопасности автотранспортной системы организован через его элементы «Человек – Машина – Среда – Груз».

Транспорт в целом, и автомобильный транспорт в частности являются уникальной отраслью экономики с точки зрения присущих ему опасностей, а следовательно и необходимости организации работы по обеспечению безопасности. Основываясь на анализе многообразия опасностей технологического характера, возникающих в автотранспортных системах, а так же традиционно сложившейся практической деятельности, по их предупреждению и снижению тяжести последствий, подкрепленных системой нормативно-правового регулирования, представляется целесообразным выделить следующие направления безопасности:

- безопасность дорожного движения;
- охрана труда;
- транспортная безопасность;
- экологическая безопасность;
- технологическая безопасность;
- перевозка опасных грузов автомобильным транспортом.

Таблица 1 – Направления формирования комплексной безопасности автотранспортных систем

Направления обеспечения безопасности в автотранспортной системе	Документ, нормативно-правового или технического регулирования	Определение	Объект защиты
Безопасность дорожного движения	Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» (с изменениями и дополнениями) от 10.12.1995г. №196 ФЗ	безопасность дорожного движения - состояние процесса, отражающее степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий	Дорожно-транспортное происшествие - событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб
Охрана труда	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. N 197-ФЗ (ТК РФ)	Охрана труда - система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.	Профессиональный риск - вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору.
Транспортная безопасность	Федеральный закон Российской Федерации «О транспортной безопасности» (с изменениями и дополнениями) от 9.02.2007г. №16 ФЗ	транспортная безопасность - состояние защищенности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств от актов незаконного вмешательства	акт незаконного вмешательства - противоправное действие (бездействие), в том числе террористический акт, угрожающее безопасной деятельности транспортного комплекса, повлекшее за собой причинение вреда жизни и здоровью людей, материальный ущерб либо создавшее угрозу наступления таких последствий
Экологическая безопасность	Федеральный закон "Об охране окружающей среды" (с изменениями и дополнениями) от 10.12.2002г. №7 ФЗ	экологическая безопасность - состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной дея-	негативное воздействие на окружающую среду - воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружаю-

		тельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.	шей среды
Промышленная безопасность опасных производственных объектов	Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изменениями и дополнениями) от 21.07.1997г. №116 ФЗ	промышленная безопасность опасных производственных объектов (далее - промышленная безопасность) - состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий	авария - разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ
Перевозка опасных грузов	Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) (Женева, 30 сентября 1957 г.)	Перевозка" означает изменение местонахождения опасных грузов, включая остановки, требующиеся в соответствии с условиями перевозки, и любое время нахождения опасных грузов в транспортных средствах, цистернах и контейнерах, требующееся в соответствии с условиями перевозки до, во время и после изменения их местонахождения.	Дорожно-транспортные происшествия, аварии и инциденты при перевозке опасных грузов

Выделенные направления являются традиционными для автотранспортной отрасли, и их реализация регламентирована федеральными законами и иными документами нормативно-правового и технического регулирования.

Таким образом, опираясь на разработанную модель, можно сделать вывод – комплексная технологическая безопасность транспортного процесса должна обеспечивать нахождение системы в таком состоянии, которое обеспечивает возможность ее функционирования с заданными параметрами, т.е. допустимым уровнем риска в системе.

Как показали проведенные исследования, необходимость рассмотрения технологической безопасности автотранспортной системы комплексно обусловлена тем, что существующая на сегодняшний день практика самостоятельного рассмотрения вопросов по различным направлениям безопасности не оправдана как с точки зрения технологии транспортного процесса, оптимизации управления, в том числе управления рисками, кадрового обеспечения, так и с точки зрения экономической целесообразности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД IDEF 0 – 2000 Методология функционального моделирования IDEF0, Госстандарт России
2. Российская Федерация. Законы. О безопасности дорожного движения [Текст]: федер.закон: [принят Гос. Думой 10 декабря 1995 г.]. - [с изменениями и дополнениями]. – №196 ФЗ // <http://base.garant.ru>.
3. Российская Федерация. Законы. О транспортной безопасности [Текст]: федер.закон: [принят Гос. Думой 9.02.2007 г.]. – [с изменениями и дополнениями]. - №16 ФЗ // <http://base.garant.ru>.

4. Российская Федерация. Трудовой кодекс [Текст]: [принят 30 декабря 2001 г.]. - N 197-ФЗ (ТК РФ) // <http://base.garant.ru>.

5. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды [Текст]: федер.закон:[принят Гос. Думой 10.12.2002 г.]. – [с изменениями и дополнениями]. - №7 ФЗ // <http://base.garant.ru>.

6. Российская Федерация. Законы. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Текст]: федер.закон [принят Гос. Думой 21.07.1997 г.]. – [с изменениями и дополнениями]. - №116 ФЗ // <http://base.garant.ru>.

7. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) (Женева, 30 сентября 1957 г.) <http://base.consultant.ru>.

Трясцин Антон Павлович

ФГБОУ ВПО «Государственный университет-УНПК»

Адрес: 302020, г. Орел, ул. Московская, 77

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

E-mail: srmostu@mail.ru

A. P. TRYASTSIN

FORMATION OF A COMPLEX OF TECHNOLOGICAL SAFETY OF ROAD TRANSPORT SYSTEMS

The prerequisites and key aspects of the review of complex technological vehicle safety systems. Proposed model of the integrated technological security of the transport system on the basis of IDEF0 modeling.

Keywords: *security, the process, the road transport system.*

BIBLIOGRAPHY

1. RD IDEF 0 - 2000 Metodologiya funktsional'nogo modelirovaniya IDEF0, Gosstandart Rossii
2. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. O bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Текст]: feder.zakon: [принят Гос. Думой 10 декабря 1995 г.]. - [с изменениями и дополнениями]. - №196 FZ // <http://base.garant.ru>.
3. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. O transportnoy bezopasnosti [Текст]: feder.zakon: [принят Гос. Думой 9.02.2007 г.]. - [с изменениями и дополнениями]. - №16 FZ // <http://base.garant.ru>.
4. Rossiyskaya Federatsiya. Trudovoy kodeks [Текст]: [принят 30 декабря 2001 г.]. - N 197-FZ (ТК РФ) // <http://base.garant.ru>.
5. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Ob okhrane okruzhayushchey sredy [Текст]: feder.zakon:[принят Гос. Думой 10.12.2002 г.]. - [с изменениями и дополнениями]. - №7 FZ // <http://base.garant.ru>.
6. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. O promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob"ek-tov [Текст]: feder.zakon [принят Гос. Думой 21.07.1997 г.]. - [с изменениями и дополнениями]. - №116 FZ // <http://base.garant.ru>.
7. Evropeyskoe soglasenie o mezhdunarodnoy dorozhnoy perezovke opasnykh грузов (DOPOG) (ZHeneva, 30 sentyabrya 1957 g.) <http://base.consultant.ru>.

Tryastsin Anton Pavlovich

FGBOU VPO "State University-ESPC"

Address: 302020, Eagle Street. Moscow, 77

Candidate. those. , assistant professor of "Service and repair of machinery"

E-mail: srmostu@mail.ru

ОБРАЗОВАНИЕ И КАДРЫ

УДК 331.108.3:656.072

В. И. САРБАЕВ, М. Н. ХАМИДУЛИН

ПЕРВИЧНЫЙ ОТБОР ВОДИТЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Представлена методика первичного отбора водителей автобусов при приеме на работу в автобусный парк. Рассмотрены основные требования, предъявляемые к водителям городских автобусов.

Ключевые слова: требования к водителям автобусов, первичный отбор водителей, городские пассажирские автобусные перевозки.

ПРОБЛЕМА

Для обеспечения безопасности дорожного движения пассажирских перевозок особо важен отбор водителей при их трудоустройстве. Во многих автотранспортных предприятиях этот процесс носит формальный характер, зачастую требования к водителям сводятся к наличию водительского удостоверения необходимой категории.

В настоящее время автобусные парки города Москвы испытывают острый дефицит квалифицированных водительских кадров, что является объективным фактором, подталкивающим руководство парков к снижению уровня требований при приеме водителей на работу. С другой стороны, задачи обеспечения безопасности дорожного движения и безопасности перевозок пассажиров могут быть решены только при наличии квалифицированных, обученных, дисциплинированных и психологически устойчивых водителей.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Учитывая важность проблемы обеспечения безопасности движения в автотранспортных предприятиях, особенно при организации пассажирских перевозок, решение задачи первичного отбора водителей требует научного подхода, с учетом имеющегося опыта передовых предприятий, действующих норм транспортного и трудового законодательства.

Например, в автобусных парках ГУП «Мосгортранс» первичный отбор водителей при их приеме на работу представляет собой сложный многоступенчатый процесс, в котором участвуют различные службы и сотрудники различного уровня автобусного парка, вплоть до директора (рис. 1).

При трудоустройстве на должность водителя автобуса, претендент обращается в отдел кадров, где в первую очередь предъявляет водительское удостоверение с открытой категорией «D» или «DE».

К управлению автомобилями, предназначенными для перевозки пассажиров, более восьми сидячих мест (категория «D»), допускаются лица, достигшие двадцатилетнего возраста.

Для права управления сочлененными автобусами необходима категория «DE». Составы транспортных средств (ТС) категории «DE» могут управлять лица, имеющие право на управление ТС категории «D» – при наличии стажа управления ТС соответствующей категории не менее 12 месяцев [1].

Претенденту выписывается «направление», в котором фиксируются все этапы трудоустройства на работу, включая прохождение: собеседований, испытаний, инструктажей, стажировки и т.д. Если у претендента отсутствует необходимая категория, то он направляется в учебный курсовой комбинат (УКК) на обучение.

С каждым потенциальным водителем автобуса, которому необходимо обучение в УКК, заместитель директора парка по эксплуатации проводит собеседование.

При непрохождении проверки теоретических знаний, ставится отметка «о не сдачи» в направлении. Молодому водителю дается три попытки сдачи теоретических испытаний. Он может эти три попытки использовать в любое время, возможно даже их использовать в один день.

Первичная проверка практических навыков вождения проводится в автобусном парке на стоянке водителем-инструктором, при проверке используется автобус длиной 12 м. Вновь прибывший водитель должен самостоятельно, без подсказок инструктора, заехать в «бокс», ему также дается несколько попыток, если попытки оказываются неудачными, то ставится отметка «о не сдачи» без права пересдачи.

Таким образом, оцениваются навыки вождения молодого водителя, его способность управлять автобусом и готовность к работе на регулярных городских пассажирских маршрутах.

Следующий этап – стажировка. В соответствии с Руководящим документом «Положение о повышении профессионального мастерства и стажировке водителей» [2] и должностной инструкцией водителя автобуса регулярных городских (пригородных) пассажирских маршрутов, стажировку должен пройти каждый устраивающийся на работу водитель. Количество часов стажировка зависит от профессиональных навыков и перерыва в работе:

- первичная подготовка водителя автобуса (т.е. при отсутствии категорий) – 224 часа;
- водитель автобуса, прошедший переподготовку с одной из разрешенных категорий «В», «С» – 112 часов.

Водители городского пассажирского транспорта, имеющие перерыв в работе, также подлежат прохождению стажировки. Количество часов стажировки зависит от перерыва в работе:

- перерыв в работе от 1 до 3 мес. – 12 часов, но не менее 2 смен;
- перерыв в работе от 3 до 6 мес. – 24 часа, но не менее 3 смен;
- перерыв в работе от 6 до 12 мес. – 40 часов, но не менее 5 смен;
- перерыв в работе более года – 70 часов, но не менее 9 смен;

Иногородние и иностранные водители, если они впервые устраиваются в ГУП «Мосгортранс», направляются на стажировку в количестве 70 часов, но не менее 9 смен.

Водители, перешедшие из одного автобусного парка в другой, должны пройти стажировку в объеме 40 часов под руководством водителя-инструктора на всех маршрутах колонны. Для ознакомления с маршрутом проводится 1-3 оборотных рейса.

Особенности стажировки [2]:

а) стажировка на маршруте осуществляется на ТС, которое специально оборудовано для проведения стажировки (в полуинтервале между выходами автобусов по расписанию, за исключением последних пяти смен) и на той марке автобуса, на которой водитель будет работать самостоятельно;

б) последние 5 смен стажировка осуществляется по выходам и расписанию, при этом рейсы за опоздания не бракуются;

в) стажировка проводится на транспорте, оборудованном двойным управлением, а также зеркалами заднего вида для стажера и водителя-инструктора или системой видеонаблюдения для водителя-инструктора. На учебном автобусе должны быть установлены опознавательные знаки «Ученик!» спереди и сзади;

г) первые 5 смен работы в час «пик» с 2 до 9:30 и с 16 до 20 часов управлять автобусом должен водитель-инструктор, указанные часы не входят в общее время стажировки ученика.

Прохождение и качество стажировки контролируют:

- начальник колонны – 1-2 раза;
- заместитель начальника колонны – не менее 2-х раз;
- мастер производственного обучения – не менее 2-х раз;
- работник отдела БД – не менее 3-х раз.

Для проверки готовности молодого водителя к работе приказом по парку создается постоянная комиссия в составе [2]:

- заместитель директора парка по эксплуатации;
- начальник отдела БД;
- мастер производственного обучения;
- начальник колонны.

№ 3(42) 2013 (июль-сентябрь) Образование и кадры

Проверка происходит путем контрольной поездки по маршруту, на котором водитель проходил стажировку, а также выполнением определенных упражнений на стоянке.

Во время проезда по маршруту уделяется особое внимание:

- а) общему прохождению маршрута (психофизиологическим, личностным и психологическим качествам, физическому и психическому состояниям водителя);
- б) соблюдению ПДД;
- в) подъезду, отъезду от остановки;
- г) высадке и посадке пассажиров;

На стоянке производится проверка выполнения следующих упражнений:

1 упражнение. Имитируется подъезд и отъезд от остановки, водитель должен выдерживать расстояние до столбиков 20-40 см., остановиться так, чтобы средняя дверь оказалась между столбиками, также учитывается, как автобус остановился у остановки – ровно или с перекосом. Упражнение носит символический характер, только при откровенно грубых нарушениях водитель не проходит это испытание;

2 упражнение. Боковая задняя парковка, после сдачи первого упражнения водитель самостоятельно подъезжает к месту 2-ого упражнения, боковая задняя парковка представляет собой С-образный контур, по которому расставлены столбики. Задача водителя состоит в том, что он должен ровно поставить автобус на эту площадку. Если во время упражнения хоть один столбик будет сбит, то испытание не засчитывается. При сдаче упражнения запрещается переключать режим движения автобуса, можно пользоваться только «задней» передачей. Упражнение обычно приносит наибольшие трудности для водителей, по сравнению с другими упражнениями. Главное в этом упражнении – не сбить столбики;

3 упражнение. Заезд в «бокс», который представляет собой П-образный контур, по периметру которого расставлены столбики. Водитель самостоятельно задом заезжает на эту площадку. Если во время упражнения хоть один столбик будет сбит, то испытание оканчивается. При сдаче упражнения запрещается переключать режим движения автобуса, можно пользоваться только «задней» передачей. Это упражнение водители обычно сдают без проблем после второго, здесь так же, как и во втором упражнении, самое главное, – не задеть столбики.

В зависимости от подготовленности водителя, варьируется количество успешных попыток для сдачи испытания на стоянке:

- для молодых водителей (стажировка 224 часа) – 3 успешных заезда;
- для водителей, прошедших переподготовку с одной из разрешенных категорий «В», «С» (112 часов) – 2 заезда;
- для водителей, которые уже имели соответствующие категории (70 часов и менее) – 1 заезд.

Проверка теоретических знаний проводится в классе БД. Сначала водитель на компьютере отвечает на 20 случайно выпавших теоретических вопросов ПДД кат. «С» и «D, при этом допускается сделать не более 3 ошибок, в противном случае водитель не сдает испытание. При успешной сдаче 1-ой части, водитель тянет билет, без подготовки читает вопрос вслух, чтобы все члены комиссии слышали его, далее начинает отвечать на него. В ходе ответа члены комиссии могут задавать дополнительные вопросы, могут описать какую-либо ситуацию, для выхода из которой водитель должен ответить, какие и в какой последовательности действия необходимо предпринять.

Типичные вопросы из билетов:

- действия при дорожно-транспортном происшествии;
- какие неисправности автобуса может устранить водитель без вызова технической помощи, предусмотренные инструкцией по эксплуатации автобуса;
- экипировка автобуса и необходимые документы при выезде на линию;
- действия при обнаружении посторонних предметов в салоне автобуса;
- функции водителя;
- периодичность проверки салона подвижного состава;
- на что следует обратить внимание при первом километре нулевого рейса;
- порядок проезда и отъезда к остановке;
- на каком расстоянии до впереди стоящего автобуса на остановке нужно остановиться;
- порядок оформления путевого листа.

Инструктаж представляет собой изучение основных моментов должностной инструкции водителя автобуса, рассматриваются различные ситуации из практики и необходимые действия при них. В процессе инструктажа, водитель может задавать различные вопросы.

Начальник колонны рассказывает особенности работы водителя автобуса, также он может задавать вопросы, рассматривать различные ситуации из практики работы. После прохождения инструктажа водитель считается допущенным к работе на маршруте.

«Не трудоустроен» – это означает, что водителю отказано в работе, но это не означает, что ему закрыта работа в автобусном парке водителем автобуса. Он может набрать необходимый теоретический запас, улучшить свои практические навыки и снова попробовать пройти испытания.

«Трудоустроен» – это означает, что водитель принят на работу. В течение первых 6 месяцев он будет обслуживать только один маршрут, а далее при необходимости он должен быть способным обслужить качественно, безопасно другой любой маршрут в колонне парка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методика первичного отбора водителей хорошо зарекомендовала себя и прижилась в автобусных парках. При участии многих служб и различных сотрудников предприятия отбор носит разносторонний и объективный характер, а претендент в свою очередь может достоверно ознакомиться со спецификой работы и сам оценить свои возможности для работы на регулярных маршрутах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ.
2. Руководящий документ. Положение о повышении профессионального мастерства и стажировке водителей РД-200-РСФСР-12-0071-86-12.

Сарбаев Владимир Иванович

ФГБОУ ВПО «Московский государственный индустриальный университет»

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

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

E-mail: sarbev@mail.msiu.ru

Хамидулин Михаил Николаевич

ФГБОУ ВПО «Московский государственный индустриальный университет»

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

Аспирант кафедры эксплуатации транспортных средств

E-mail: M.Khamidulin@gmail.com

V. I. SARBAEV, M. N. KHAMIDULIN

PRIMARY SELECTION OF DRIVERS FOR BUS TRAFFIC

The technique of primary selection of drivers of buses is presented at employment to a bus fleet. The main demands made to drivers of urban buses are considered.

Keywords: requirements to drivers of buses, primary selection of drivers, urban passenger bus traffic.

BIBLIOGRAPHY

1. Federal'nyy zakon "O bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya" ot 10.12.1995 № 196-FZ.
2. Rukovodyashchiy dokument. Polozhenie o povyshenii professional'nogo masterstva i stazhirovke voditeley RD-200-RSFSR-12-0071-86-12.

Sarbaev Vladimir Ivanovich

FGBOU VPO "Moscow State Industrial University"

Address: 115280, Moscow, ul. Avtozavodskaya, 16

Professor, Honored Worker of Transport of the Russian Federation, Head of the operation of the vehicles

E-mail: sarbev@mail.msiu.ru

Hamidulin Mikhail Nikolaevich

FGBOU VPO "Moscow State Industrial University"

Address: 115280, Moscow, ul. Avtozavodskaya, 16

Graduate student of life vehicles

E-mail: M.Khamidulin @ gmail.com

В. А. ГОЛЕНКОВ, А. Н. НОВИКОВ, А. А. КАТУНИН

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Представлен комплексный подход в подготовке кадров для инновационного развития транспортного комплекса реализуемый в Госуниверситет-УНПК. Приводится описание структуры системы обучения на различных уровнях. Приведены примеры реализации задач Транспортной стратегии до 2030 года. Описаны направления научной деятельности и примеры взаимодействия с предприятиями транспортной отрасли.

Ключевые слова: подготовка кадров, Госуниверситет-УНПК, кадры и транспортная стратегия, образовательная стратегия.

В Российской Федерации, как и в других развитых странах, транспорт является одной из крупнейших базовых отраслей народного хозяйства, важнейшей составной частью производственной и социальной инфраструктуры.

С 2002 года развитие транспортного комплекса страны осуществлялось в соответствии с федеральной целевой программой «Модернизация транспортной системы России (2002-2010)», а с 2010 года – федеральной целевой программой «Развитие транспортной системы России 2010-2015г.»

В 2012 году Министерством транспорта РФ разработан проект концепции транспортной стратегии РФ на период до 2030г. [1]

Реализация транспортной стратегии будет проходить в два этапа:

1 этап (до 2020г.) – завершение целевой программы.

2 этап (до 2030г.) – интенсивное инновационное развитие транспортной системы по всем направлениям.

Особое место в транспортной концепции занимает кадровое обеспечение.

Основная роль в решении задач подготовки кадров для инновационного развития транспортного комплекса отводится высшим учебным заведениям, в число которых входит Госуниверситет-УНПК.

В университете реализуются основные направления обозначенные в транспортной стратегии до 2020 года, а именно:

1. Гарантированная подготовка необходимого числа специалистов обладающих нужным уровнем квалификации и востребованных компетенций. Специфика транспортного образования требует специалистов с разными задачами практического использования, поэтому необходимо дальнейшее развития многовариантности траекторий обучения (специалист, бакалавриат, прикладной бакалавриат, магистратура).

2. Обновление содержания автотранспортного образования, его учебно-методического обеспечения с учетом использования новейших информационных технологий, подготовка и издание современных учебников и учебных пособий.

3. Управление и развитие материально-лабораторной базы, экспериментальной, научной, учебно-практической базы с учетом повышенных требований к освоению новой техники и технологий, а так же развитию инновационных инженерных навыков выпускников. Спецификой подготовки специалистов эксплуатационной направленности являются высокие затраты на обучение из-за дорогих тренажеров и учебных образцов оборудования. В этой связи система образования нуждается в существенной поддержке со стороны коммерческих транспортных организаций, в установлении льготного режима приобретения оборудования.

4. Задачи инновационного развития транспортной системы России, поставленные в транспортной стратегии, требуют формирования новых подходов к научному обеспечению транспортной отрасли, в том числе:

- создание инновационного пространства транспорта, включающего сферу образования, фундаментальные и прикладные исследования, полный инновационно-внедренческий цикл;

- создание эффективных научно-образовательных центров на базе имеющихся научных школ ведущих вузов транспорта.

- разработать комплекс мероприятий по воспроизводству научных кадров, вовлечение их в инновационную деятельность.

Государственный университет УНПК занимается подготовкой кадров для автомобильного транспорта более 12 лет. За это время удалось сформировать активную высококвалифицированную команду преподавателей, которая успешно реализует комплексный подход в многоуровневом обучении.

В университете реализуются образовательные программы по следующим специальностям и направлениям:

Специальности ВПО:	
190601	– Автомобили и автомобильное хозяйство (специализация «Техническая эксплуатация и ремонт автотранспортных средств»)
190603	- Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (специализация «Автосервис и фирменное обслуживание»)
190701	- Организация перевозок и управление на транспорте (Автомобильный транспорт)
190702	- Организация и безопасность движения
Направления бакалавриата:	
190500.62	- Эксплуатация транспортных средств
190600	– Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (профили: «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис»)
190700	– Технология транспортных процессов (профили: «Организация перевозок и управление на транспорте», «Организация и безопасность движения»)
Направления магистратуры:	
190600	– Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
190700	– Технология транспортных процессов

Для реализации программ подготовки кадров высшей квалификации в университете открыты аспирантура и диссертационный совет ДМ 212.182.07 по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальности 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта. С момента открытия, в совете защитили диссертационные работы более 40 соискателей со всей страны.

Университет проводит научные исследования по направлениям:

1. Перспективные ресурсосберегающие технологии реновации деталей и узлов транспортных и технологических машин.
2. Повышение эффективности эксплуатации автомобильной техники и экология транспорта.
3. Теория и методика профессионального управления.
4. Повышение эффективности организации дорожного движения.

С целью оперативного отражения научных достижений действующих научных школ при кафедре «Сервис и ремонт машин» учрежден и успешно развивается научно-технический журнал «Мир транспорта и технологических машин», включенный в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ и входящий в ТОП-10 научных журналов по автомобильному транспорту (по данным портала elibrary.ru). Редколлегия представлена не только ведущими российскими учеными, но и западными коллегами из Германии, Чехии и Сербии.

№ 3(42) 2013 (июль-сентябрь) Образование и кадры

Профессорско-преподавательским составом кафедры за последние годы изданы более 20 монографий и 46 учебных пособий с грифами УМО и министерства образования.

Непрерывно совершенствуется материально-техническая база, лаборатории Института транспорта оснащены самым современным оборудованием.



Рисунок 1 - Оснащение лабораторий кафедры «Сервис и ремонт машин»

Государственный университет-УНПК, при реализации основных образовательных программ высшего профессионального образования, в ходе этапов практической подготовки активно сотрудничает с автомобильными дилерскими центрами региона и учебным центром компании ООО «Роберт БОШ».

Сегодня университет активно участвует в создании системы подготовки и переподготовки специалистов в области использования результатов коимической деятельности на транспорте. Она должна, по нашему мнению, включать следующие структурные элементы (рис. 2).

В Орловской области в целях эффективной реализации решений Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации в рамках соглашения между Федеральным космическим агентством, в лице научно-производственной корпорации «РЕКОД, администрацией Орловской области и ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК» подписано соглашение о сотрудничестве в области реализации результатов космической деятельности и внедрения их в учебный процесс. Приоритетной областью сотрудничества является создание инновационного образовательного Центра космических услуг при Государственном университете – УНПК. Данный центр успешно создан и функционирует на базе Института транспорта[6].

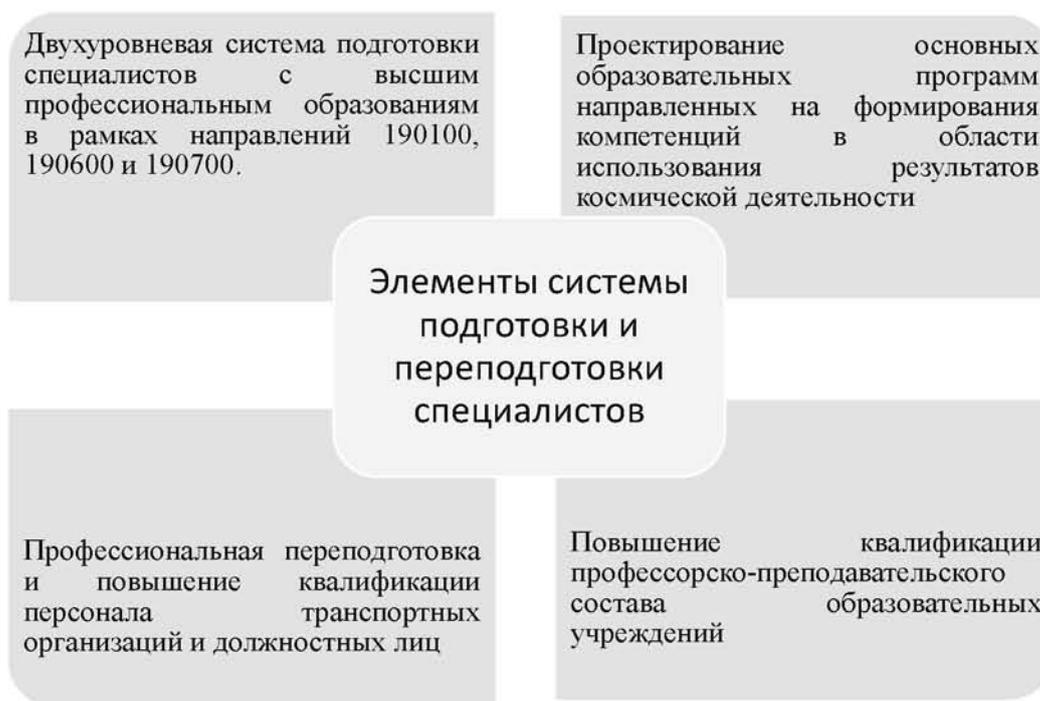


Рисунок 2 - Концептуальная модель системы подготовки кадров для транспортного комплекса с использованием навигационных технологий



Рисунок 3 - Модель участников соглашения

№ 3(42) 2013 (июль-сентябрь) Образование и кадры

Функционирование данного центра способствует формированию необходимого технического, информационного и интеллектуального капитала для реализации концептуальной модели подготовки и переподготовки специалистов для решения приоритетных задач социально-экономического и инновационного развития Орловской области, повышения ее конкурентоспособности, инвестиционной привлекательности и качества жизни населения.

Система кадрового обеспечения в этом случае будет развиваться в двух направлениях:

- Интеллектуальные транспортные системы;
- Системы проектирования и технической эксплуатации абонентских терминалов транспортных средств.

Данная система будет иметь трехуровневую структуру:

1 уровень. Подготовка специалистов с высшим профессиональным образованием.

Исходя из видов профессиональной деятельности, нами сформированы компетенции специалистов в области реализации результатов космической деятельности на транспорте. При этом данные компетенции целесообразно включить в основные образовательные программы подготовки бакалавров и магистров по приоритетному направлению развития экономики Российской Федерации 190600 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов 190100 Наземные транспортно-технологические комплексы, 190700 Технология транспортных процессов.

Изучение основных дисциплин должно обеспечить приобретение знаний и практических навыков выпускниками учебных заведений на уровне, необходимом для осуществления профессиональной деятельности по широкому использованию технологий ГЛОНАСС на транспорте и в дорожной отрасли.

2 уровень. Профессиональная переподготовка.

В Госуниверситете-УНПК, подготовлена программа для подготовки различных категорий управленческого персонала автотранспортных и иных предприятий, осуществляющих эксплуатацию автомобилей, оснащенных приборами ГЛОНАСС/GPS.

Целью подготовки по программе является формирование профессиональных у слушателей профессиональных компетенций, направленных на повышение эффективности и безопасности автотранспортных систем, при использовании ГЛОНАСС/GPS технологий.

На основании проведенных исследований были выявлены основные категории работ, виды профессиональной деятельности, необходимые компетенции и их структура, которые должны быть сформированы в результате обучения.

Далее, с учетом компетенций, был разработан учебный план для проведения занятий с работников автомобильного транспорта, использующих технологии ГЛОНАСС/GPS. Объем учебной нагрузки, в соответствии с планом, составляет 72 часа и разбит на 4 модуля, которые включают в себя 36 часов лекционного курса и 36 часов лабораторных занятий.

3 уровень. Повышение квалификации.

Реализация рассмотренных выше основных структурных элементов системы кадрового обеспечения отрасли использования ГЛОНАСС предполагает наличие подготовленного профессорско-преподавательского состава. В этих целях необходимо обеспечить подготовку таких кадров посредством реализации следующих направлений:

- а) профессиональная переподготовка преподавателей, которым поручается проведение занятий по направления 190600, 190700 с учетом профиля;
- б) периодическое повышение квалификации указанных преподавателей;
- в) организация стажировок преподавателей в структурных подразделениях транспортных организаций, эксплуатирующих данные системы.

Изложенные общие системные подходы к созданию системы подготовки специалистов в области использования результатов космической деятельности, могут быть внедрены в образовательный процесс учебных заведений высшего и среднего профессионального об-

разования (в том числе подведомственных Минтрансу России федеральных агентств) путем разработки и реализации программ подготовки специалистов.

Представленные подходы к созданию системы подготовки специалистов в области автомобильного транспорта, могут быть внедрены в образовательный процесс профильных учебных заведений высшего профессионального образования путем разработки и реализации образовательных программ, а Госуниверситет-УНПК полностью готов принять самое активное участие в реализации транспортной стратегии России до 2030 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года / Москва, 2012, с. 300.
2. Новиков, А. Н. Выбор факторов определяющих качество автосервисных услуг программно-целевым методом [Текст] / А. Н.Новиков, А. С. Бодров, Д. О. Ломакин // Бюллетень транспортной информации. – 2009. - № 8 (170).
3. Новиков, А. Н. Комплексная оценка уровня качества услуг предприятий автосервиса [Текст]: монография / А. Н. Новиков, Д. О. Ломакин. - Орел, 2011.
4. Новиков, А. Н. Анализ степени загрузки маршрутной транспортной сети города Орла [Текст] / А. Н. Новиков, А. Л. Севостьянов и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. - №4 (39). – С. – 69-75.
5. Новиков, А. Н. Исследование пассажиропотоков и транспортной подвижности населения в городе Орле [Текст] / А. Н. Новиков, С. Ю. Радченко и др. // Мир транспорта и технологических машин. – 2011. - №4 (35). – С. 69-78.
6. Севостьянов, А. Л. О подготовке специалистов по вопросам установки и технической эксплуатации бортовых навигационных систем [Текст] / А. Л. Севостьянов // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции «ГЛОНАСС-регионам, 2012». – Орел. – 2012.

Голенков Вячеслав Александрович
ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»
Адрес: г. Орел, Наугорское шоссе, 29
Д-р техн. наук, профессор, Президент
E-mail: unpk@ostu.ru

Новиков Александр Николаевич
ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»
Адрес: г.Орел, ул. Московская, 77, каб.312
Д-р техн. наук, профессор, зав.кафедрой «Сервис и ремонт машин»
E-mail: srmostu@mail.ru

Катунин Андрей Александрович
ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»
Адрес: г.Орел, ул. Московская, 77, каб.312
Канд. техн. наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»
E-mail: srmostu@mail.ru

V. A. GOLENKOV, A. N. NOVIKOV, A. A. KATUNIN

MANPOWER TRAINING FOR INNOVATIVE DEVELOPMENT TRANSPORT COMPLEX

Presents a comprehensive approach to training for the innovative development of the transport system is implemented in the State University - ESPC . The description of the structure of the education system at different levels. The examples of the tasks of the Transport Strategy until 2030. Describes the research areas and examples of cooperation with enterprises of the transport industry .

Keywords: *Training, State University - ESPC , personnel and transport strategy , education strategy .*

BIBLIOGRAPHY

1. Transportnaya strategiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda / Moskva, 2012, s. 300.
2. Novikov, A. N. Vybory faktorov opredelyayushchikh kachestvo avtoservisnykh uslug programmno-tselevym metodom [Tekst] / A. N. Novikov, A. S. Bodrov, D. O. Lomakin // Byulleten' transportnoy informatsii. - 2009. - № 8 (170).
3. Novikov, A. N. Kompleksnaya otsenka urovnya kachestva uslug predpriyatiy avtoservisa [Tekst]: monografiya / A. N. Novikov, D. O. Lomakin. - Orel, 2011.
4. Novikov, A. N. Analiz stepeni zagruzki marshrutnoy transportnoy seti goroda Orla [Tekst] / A. N. Novikov, A. L. Sevost'yanov i dr. // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2012. - №4 (39). - S. - 69-75.
5. Novikov, A. N. Issledovanie passazhiropotokov i transportnoy podvizhnosti naseleniya v gorode Orla [Tekst] / A. N. Novikov, S. YU. Radchenko i dr. // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. - 2011. - №4 (35). - S. 69-78.
6. Sevost'yanov, A. L. O podgotovke spetsialistov po voprosam ustanovki i tekhnicheskoy ekspluatatsii bortovykh navigatsionnykh sistem [Tekst] / A. L. Sevost'yanov // Materialy III Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "GLONASS-regionam, 2012". - Orel. - 2012.

Golenkov Vyacheslav Aleksandrovich

FGBOU VPO "State University-ESPC"

Address: Eagle Naugorskoe Highway 29

Dr. Sc., Professor, President of the

E-mail: unpk@ostu.ru

Novikov Alexander Nikolaevich

FGBOU VPO "State University-ESPC"

Address: Orel, ul. Moscow, 77, kab.312

Dr. Sc., Professor, Head of Department "Service and repair of machinery"

E-mail: srmostu@mail.ru

Katunin Andrey Aleksandrovich

FGBOU VPO "State University-ESPC"

Address: Orel, ul. Moscow, 77, kab.312

Candidate. tehn., assistant professor of "Service and repair of machinery"

E-mail: srmostu@mail.ru

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

Подписной индекс журнала:

16376 («Пресса России»)

Подписка через редакцию:

(с любого месяца)

Информация о подписке на нашем сайте

www.gu-unpk.ru

Тел. +7 (4862) 43-48-90

УДК 802.0

Т. А. КОЗИНА, М. Р. АБУБЕКАРОВ

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ В СОТРУДНИЧЕСТВЕ КАК ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

В статье рассматривается понятие технологии обучения в сотрудничестве как эффективное средство формирования коммуникативной компетенции при обучении иностранному языку в вузе. Предлагается обучающий эксперимент с применением технологии обучения в сотрудничестве на занятиях по иностранному языку (англ.) в неязыковом вузе.

Ключевые слова: технология обучения в сотрудничестве, коммуникативная компетенция, работа в команде, технология обучения иностранному языку.

В настоящее время главная цель обучения иностранному языку в вузе заключается в формировании коммуникативной компетенции. В отличие от традиционных методов в обучении иностранному языку, где язык рассматривался прежде всего как система правил, современное образование призвано обучать общению на иностранном языке. Поэтому главной целью обучающего процесса следует считать не языковую систему, а ситуативно-ориентированную речевую деятельность на иностранном языке в качестве средства межкультурного взаимодействия. В связи с этим, преподаватель иностранного языка в вузе должен все больше внедрять такие технологии обучения, которые бы способствовали эффективному обучению коммуникации на иностранном языке. Речь идет об инновационных личностно-ориентированных технологиях, среди которых одно из основных мест занимает технология обучения в сотрудничестве (cooperative learning). Основной принцип данной технологии – это активная самостоятельная познавательная деятельность студентов, обучение коммуникации на иностранном языке (англ.) в малых группах по 3-4 человека, сформированных из студентов с разным уровнем владения иностранным языком.

Целесообразность такого обучения обусловлено несколькими причинами. Во-первых, такая форма организации обучения создает высокую мотивацию учебной деятельности, заинтересованность в обучении, формирует положительную оценку, настраивает на успех, так как сильные студенты всегда могут помочь слабым студентам в выполнении задания. Во-вторых, на занятиях с применением данной технологии развиваются некоторые личностно-психологические навыки, реализуемые в ходе совместной познавательной деятельности. В-третьих, применение технологии обучения в сотрудничестве на занятиях по иностранному языку в вузе реализует принцип индивидуализации и гуманизации обучения (все задания разработаны преподавателем индивидуально для каждого студента с учетом его (ее) уровня владения английским языком; по этому же принципу формируются учебные группы.). [1]

Основная задача данного исследования - это провести обучающий эксперимент и разработать методику работы над темой «Неисправности транспортного средства».

Объектом данной работы выступает процесс реализации разработанной методики на примере отдельного занятия по обучению профессиональному общению по дисциплине «Практикум по иностранному языку (англ.)» у студентов второго курса Автомобильно-дорожного института Пензенского государственного университета архитектуры и строительства. Занятие проводилось в группе, состоящей из 12 студентов с разным уровнем владения английским языком (10% - отлично, 30 (35)% - хорошо, 60 (65)% - удовлетворительно).

Предлагаем результаты проведенного обучающего эксперимента и основные выводы, к которым удалось прийти в ходе работы.

Занятие-эксперимент «Неисправности транспортного средства»
на английском языке

Тема урока: «Неисправности транспортного средства» («Vehicle Breakages»)

Цель урока:

- 1) развитие познавательной и коммуникативной деятельности студентов;
- 2) развитие слухомоторных навыков по восприятию иноязычной речи печатного или электронного текста профессиональной направленности;
- 3) развитие навыка групповой или командной работы и совместной познавательной деятельности;
- 4) обучение работе с новой языковой информацией на основе специального аутентичного или частично адаптированного текста;
- 5) формирование навыка поиска, отбора и анализа новой информации;
- 6) обучение ведению дискуссии на заданную тему, способам выражения собственного мнения, согласия, несогласия.

Задачи урока:

- знакомство с оригинальными или частично адаптированными специальными текстами по теме «Неисправности транспортного средства»;
- выполнение каждым членом группы индивидуального задания по предложенному тексту;
- участие студентов в «экспертном» обсуждении результатов выполнения индивидуальных и общих групповых заданий;
- составление устного монологического высказывания по заданной теме;
- составление тестовых заданий контроля понимания нового языкового материала.

Оснащение урока и материалы, используемые на уроке:

- Компьютерный класс с выходом в Интернет;
- Печатный материал учебной лексики с английскими формулами выражения согласия/несогласия, собственного мнения на заданную тему;
- Печатный учебный материал с аутентичными или частично адаптированными специальными текстами на английском языке одной тематической направленности: Text 1 – Instructions for checking spark plugs, Text 2 – Instructions for checking tyres and fuel level, Text 3 – Noise indicators for vehicle breakages [2];
- Карточки с заданиями на понимание содержания текстов;
- Тестовые задания для контроля усвоенного учебного материала;
- CD-ROM «Говорящий оксфордский словарь и уникальная система изучения новых слов»

Затись на доске: «Vehicle Breakages»

Ход урока

1. Организационный момент. (3-4 минуты)

1) Сообщение студентам о целях и задачах урока.

Good morning, dear students! Today you'll learn some new information on vehicle breakages and how to check and fix them. You are having a great opportunity to study the new material together in small groups. Remember the following:

- 1) work in groups and be active;
- 2) help together as the group mark is composed of your individual marks;
- 3) use electronic dictionaries and any Internet resources;
- 4) apply for the teacher's help if you need;
- 5) while speaking to your group on the contents of your text be logical and don't be in a hurry. Be sure that everyone understand you ready to answer your questions and do the test at the end;
- 6) mark the results of the test in a checking list;

7) discuss the assignments using special English set phrases;

8) speak English!

2) Распределение студентов по 4 группам. В каждой группе должно быть 3 студента с разным уровнем владения английским языком, то есть 1 слабый студент, 1 – сильный студент и 1 студент со средним уровнем подготовки.

2. Основная часть урока (Время - 85 минут)

2.1 Работа со специальными текстами. (20 минут)

Каждый участник группы получает свой текст для чтения: Text 1 – Instructions for checking spark plugs, Text 2 – Instructions for checking tyres and fuel level, Text 3 – Noise indicators for vehicle breakages. Все тексты распределены по уровню сложности и уровню владения студентами английским языком. Внутри одной группы студенты работают над разными текстами. Студенты знакомятся с содержанием оригинальных или частично адаптированных специальных текстов и нового языкового профессионального материала, используя Интернет ресурсы, электронные словари и CD-ROM «Говорящий оксфордский словарь и уникальная система изучения новых слов».

2.2 Обмен информацией о содержании текста на русском языке – «встреча экспертов» (expert groups). (10-15 минут)

После знакомства с текстом студенты из разных групп, которые получили одни и те же тексты, встречаются и обмениваются информацией о том, как они поняли содержание данного текста, выполняя задания к тексту.

Teacher.:

- compare your answers for the questions

- compare your answers for the test

- work out a common answer

2.3 Обмен новой информацией о своих текстах с участниками своей группы. (20-25 минут)

После встречи экспертов студенты возвращаются в свои группы и по очереди рассказывают о том, что нового они узнали о содержании своего текста.

Teacher.:

- take turns retelling the texts you have prepared

2.4 Проверка степени усвоения содержания текста и новой профессиональной лексики. (10 минут)

Проверка проводится между членами группы на предмет понимания содержания каждого прослушанного текста. Используются задания, предложенные преподавателем или тестовые задания на компьютере.

Teacher.:

- let your team-mates take the True- False test

- explain them the details

- as you listen to your group-mates don't forget to take notes

3. Заключительная часть занятия.

3.1. Монологические сообщения по теме. Обсуждение содержания специальных текстов всей группой.

(The whole class discussion). (10-15 минут)

Ok. You've read the texts and learnt about main vehicle breakages. Speak on them and the ways how to check and fix them. While listening to your classmates be ready to add some information, correct it and give your arguments for or against.

3.2. Оценка работы всех членов группы, запись результатов работы в лист контроля. (2-3 минуты)

В конце занятия студентам необходимо оценить работу всех членов своей группы и записать результаты в лист контроля, сдать результаты преподавателю.

Teacher.:

№ 3(42) 2013 (июль-сентябрь) Образование и кадры

– don't forget to fill the checking list and hand it to your teacher

Домашнее задание: составить тестовые задания для контроля нового языкового материала на английском языке (вопросы к текстам с множественным выбором, задания типа True-False).

Подведение итогов занятия.

Образцы учебного материала:

1) *специальные тексты для чтения разного уровня сложности и объема:*

Text 1 – Instructions for checking spark plugs.

To check spark plugs you should do the following things:

- *remove the cover;*
- *place the spanner over the spark plug;*
- *rotate the plug anti-clockwise until it is loose;*
- *remove the plug from the socket;*
- *examine the gap and check that it is clean;*
- *insert a gauge in the gap;*
- *check that the gap is between 0.65 and 1.00 mm wide;*
- *replace the plug in the socket;*
- *rotate the plug clockwise until it is hand-tight;*
- *place the spanner over the plug and give a quarter turn clockwise;*
- *do not overtighten the plug;*
- *replace the cover.*

Text 2 – Instructions for checking tyres and fuel level.

To check the tyre pressure place the gauge on valve to increase tyre pressure and pump the air in. You'd better use a foot pump to pump up the tyres. It doesn't need a great effort to pump up the tyres.

If the engine doesn't start the first thing you should check is the fuel level in the tank.

When the level of fuel in the fuel tank is low, fuel warning light switches on and the driver can see that he needs some petrol and he must fill it in the petrol tank. Normally the fuel tank comprises about 20-25 liters of fuel.

If you notice some noise from the tank and see the rapid leakage of fuel, stop the car and check if the fuel tank is broken or has a hole.

Text 3 – Noise indicators for vehicle breakages.

Every driver is worried when he or she can hear some noise coming from his or her car. These noises may be divided into four groups according to the place they come from:

- noises from the engine

Hiss or whistle. If it's noticeable when the car is stopped but the engine is running, it's probably a broken or missing vacuum hose. This can economy and cause your engine to race, shake or idle poorly.

Clatter-clatter. A light tapping or clicking that occurs for a few minutes when the engine hasn't run for a while isn't a problem. It's valve lifters that need to refill with engine oil upon starting. Should the problem persist, you may need an oil and lifter change. Consult a mechanic.

- noises from the brakes

Grind or scrape. A metal-on-metal sound when braking signals worn brake linings. Have a mechanic check the system at once.

Squeak or squeal. This could be normal for some disc brakes on braking. But it could indicate greasy or worn brake linings. It might also come from a brake-wear sensor. Get your brakes checked.

- noises from the tyres

Thump. If increasing and and decreasing as vehicle speed changes, this sound could indicate flat spots on tyres or broken belts inside them.

2) Учебная лексика, необходимая для ведения дискуссии на английском языке (способы выражения согласия и несогласия, собственного мнения и др.) в форме раздаточного материала:

Я полностью согласен с... – I fully agree with...

Это хорошая идея, однако... - It's a good idea, but (however)...

Я не согласен, потому что... - I disagree because...

К сожалению, я не могу согласиться с... - I'm afraid I can't agree with ...

По моему мнению, моя точка зрения... - in my view, from my point of view, in my opinion, to my mind

Я (не) считаю, (не) думаю, (не) уверен, что... - I (don't) believe, think (consider), am (un)convinced that...

Честно говоря... - To be honest with you...

Если вы спросите меня... – If you ask me...

Мне кажется, что... - It seems to me that...

Я бы поспорил, что... – I would argue that...

Этим я хочу сказать, что... - By this I mean...

С одной стороны, с другой стороны... - From one hand, from the other hand...

Во-первых, во-вторых... - In the first, in the second...

3) Задания на проверку понимания прочитанных специальных текстов:

a) вопросы разного уровня сложности и разного количества в зависимости от каждого текста:

Текст 1

1. What are the important steps to replace the spark plugs?

2. How much is the gap?

3. Why is it important not to overtighten the plug?

4. What tools are used while fixing?

Текст 2

1. How to increase the tyre pressure?

2. When the driver should fill in the petrol tank?

3. What does the noise from the tank indicate?

4. It isn't easy to pump up the tyres, is it?

Текст 3

1. What is the classification of noises from the car based on?

2. How to learn about the problems with the valve lifters?

3. What is common thing for disc brakes?

4. Is it always necessary to get your car checked or you can do it yourself?

5. How can you explain the mechanic the noise from the tyres?

b) задания типа «Верно-Неверно»:

Текст 1

1. You should rotate the plug clockwise until it is hand-tight when replacing it.

2. The socket is to be clean.

3. It is important that the gap is measured with the spanner and it is to be between 0.65 and 1.00 mm wide.

4. Don't forget to replace the cover at the end of the work.

Текст 2

1. To check the tyre pressure place the gauge on the tyre to increase tyre pressure and pump the air in.

2. The foot pump is the best means to check the tyre pressure.

№ 3(42) 2013 (июль-сентябрь) Образование и кадры

3. The adequate level of fuel is necessary to make the engine start.

4. Fuel warning light switches on when you're nearly out of fuel.

Текст 3

1. There are three groups of noises to pay attention to: noises from the engine, noises from the tyres and noises from the braking system.

2. When a vacuum hose is out of order you can hear a hiss and the engine shaking.

3. Squeak indicates broken brake-wear sensor. Get your brakes checked.

4. Flat tyres cause the noise of a thump when changing the speed.

5. When the clatter keeps on while starting the car it isn't a great problem.

6. Worn brake linings should be replaced at once otherwise you feel as you are driving a metal box.

с) Тестовые задания на множественный выбор, составленные студентами в качестве домашнего задания:

1. Place the.... and measure the gap in the spark plug.

a) gauge

b) spanner

c) lining

d) starter

2.you fix the fuel pump, please?

a) can

b) could

c) must

d) may

3. The click may indicate a.... brake lining.

a) flat

b) worn

c) jammed

d) replaced

4. I can hear some.....It's like bird's singing.

a) chirp

b) ping

c) clatter

d) squeal

5. The engine is out of

a) petrol

b) order

c) belt

d) oil

6. Do you often check the braking system? -

a) Yes, I don't

b) No, I don't. Very often.

c) every year

d) Yes, I am

7. There is some noise from the steering wheel when starting the.....

a) brakes

b) engine

c) pushing up the tyres

d) filling in the petrol

8. When ...you ... your fuel pump last?

a) do...check

b) can...check

- c) did ...check
d) have...check
9. If the petrol tank is ..., fill it up.
a) loose
b) worn
c) open
d) empty
10. My engine doesn't ... at low speed.
a) go
b) run
c) stop
d) start
11. Replace ... in the socket.
a) the plug
b) the gauge
c) the water pump
d) the oil
12. When the fuel level is low, fuel warning light...on.
a) signals
b) switches
c) pushes
d) stops

Таким образом, в результате проведенного занятия-эксперимента по обучению английскому профессиональному языку в неязыковом вузе с использованием технологии обучения в сотрудничестве удалось прийти к следующим выводам:

1) цель урока достигнута: студенты обучались групповой или командной работе со специальными текстами, развивали слухомоторные навыки, познавательную и коммуникативную деятельность в сфере профессионального общения на английском языке;

2) задачи урока выполнены: студенты познакомились с содержанием специальных текстов в рамках основной темы занятия, выполнили упражнения на проверку понимания нового языкового материала, составили монологическое устное высказывание по теме, участвовали в обсуждении ответов к заданиям, оценили деятельность членов своей группы;

3) занятие было построено методически грамотно, все этапы урока тесно взаимосвязаны, студенты проявляли высокую творческую активность;

4) были использованы все виды речевой деятельности: аудирование, чтение, говорение и письмо;

5) соблюдая концепцию гуманизации обучения, была организована эффективная работа в группах, сформированных таким образом, что студенты с высоким уровнем знания иностранного языка могли помочь студентам, у которых уровень английского языка не высокий;

6) дифференцированные задания по уровню сложности способствовали повышению мотивации в процессе обучения;

7) обучение в группах потребовало от студентов раскрытия некоторых личностных характеристик, таких как самостоятельность и самоорганизация, а также развития познавательной и коммуникативной компетенции;

8) студенты впервые присутствовали на таком занятии, не все смогли составить тестовые задания в отведенное на это время, поэтому домашнее задание предусматривало завершение этой работы.

В заключении хотелось бы отметить, что данный эксперимент и наши наблюдения показали, что применение технологии сотрудничества в обучении профессионально-ориентированному английскому языку в техническом вузе способствует эффективному

овладению предметом, повышает мотивацию обучения, реализует личностно-ориентированный подход, увеличивает время для устной речевой практики, создает условия для дифференциации и индивидуализации обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурденюк, Г. М. Управление самостоятельной учебной деятельностью при обучении иностранным языкам [Текст] / Г. М. Бурденюк. - Кишинев: Штиинца. - 1998. - С. 129.
2. Козина, Т. А. Деловое общение на английском языке [Текст] / Т. А. Козина. - Пенза.: ПГУАС. - 2012. - 125 с.

Козина Татьяна Анатольевна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28
Канд. фил. наук, доцент кафедры «Иностранные языки»
E-mail: tatianak58@mail.ru

Абубекаров Марат Расимович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28
Студент
E-mail: tatianak58@mail.ru

T. A. KOZINA, M. R. ABUBEKAROV

TECHNOLOGY TRAINING IN COOPERATION AS EFFECTIVE MEANS OF FORMATION COMMUNICATIVE COMPETENCE IN PREPARATION SPECIALISTS MOTOR COMPLEX

The article deals with the concept of cooperative learning as an effective means in foreign language teaching at high school to create the communicative ability. The results of the experimental class using the given technology have been offered.

Keywords: cooperative learning, communicative ability, team work, method of foreign language teaching.

BIBLIOGRAPHY

1. Burdenyuk, G. M. Upravlenie samostoyatel'noy uchebnoy deyatel'nost'yu pri obuchenii inostrannym yazykam [Tekst] / G. M. Burdenyuk. - Kishinev: SHtiintsa. - 1998. - S. 129.
2. Kozina, T. A. Delovoe obshchenie na angliyskom yazyke [Tekst] / T. A. Kozina. - Penza.: PGUAS. - 2012. - 125 s.

Kozina Tatiana Anatolievna

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"
Address: 440028, Penza city. Titova, 28
Candidate. phil. , assistant professor of "Foreign Languages"
E-mail: tatianak58@mail.ru

Abubekarov Marat Rasimovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"
Address: 440028, Penza city. Titova, 28
Student
E-mail: tatianak58@mail.ru

И. А. ГАРЬКИНА, А. М. ДАНИЛОВ, С. А. ПЫЛАЙКИН

**ТРЕНАЖЕРЫ И ИМИТАТОРЫ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ:
ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА**

Определяются критерии оценки оператором динамических характеристик объекта управления. Рассматривается настройка имитаторов, исходя из параметров объекта в режиме нормального функционирования. Предлагаются методы выбора параметров вычислительного цикла по заданным техническим характеристикам объекта управления. Приводится пример реализации.

Ключевые слова: транспортные эргатические системы, математическое моделирование, выбор параметров вычислений, оценка качества.

Современные тренажеры являются эффективными и безопасными средствами не только при первоначальном обучении, но и повышении мастерства операторов, переучивании и поддержании их квалификации. Основными потребителями являются учебные центры по подготовке летчиков, центры переучивания и сертификации пилотов гражданской авиации для работы на зарубежных типах самолетов, центры подготовки специалистов флота, учебные заведения железнодорожного транспорта; отмечается целесообразность создания тренажных комплексов для операторов АЭС и опасных химических производств; для обучения и поддержания навыков вождения автомобильным транспортом. Ярким примером подготовки специалистов по эксплуатации автомобильной техники и ремонтных подразделений служит использование уникального по своим возможностям тренажерного комплекса ТВ-543, предназначенного для обучения и поддержания навыков вождения механиков-водителей многоосного колесного тягача на базе МАЗ-543 без расхода моторесурса и горюче-смазочных материалов. Приобретение оператором необходимых навыков с наименьшими затратами материальных средств позволяют компьютерные технологии. По мнению методистов 10... 15% учебного времени, отведенного на практические занятия за рулем автомобиля, необходимо заменять обучением на автотренажере [1, 2].

Задачи имитации заключаются в воспроизведении штатных условий функционирования транспортных средств, предпосылок возникновения особых ситуаций и их протекания как при правильных, так и неправильных действиях оператора в принятом для имитации диапазоне ожидаемых условий эксплуатации. Одним из наиболее сложных и важных этапов в создании тренажеров является разработка имитатора движения транспортного средства (в авиационных тренажерах – имитатора динамики полета). Он связан с построением рациональных математических моделей на базе гибкого модульного программно-математического обеспечения, автоматизации проектирования и испытаний, разработки методик идентификации и корректировки моделей по различным классам транспортных средств. Естественно, структура модели должна обеспечить возможность корректировки выходных характеристик тренажера под реальные технические характеристики объекта, а также оператора [3...5]. Требуемая точность моделирования технических характеристик будет определяться по заложенным в техническом задании обучающим свойствам тренажера (в соответствии с разработанными критериями по всем режимам функционирования транспортных средств и из условий формирования полноценных профессиональных навыков при обучении на тренажере). Имитационные свойства тренажера должны оцениваться на основе объективных показателей, непосредственно связанных с результирующими характеристиками управления объектом с учетом основных эргономических характеристик (методика формирования объективных оценок должна предусматривать возможность сравнения групп показателей для условий тренажера и объекта). Достижение совпадения управляющих воздействий оператора в условиях тренажера и реального объекта практически невозможно (тренажер будет не менее сложным, чем сам объект). Так что реальной является возможность формирования у опера-

тора на тренажере ложного навыка по управлению объектом (принято считать, что число выходов на тренажер не должно превышать семи). Пока в большинстве случаев нет методов по определению допусков на показатели даже эталонного управления («идеальным оператором»; характеризуется программой (непрерывными и дискретными показателями, определяемыми во временной области, а также рядом функций от параметров состояния)). Поэтому при оценке имитационных характеристик тренажера данные по управлению объектом используются лишь на уровне качественного анализа.

Ниже, не претендуя на полноту, ограничимся решением некоторых актуальных задач, связанных с разработкой и настройкой имитаторов транспортных средств, описываемых уравнением

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t),$$

где \mathbf{x}, \mathbf{u} - векторы выходных координат и управляющих воздействий соответственно, \mathbf{A}, \mathbf{B} - матрицы размерности $n \times n$ и $m \times m$ соответственно. В простейшем случае управляющее воздействие оператора [6]:

$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{P}\mathbf{x}(t),$$

а при учете запаздывания (латентный период идеомоторной реакции):

$$\mathbf{u}(t) = \mathbf{P}\mathbf{x}(t - \tau).$$

Влияние запаздывания определится соответствующими решениями двух начальных задач:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}_1\mathbf{x}(t), \mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0,$$

$$\dot{\mathbf{y}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{y}(t) + \mathbf{B}_1\mathbf{y}(t - \tau),$$

$$\mathbf{B}_1 = \mathbf{B}\mathbf{P}, \quad \mathbf{A}_1 = \mathbf{A} + \mathbf{B}\mathbf{P},$$

$$\mathbf{y}(t - \tau) \equiv \mathbf{x}_0 \text{ при } t - \tau \leq t_0$$

(разностью $\mathbf{x}(t) - \mathbf{y}(t)$ при $t \geq \tau$).

Методом резольвентного оператора при малых значениях τ (пренебрегая величинами порядка τ^2) и $t_k = t_0 + k\tau$ можно показать:

$$\mathbf{x}_k - \mathbf{y}_k = \tau^2 k \mathbf{B}\mathbf{P}(\mathbf{A} + \mathbf{B}\mathbf{P})\mathbf{x}_0 \text{ при } k \geq 2,$$

$$\mathbf{x}_1 = \mathbf{x}_0 + \tau \mathbf{A}_1 \mathbf{x}_0, \quad \tau \mathbf{A}_1 \mathbf{x}_0 = \mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_0,$$

$$\mathbf{y}_1 = \mathbf{y}_0 + \tau(\mathbf{A}\mathbf{y}_0 + \mathbf{B}_1\mathbf{y}(t_0 - \tau)) = \mathbf{x}_0 + \tau \mathbf{A}_1 \mathbf{x}_0 = \mathbf{x}_1.$$

Воспользовавшись методом Эйлера с шагом интегрирования τ , можно получить другую оценку [7], лишь незначительно отличающуюся от предыдущей:

$$\mathbf{x}_k - \mathbf{y}_k = \tau^2 \mathbf{B}\mathbf{P}(k-1)(\mathbf{A} + \mathbf{B}\mathbf{P})\mathbf{x}_0,$$

а при шаге $\delta = \frac{\tau}{m}$:

$$\mathbf{x}_k - \mathbf{y}_k = \frac{k(k-1)}{2} \delta^2 \mathbf{B}\mathbf{P}(\mathbf{A} + \mathbf{B}\mathbf{P})\mathbf{x}_0, \quad k \leq m,$$

$$\mathbf{x}_{m+1} - \mathbf{y}_{m+1} \approx \frac{m(m+1)}{2} \delta \mathbf{B}\mathbf{P}(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_0), \quad k > m,$$

$$\mathbf{x}_{m+j+1} - \mathbf{y}_{m+j+1} = \delta \left(\frac{m(m-1)}{2} + jm \right) \mathbf{BP}(\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_0), \quad 1 < j \leq m-1.$$

На основе полученных соотношений легко устанавливаются требования по запаздыванию к различным модулям тренажера (системы визуализации, подвижности и т.д.).

При интегрировании уравнений движения шаг должен выбираться в зависимости от величины запаздывания. Например, если запаздывания τ_1, τ_2 в системе

$$\left. \begin{aligned} x'(t) &= a_{11}x(t) + a_{12}y(t) + b_1(p_1x(t-\tau_1) + p_2y(t-\tau_2)) \\ y'(t) &= a_{21}x(t) + a_{22}y(t) + b_2(p_1x(t-\tau_1) + p_2y(t-\tau_2)) \end{aligned} \right\} (t \geq 0),$$

$$x(t) = S_1(t), \quad t \leq 0; \quad x(+0) = S_1(0),$$

$$y(t) = S_2(t), \quad t \leq 0; \quad y(+0) = S_2(0), \quad (\tau_1, \tau_2 \geq 0)$$

настолько малы, что ими можно пренебречь, то можно решать задачу без учета запаздывания:

$$\left. \begin{aligned} x'(t) &= (a_{11} + b_1p_1)x(t) + (a_{12} + b_1p_2)y(t) \\ y'(t) &= (a_{21} + b_2p_1)x(t) + (a_{22} + b_2p_2)y(t) \end{aligned} \right\} (t \geq 0),$$

$$x(+0) = S_1(0); \quad y(+0) = S_2(0).$$

Достаточную точность можно получить уже при шаге $h > \max(\tau_1, \tau_2)$ (в силу непрерывности зависимости от запаздывания).

Если пренебречь запаздыванием нельзя, то шаг должен соразмеряться с величиной запаздывания. В частности, при $\tau_1 = \tau_2 = \tau$ принимается $\tau = mh, m \in \{1, 2, \dots\}$.

В векторно-матричной форме имеем:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}}(t) &= \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{Q}\mathbf{T}\mathbf{x}(t) \quad (t \geq 0), \\ \mathbf{x}(t) &= \mathbf{S}(t), \quad t \leq 0, \quad \mathbf{x}(+0) = \mathbf{S}(0). \end{aligned}$$

Здесь $\mathbf{x}(t) = \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}$, $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$, $\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} b_1p_1 & b_1p_2 \\ b_2p_1 & b_2p_2 \end{bmatrix}$, $\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \mathbf{T}_\tau & 0 \\ 0 & \mathbf{T}_{\tau\tau} \end{bmatrix} = \mathbf{T}_\tau \mathbf{E}$,

где \mathbf{T}_τ - оператор сдвига: $\mathbf{T}_\tau \mathbf{z}(t) = \mathbf{z}(t - \tau)$, $\mathbf{E} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, $\mathbf{S}(t) = \begin{bmatrix} S_1(t) \\ S_2(t) \end{bmatrix}$.

На отрезке $0 \leq t \leq \tau = mh$ приближенно решается задача

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{Q}\mathbf{T}\mathbf{S}(t), \quad \mathbf{x}(+0) = \mathbf{S}(0)$$

с шагом $h^* = \frac{h}{n}$, $n \in \{1, 2, \dots\}$.

В этом случае метод Рунге-Кутты второго порядка точности дает:

$$\mathbf{x}_{j+1} = \mathbf{x}_j + h^* \mathbf{A}\mathbf{x}_j + \frac{(h^*)^2}{2} \mathbf{A}^2 \mathbf{x}_j + h^* \mathbf{Q}\mathbf{S}_{j-mn+\frac{1}{2}},$$

$$(j = 0, 1, \dots, mn-1), \quad \mathbf{x}_j = \mathbf{x}(jh^*), \quad \mathbf{S}_j = \mathbf{S}(jh^*).$$

При $t \geq \tau = mh$ с шагом h решается исходная задача с запаздыванием; метод Рунге-Кутты дает:

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{x}_k + h\mathbf{A}\mathbf{x}_k + \frac{h^2}{2}\mathbf{A}^2\mathbf{x}_k + h\mathbf{Q}\mathbf{S}_{k-m} + \frac{h^2}{2}\mathbf{Q}^2\mathbf{x}_{k-2m} \quad (k = 0, 1, \dots),$$

$$\mathbf{x}_k = \mathbf{x}(\tau + kh), \quad \mathbf{S}_k = \mathbf{S}(\tau + kh).$$

При выборе шага интегрирования следует учитывать технические характеристики объекта, прежде всего собственные частоты колебаний и декременты затухания. Действительно, рассмотрим задачу Коши

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x}, \quad \mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0,$$

где $\mathbf{x} = \mathbf{x}(t)$ - двумерная вектор-функция, \mathbf{A} - квадратная матрица.

В случае мнимых корней $-\frac{\tilde{\sigma}}{2} \pm i\omega = \frac{\sigma}{2} \pm i\omega$ ($\tilde{\sigma} \geq 0, \omega > 0$) характеристического уравнения:

$$\mathbf{x} = e^{-\frac{\tilde{\sigma}}{2}t} (\mathbf{p} \cos \omega t + \mathbf{q} \sin \omega t),$$

где \mathbf{p} и \mathbf{q} - линейно независимые векторы.

При решении численным методом с шагом h погрешность вычисления для метода Рунге-Кутты второго порядка точности

$$\mathbf{r}_k = \mathbf{x}_k - \mathbf{x}(t_k) = \frac{-1}{24} h^2 \ddot{\mathbf{f}}(\xi),$$

где $\mathbf{f}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}$, $0 < \xi_k < t_k$.

Так как $\mathbf{f}(t) = \dot{\mathbf{x}}$, то $\mathbf{r}_k = \frac{-1}{24} h^2 \dot{\mathbf{f}}(\xi_k)$, $0 < \xi_k < t_k$.

Имеем:

$$\dot{\mathbf{x}} = e^{-\frac{\tilde{\sigma}}{2}t} \left(\mathbf{p} \left(-\frac{\tilde{\sigma}}{2} \cos \omega t - \omega \sin \omega t \right) + \mathbf{q} \left(\omega \cos \omega t - \frac{\tilde{\sigma}}{2} \sin \omega t \right) \right),$$

$$\mathbf{p} = \mathbf{x}_0, \quad \omega \mathbf{q} - \frac{\tilde{\sigma}}{2} \mathbf{p} = \mathbf{A}\mathbf{x}_0;$$

$$|\mathbf{r}_k| \leq \frac{h^2}{24} e^{-\frac{\tilde{\sigma}}{2}\xi_k} \left(\frac{\tilde{\sigma}}{2} + \omega \right)^3 (|\mathbf{p}| + |\mathbf{q}|) \leq \frac{h^2}{24} \left(\frac{\tilde{\sigma}}{2} + \omega \right)^3 (|\mathbf{p}| + |\mathbf{q}|).$$

Из условия $|\mathbf{r}_k| < \varepsilon$ следует [8]

$$h^2 < \frac{24\varepsilon}{(|\mathbf{p}| + |\mathbf{q}|) \left(\frac{\tilde{\sigma}}{2} + \omega \right)^3}.$$

Как видим, шаг интегрирования h должен выбираться в зависимости от декремента затухания $\frac{\tilde{\sigma}}{2}$ и частоты ω :

$$h^2 < \frac{\beta}{\left(\frac{\tilde{\sigma}}{2} + \omega \right)^3}, \quad \beta = \frac{24\varepsilon}{|\mathbf{p}| + |\mathbf{q}|}.$$

В большинстве случаев при ручном управлении транспортными средствами $\omega \in (2, 10)c^{-1}$, при этом комфортные ощущения оператора достигаются при значениях $\xi \in (0, 4; 0, 9)$.

Организация вычислительного процесса в базовом вычислителе тренажера связана с решением и других не менее важных задач: группировка функций однотипного аргумента для совместной обработки (обработанные данные не должны отличаться от исходных более, чем на заданную величину погрешности); переаргументация функций, сортировка, сложение и умножение функций на константу, усреднение и т.д. (выходными документами системы являются графики обработанных функций, таблицы технических характеристик, машинные носители информации, выпускаемые в структуре базового вычислителя) для уменьшения количества аргументов (обычно до трех). По результатам обработки исходной информации и определяются технические характеристики объекта (режим реального времени, интерактивная процедура отображения).

Приведенные результаты прошли практическую апробацию и показали эффективность при разработке тренажеров по подготовке операторов различных транспортных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родионов, Ю. В. Определение и нормирование риска водителей при обеспечении безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте [Текст] / Ю. В. Родионов, А. С. Ветохин // Автотранспортное предприятие. - 2010. - №1. - С. 49-51.
2. Родионов Ю. В., Ветохин А.С. Современная концепция обучения и повышения квалификации водителей на автомобильном транспорте [Текст] / Ю. В. Родионов, А. С. Ветохин // Автотранспортное предприятие. - 2008. - №6. - С. 20-26.
3. Будылина, Е. А. Основные принципы проектирования сложных технических систем в приложениях [Текст] / Е. А. Будылина, И. А. Гарькина, А. М. Данилов, А. С. Махонин // Молодой ученый. - №5(52), Том 1. - 2013. - С.39-42.
4. Гарькина, И. А. Транспортные эргатические системы: информационные модели и управление [Текст] / И. А. Гарькина, А. М. Данилов, С. А. Пылайкин // Мир транспорта и технологических машин. №1(40). - 2013. - С.115-122.
5. Данилов, А. М. Формализация оценки оператором характеристик объекта управления [Текст] / А. М. Данилов, Э. Р. Домке, И. А. Гарькина // Информационные системы и технологии. - №2 (70). - 2012. - С. 5-11.
6. Данилов, А. М. Математическое моделирование управляющих воздействий оператора в эргатической системе [Текст] / А. М. Данилов, И. А. Гарькина, Э. Р. Домке // Вестник МАДИ, №2. - 2011. - С.18-23.
7. Данилов, А. М. Влияние временного запаздывания при имитационном моделировании динамических систем / А. М. Данилов, И. А. Гарькина, Э. В. Лапшин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - №1. - 2007. - С.74-90.
8. Будылина, Е. А. Имитационное моделирование: оценка длительности вычислительного цикла по параметрам объекта [Текст] / Е. А. Будылина, И. А. Гарькина, А. М. Данилов, А. С. Махонин // Новый университет. Серия «Технические науки». - №2(12). - 2013. - С.7-10.

Гарькина Ирина Александровна

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

Д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры математики и математического моделирования

E-mail: fmatem@pguas.ru

Данилов Александр Максимович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

Д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой математики и математического моделирования

E-mail: regas@pguas.ru

Пылайкин Сергей Александрович

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

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

Аспирант

E-mail: dekauto@pguas.ru

TRAINERS AND SIMULATORS OF TRANSPORT SYSTEMS: CHOICE OF CALCULATION SETTINGS, QUALITY ASSESSMENT

It is shown how the operator determines the quality of the object, when it makes the control action. The tuning of simulators based on the parameters of the object in normal operation is considered. The methods of selecting the parameters of computing cycle on the characteristics of the control object are given. Is illustrated by an example.

Keywords: *ergatic transport systems, mathematical modeling, choice of calculation settings, quality assessment.*

BIBLIOGRAPHY

1. Rodionov, YU. V. Opredelenie i normirovanie riska voditeley pri obespechenii bezopasnosti do-rozhnogo dvizheniya na avtomobil'nom transporte [Tekst] / YU. V. Rodionov, A. S. Vetokhin // Avtotransportnoe predpriyatie. - 2010. - №1. - S. 49-51.
2. Rodionov YU. V., Vetokhin A.S. Sovremennaya kontsepsiya obucheniya i povysheniya kvalifikatsii vodi-teley na avtomobil'nom transporte [Tekst] / YU. V. Rodionov, A. S. Vetokhin // Avtotransportnoe predpriyatie. - 2008. - №6. - S. 20-26.
3. Budylna, E. A. Osnovnye printsipy proektirovaniya slozhnykh tekhnicheskikh sistem v prilozheniyakh [Tekst] / E. A. Budylna, I. A. Gar'kina, A. M. Danilov, A. S. Makhonin // Molodoy uchenyy. - №5(52), Tom 1. - 2013. - S.39-42.
4. Gar'kina, I. A. Transportnye ergaticheskie sistemy: informatsionnye modeli i upravlenie [Tekst] / I. A. Gar'kina, A. M. Danilov, S. A. Pylaykin // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin. №1(40). - 2013. - S.115-122.
5. Danilov, A. M. Formalizatsiya otsenki operatorom kharakteristik ob"ekta upravleniya [Tekst] / A. M. Danilov, E. R. Domke, I. A. Gar'kina // Informatsionnye sistemy i tekhnologii. - №2 (70). - 2012. - S. 5-11.
6. Danilov, A. M. Matematicheskoe modelirovanie upravlyayushchikh vozdeystviy operatora v ergatiche-skoj sisteme [Tekst] / A. M. Danilov, I. A. Gar'kina, E. R. Domke // Vestnik MADI, №2. - 2011. - S.18-23.
7. Danilov, A. M. Vliyanie vremennogo zapazdyvaniya pri imitatsionnom modelirovanii dinamiche-skikh sis-tem /A. M. Danilov, I. A. Gar'kina, E. V. Lapshin // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Tekhnicheskie nauki. - №1. - 2007. - S.74-90.
8. Budylna, E. A. Imitatsionnoe modelirovanie: otsenka dlitel'nosti vychislitel'nogo tsikla po parametram ob"ekta [Tekst] / E. A. Budylna, I. A. Gar'kina, A. M. Danilov, A. S. Makhonin // Novyy univer-sitet. Seriya "Tekhnicheskie nauki". - №2(12). - 2013. - S.7-10.

Garkina Irina Aleksandrovna

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, ul. Titova, 28

Dr. Sc. , Associate Professor, Professor, Department of Mathematics and Mathematical Modeling

E-mail: fmatem@pguas.ru

Danilov Alexander Maksimovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, ul. Titova, 28

Dr. Sc. , Professor, Head of the Department of Mathematics and Mathematical Modeling

E-mail: regas@pguas.ru

Pylyaykin Sergey Aleksandrovich

FGBOU VPO "Penza State University of Architecture and Construction"

Address: 440028, Penza, ul. Titova, 28

Graduate student

E-mail: dekauto@pguas.ru

УДК 656.13

С. Н. ГЛАГОЛЕВ, Н. С. СЕВРЮГИНА, А. А. КОНЕВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КЛАСТЕРОВ ПРИДОРΟЖНОГО СЕРВИСА

Разработана принципиальная схема процедуры оценки внешних факторов и выработки стратегических альтернатив развития территорий региона. Предложена математическая модель оценки эффективности развития территорий региона по оптимальному уровню сложности, с целью вовлечения их в систему придорожного сервиса.

Ключевые слова: Система, придорожный сервис, регион, развитие.

На современном этапе развития регионов РФ, особую актуальность приобретает решение вопросов, связанных с наиболее эффективным и рациональным использованием полезных территорий региона, в частности занятых предприятиями придорожного сервиса.

Наиболее эффективным методом организации пространства при оценке приемлемости территорий к вовлечению в систему придорожного сервиса, на наш взгляд, является – функциональное зонирование региональных территорий (ФЗРТ), которое можно характеризовать как метод рациональной организации и использования полезного пространства на территории региона, заключающийся в выделении отдельных зон (участков), предназначенных для особых видов деятельности человека.

Стоит заметить, что ФЗРТ направлено на обоснованное, оптимальное выделение относительно однородных по природным особенностям и техногенной нагрузке участков на предмет рационального хозяйственного использования земель с учетом геоэкологической ситуации, а с другой – на повышение конкурентного статуса территории [1, 4].

Технология функционального зонирования региональных территорий системно структурирована, и, безусловно, носит комплексный характер.

Структурированность региональных территорий проявляется множеством упорядоченных компонентов, элементы которых динамично взаимосвязаны. Следует уточнить, что структура функциональных зон обладает специфическими и присущими только им свойствами:

- существование в течение определенного периода посредством связующего приспособления для сохранения компонент и их отношений;
- чувствительность к воздействию и возмущению макро- и мезосреды [1, 2].

Структурные связи территории региона (организационные, экономические, технологические) динамичны. Они меняются по мере трансформации потребностей населения, функций и ментальности руководителей, информационных потоков, базовых условий территории, возмущений внешней среды.

Эволюционируя, структурные элементы и связи между ними приобретают новые свойства.

Обновленные территориальные структуры и связи должны не только быстро адаптироваться к условиям неопределенности макро- и мезо- среды, уметь сохранять устойчивость, но и повышать эффективность, выраженную через показатели стоимости и конкурентного статуса территории.

Эффективность структурированных систем, в нашем случае выделяемых для функционирования предприятий придорожного сервиса (кластеров придорожного сервиса), может быть описана моделью [2]:

$$F(X, Y, Pr, SV, SW, EK) \rightarrow \text{extremum}, \quad (1)$$

где X – входы системы;

Y – выходы системы;

Pr – процессы системы;

SV – свойства элементов системы;

SW – связи системы;

При проведении проектных работ по функциональному зонированию территорий, не всегда имеется возможность учесть все факторы внешнего воздействия. В связи с чем, в технологии функционального зонирования территорий особую значимость приобретает процедура оценки состояния макро- и мезо факторов и их перспективное влияние на развитие территории региона в целом.

Проведенный анализ позволил выработать алгоритм включающий принципиальную схему процедуры оценки внешних факторов и выработки стратегических альтернатив развития территории региона, схема которого представлена на рисунке 1.

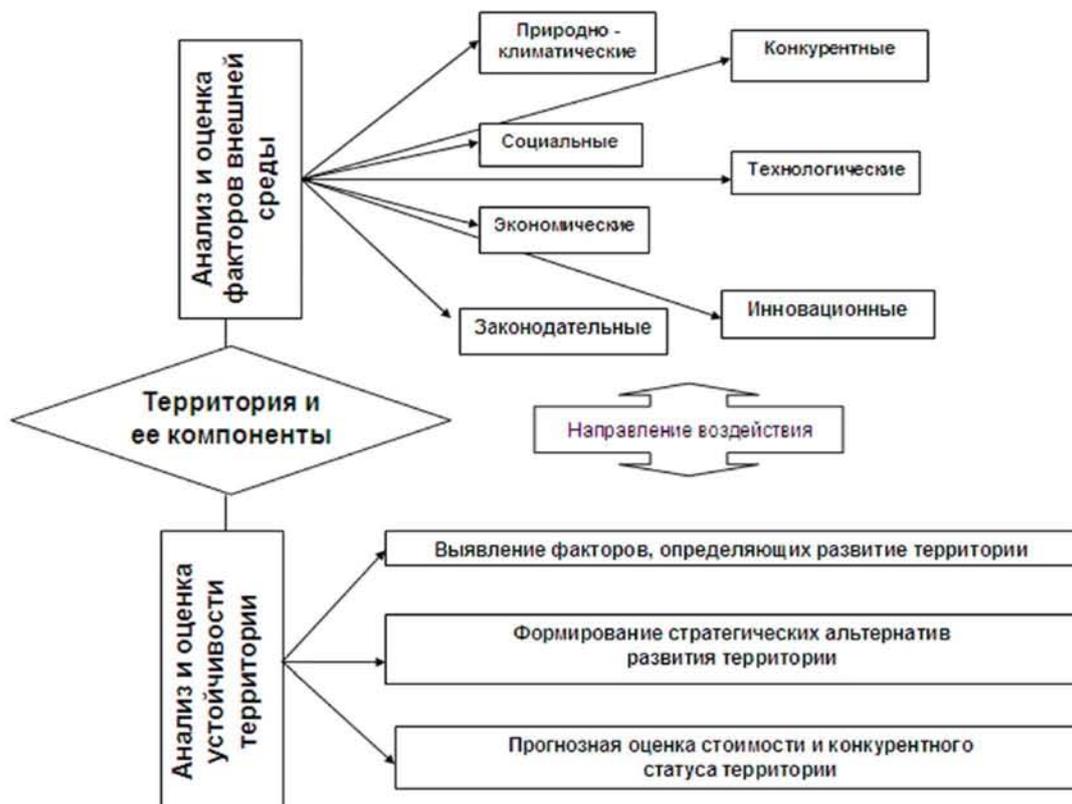


Рисунок 1 - Принципиальная схема процедуры оценки внешних факторов и выработки стратегических альтернатив территории региона

Одним из важных оценочных показателей внутренней и внешней эффективности развития территории является конкурентный статус территории региона (KCT). Особенность оценки такого показателя заключается в том, что она носит комплексный, системный характер, т.е. все стороны изучаемого явления анализируются в их взаимосвязи, при этом учитывается целый спектр факторов, влияющих на конкурентный статус.

При оценке конкурентного статуса территории и введении её в структуру формируемого кластера следует руководствоваться расчетными методиками, учитывающими интегральный характер функционального зонирования.

Проведенная оценка позволила в качестве базовых принять научные подходы к оценке конкурентного статуса, предлагаемыми такими учеными, как М. Портером, И. Ансоффом, А. А. Анучиной, О. Н. Беленовой, С. Н. Глаголевым, А. Г. Градовым, А. А. Рудычевым, Е. Д. Щетининой и пр. [1, 2, 3, 4]

Экономическая сущность конкурентного статуса территории региона (KCT) базируется на принципе продуктивности использования ресурсов территории.

Показатель продуктивности включает три составляющие [2, 4]:

- рентабельность стратегических капитальных вложений в территорию;
- степень оптимальности стратегии развития территории;
- степень соответствия потенциала данной территории.

$$KCT = \frac{I_T - I_K}{I_0 - I_K} \frac{S_T C_T}{S_0 C_0}, \quad (2)$$

где I_T - уровень стратегических капитальных вложений в территориальное развитие;

I_0 - оптимальный объем капитальных вложений, после чего увеличение приводит к снижению стоимости территории;

I_K - критический объем капитальных вложений, уменьшение которого не приводит к росту стоимости территории;

S_T - действующая стратегия развития территорий;

S_0 - оптимальная стратегия развития территорий;

C_T - имеющиеся возможности региона;

C_0 - оптимальные возможности региона.

Для расчета первый элемент формулы имеет вполне определенное количественное значение, в то время как два других показателя следует рассматривать как среднеарифметические балльные оценки (по шкале от 0 до 1) степени соответствия факторов действующей стратегии или имеющихся возможностей факторам оптимальной стратегии или оптимальным возможностям.

Для определения средневзвешенных оценок стратегии и возможностей соотношений

$\frac{S_T}{S_0}$ и $\frac{C_T}{C_0}$ выделен набор типовых факторов и характер их влияния на эффективность

территориального развития. В конечном итоге конкурентный статус территориального развития оценивается по следующей шкале:

$0 < KCT \leq 0,4$ – слабая позиция;

$0,5 < KCT \leq 0,7$ – средняя позиция;

$0,8 < KCT \leq 1,0$ – сильная позиция.

Следует учесть, что для определения степени достаточности развития стратегического потенциала территории, для создания и поддержания на высоком уровне конкурентного преимущества должны быть определены параметры ресурсов, которые могут обеспечить достижение целей развития региона в той или иной фазе жизненного цикла конкурентного преимущества территории. Сравнивая значения фактических и требуемых параметров ресурсов, следует отметить показатели соответствия фактических параметров требуемым по каждому элементу стратегического потенциала территории, которые сводят в обобщающую оценку с учетом значимости каждого элемента.

Практическое решение поставленной задачи заключается в выборе количественных критериев соответствия уровня территориального развития внешним факторам и определения для них эталонных значений.

Управление стратегическим развитием территорий региона, как элементной системы подчинено закону комбинаторики, который позволяет определить число всевозможных комбинаций из элементов данного конечного множества.

Конечность множества элементов формирующих зональность зависит от сложности рассматриваемой функциональной структуры территории, что в свою очередь позволяет учесть отдельные фазы её жизненного цикла.

Применение данного подхода представляется возможным при оценке конкурентного преимущества территории. Классическая система оценки эффективности предполагает её функциональность, выражаемую через показатель, удовлетворенности спроса как коммерческого, так и социального характера.

Идеализированная форма территориального развития предполагает выделение сегментов территорий конкурентно предпочтительных для развития на разных фазах жизненного цикла конкурентного преимущества территории. Соответственно, необходимо установить, до какого уровня сложности возможно развитие территорий в существующей структурированной системе, т.е. установить возможное число всех сочетаний из n элементов по k комбинациям обеспечивающих эффективность системы на наиболее высоком уровне.

Предлагаемая схема может быть реализована на примере расчета биномиального коэффициента $C_n^k = \binom{n}{k}$, определяемого при помощи треугольника Паскаля, представив конкурентное преимущество территории через кластерную систему из 10 элементной базы с произвольной комбинаторикой сочетаний и предложить для дальнейших расчетов математическую модель оценки эффективности развития территорий региона по оптимальному уровню сложности (рис. 2).

				0						
			1	0						
		1	1	0						
		1	2	1	0					
	1	3	3	1	0					
	1	4	6	4	1	0				
1	6	10	10	5	1	0				
1	7	15	20	15	6	1	0			
1	8	21	35	35	21	7	1	0		
8	28	56	70	56	28	8	1	1	0	

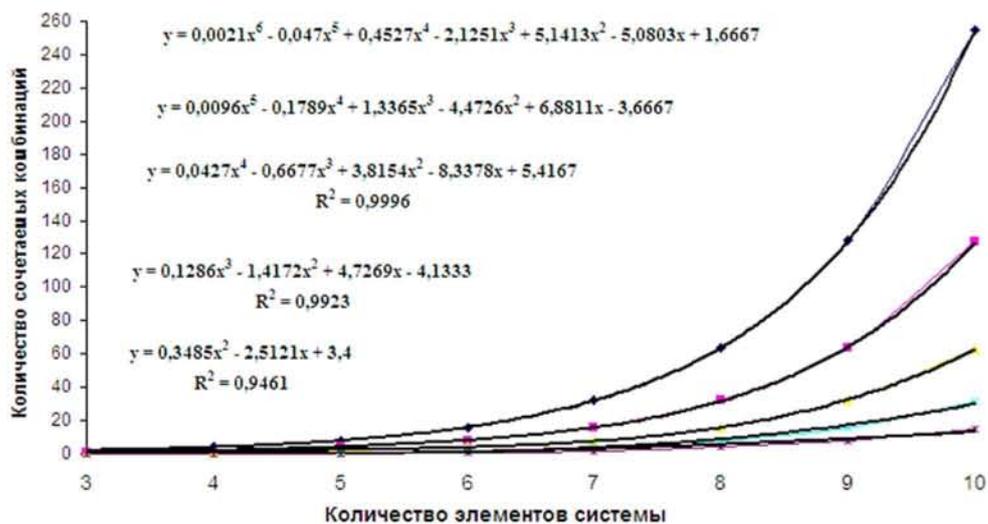


Рисунок 2 - Математическая модель оценки эффективности развития территорий региона по оптимальному уровню сложности, на примере кластера с 10-элементной базой

При варьировании уровней сложности кластерной системы каждая строка представляется совокупностью предыдущих уровней как единого модуля, что отражено в диаграмме полиномиальной линией тренда и в уравнении, степенная зависимость, которого исчисляется количеством уровней в элементной структуре, с величиной аппроксимации близкой к единице.

Предлагаемая математическая модель оценки эффективности развития территорий региона, позволяет обосновать выделения территорий под сервисные комплексы с различной сложностью функционирования в сфере оказания услуг населению, и может быть использована федеральными и региональными органами власти и управления при разработке комплексных программ кластерного развития сферы придорожного сервиса регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беленов, О. Н. Конкурентоспособность стран и регионов [Текст]: учебное пособие / О. Н. Беленов, А. А. Анучин. - М.: КНОРУС, 2011. - 144 с.
2. 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.
3. Кузьмин, Н. А. Стратегии диспетчерского управления работой грузовых автомобилей при массовых перевозках [Текст] / Н. А. Кузьмин, Д. К. Плеханов // Автотранспортное предприятие. - 2009. - №12. - С. 40-41.
4. Выборнов, В. В. Управление конкурентоспособностью фирмы [Текст]: учебное пособие / В. В. Выборнова, Е. А.Никитина, А. А. Рудычев Е. Д. Щетинина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. - 138 с.

Глаголев Сергей Николаевич

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

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

Д-р экон. наук, ректор БГТУ им. В.Г. Шухова, профессор кафедры «Сервис транспортных и технологических машин»

E-mail: rector@intbel.ru

Северюгина Надежда Савельевна

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

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

Канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой «Сервис транспортных и технологических машин»

E-mail: nssevr@yandex.ru

Конев Алексей Александрович

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

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

Аспирант кафедры «Сервис транспортных и технологических машин»

E-mail: konev_alexcei@mail.ru

S. N. GLAGOLEV, N. S. SEVRUGINA, A. A. KONEV

**MATHEMATICAL MODEL DEVELOPMENT EFFECTIVENESS
TERRITORY OF THE REGION DURING CLUSTER FORMATION
ROADSIDE SERVICE**

The schematic diagram procedure of an assessment of external factors and development of strategic alternatives development territories of the region is developed. The mathematical model of an assessment efficiency development territories of the region on an optimum level of complexity, for the purpose of their involvement in system of roadside service is offered.

Keywords: System, roadside service, region, development.

BIBLIOGRAPHY

1. Belenov, O. N. Konkurentosposobnost' stran i regionov [Tekst]: uchebnoe posobie / O. N. Belenov, A. A. Anuchin. - M.: KNORUS, 2011. - 144 s.
2. Glagolev, S.N. Metodologicheskie osnovy formirovaniya mekhanizma adaptatsii promyshlennykh predpriyatiy v usloviyakh izmenyayushcheysya rynochnoy sredy [Tekst]: Monografiya /S.N. Glagolev. - Belgorod: Izd-vo BGTU, 2007. - 163 s.
3. Kuz'min, N. A. Strategii dispetcherskogo upravleniya rabotoy gruzovykh avtomobiley pri massovykh perevozkakh [Tekst] / N. A. Kuz'min, D. K. Plekhanov // Avtotransportnoe predpriyatie. - 2009. - №12. - S. 40-41.
4. Vybornov, V. V. Upravlenie konkurentosposobnost'yu firmy [Tekst]: uchebnoe posobie / V. V. Vybornova, E. A. Nikitina, A. A. Rudychev E. D. Shchetinina. - Belgorod: Izd-vo BGTU, 2012. - 138 s.

Glagolev Sergey Nikolaevich

FGBOU VPO "Belgorod State Technological University. VG Shukhov "

Address: 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46

Dr. of Sci. Sciences, Rector BSTU. VG Shukhov, Prof. of "Service of transport and technological machines"

E-mail: rector@intbel.ru

Sevrugina Nadegzda Savelievna

FGBOU VPO "Belgorod State Technological University. VG Shukhov "

Address: 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46

Candidate. tehn. , Associate Professor, head of the "Service of transport and technological machines"

E-mail: nssevr@yandex.ru

Konev Alexey Aleksandrovich

FGBOU VPO "Belgorod State Technological University. VG Shukhov "

Address: 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46

Graduate student of the "Service of transport and technological machines"

E-mail: konev_alexcei@mail.ru

Уважаемые авторы!
Просим Вас ознакомиться с основными требованиями к оформлению научных статей.

- Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах формата А4 и содержит от 3 до 7 страниц; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.
- Статья предоставляется в 1 экземпляре на бумажном носителе и в электронном виде (по электронной почте или на любом электронном носителе).
- В одном сборнике может быть опубликована только **одна** статья **одного** автора, включая соавторство.
- Статьи должны быть набраны шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу и вверху – 2 см.
- Название статьи, а также фамилии и инициалы авторов, сведения об авторах обязательно дублируются на английском языке.
- К статье прилагается аннотация и перечень ключевых слов на русском и английском языке.
- Сведения об авторах приводятся в такой последовательности: Фамилия, имя, отчество; учреждение или организация, адрес учреждения или организации, ученая степень, ученое звание, должность, телефон, электронная почта.
- В тексте статьи желательно:
 - не применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
 - не применять для одного и того же понятия различные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
 - не применять произвольные словообразования;
 - не применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами.
- Сокращения и аббревиатуры должны расшифровываться по месту первого упоминания (вхождения) в тексте статьи.
- **Формулы** следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. **Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!**
- **Рисунки** и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые.
- Подписи к рисункам (полужирный шрифт курсивного начертания 10 pt) выравниваются по центру страницы, в конце подписи точка не ставится.

Рисунок 1 – Текст подписи

С полной версией требований к оформлению научных статей Вы можете ознакомиться на сайте www.gu-unprk.ru.

Плата с аспирантов за опубликование статей не взимается.

Адрес учредителя:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
302020, г.Орел, Наугорское шоссе, 29
Тел. +7(4862)420024
Факс +7(4862)416684
www.gu-unpk.ru
E-mail: unpk@ostu.ru

Адрес редакции:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»
302006, г.Орел, ул. Московская, 77
Тел. +7(4862)734362, +7(4862)434890
www.gu-unpk.ru
E-mail: tvk5876@rambler.ru, srmostu@mail.ru

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

Подписано в печать 25.09.2013

Формат 70x108 1/16.

Усл. печ. л. 8,0

Тираж 500 экз.

Заказ № 116/13П2

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