



Научно-технический журнал

Издается с 2003 года
Выходит четыре раза в год

№ 4(31) 2010
Октябрь-Декабрь

Мир транспорта и технологических машин

Учредитель – государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный технический университет»

Редакционный совет:

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

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

Борзенков М.И. канд. техн. наук, доц

Астафичев П.А. д-р юр. наук, проф.

Иванова Т.Н. д-р техн. наук, проф.

Колчунов В.И. д-р техн. наук, проф.

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

Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.

Попова Л.В. д-р экон. наук, проф.

Степанов Ю.С. д-р техн. наук, проф.

Главный редактор:

Новиков А.Н. д-р техн. наук, проф.

Зам. главного редактора:

Катунин А.А. канд. техн. наук

Редколлегия:

Агуреев И.Е. д-р техн. наук, проф.

Бондаренко Е.В. д-р техн. наук, проф.

Глаголев С.Н. д-р экон. наук, проф.

Дидманидзе О.Н. д-р техн. наук, проф.

Корчагин В.А. д-р техн. наук, проф.

Лапин А.П. д-р техн. наук, проф.

Пучин Е.А. д-р техн. наук, проф.

Ременцов А.Н. д-р пед. наук, проф.

Родионов Ю.В. д-р техн. наук, проф.

Сазонов С.П. канд. техн. наук, проф.

Ушаков Л.С. д-р техн. наук, проф.

Ответственный за выпуск:

Акимочкина И.В.

Адрес редколлегии:

302030, г. Орел, ул. Московская, 77

(4862) 73-43-50

www.ostu.ru

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

Зарегистрировано в Федеральной службе
по надзору в сфере связи и массовых
коммуникаций.

Свидетельство: ПИ № ФС77-35717

от 24.03.2009г.

Подписной индекс: 16376

по объединенному каталогу «Пресса
России»

© ОрелГТУ, 2010

Содержание

Эксплуатация, ремонт, восстановление

<i>Е.А. Пучин, В.Н. Свечников</i> Анализ теплового состояния двигателя внутреннего сгорания с воздушным охлаждением.....	3
<i>Н.И. Веселовский, А.А. Маврутенков</i> Влияние режимов на формирование наплавленных слоёв при плазменно-порошковой наплавке на токе обратной полярности.....	7
<i>Р.В. Заболотный, А.В. Шляхов, Д.Е. Авдеев</i> О некоторых перспективах модернизации бортовых систем контроля технического состояния тормозной системы транспортных средств.....	12
<i>А.Н. Новиков, М.В. Кулев, А.В. Кулев</i> Оптимизация численности диагностических линий технического осмотра транспортных средств на основе нейросетевого моделирования	15
<i>В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, А.С. Иванов, Д.А. Симанчев</i> Сигнализатор технического состояния автомобилей на автотранспортном предприятии.....	20
<i>А.Н. Новиков, А.А. Катунин, М.Д. Тебекин</i> Современные способы стендовых испытаний шаровых шарниров.....	26
<i>М.Г. Дегтярев, А.В. Поликарпов</i> Теоретические аспекты проектирования и ремонта подшипников скольжения.....	34
<i>Н.П. Сигаев</i> Упругопластический удар по кузову автомобиля.....	39
<i>М.М. Макаров, Ю.В. Родионов, С.Б. Кокунова, П.А. Кураков</i> Экономическая эффективность переработки автомобильной резины.....	46
<i>Е.А. Пучин, В.Н. Свечников</i> Экспериментальная установка для оценки эффективности системы воздушного охлаждения двигателя внутреннего сгорания.....	52

Технологические машины

<i>О.А. Лускань</i> Оценка адекватности теоретических математических моделей ориентирования штучных грузов на импульсном роликовом конвейере.....	56
<i>В.М. Земсков, Н.В. Краснолудский, И.С. Михельсон</i> Предпосылки для создания новых конструкций установок для бестраншейной прокладки трубопроводов методом вибропрокола.....	66
<i>Л.В. Лукьянко, М.Н. Каменский</i> Применение зубчато-реечного механизма подачи для повышения эффективности грунтопрокалывающей установки.....	76
<i>А.В. Паничкин, А.В. Филлошкин</i> Эффективность бульдозерного оборудования при загрузлении отвала.....	87

Вопросы экологии

<i>В.В. Васильева</i> Анализ техногенного воздействия автотранспорта на акустическую среду города	90
---	----

Образование и кадры

<i>В.В. Жуков, А.В. Мавлюбердинова</i> Анализ конкурентной среды на рынке автосервисных услуг.....	96
<i>А.Н. Новиков, Г.В. Букалова</i> Курсовое проектирование в условиях образовательно-педагогического нормирования	101
<i>Т.В. Самойлова</i> Современные методы активизации учебного процесса в техническом вузе.....	108
<i>И.П. Емельянов, В.С. Панищев</i> Специфика организационно-производственной структуры предприятий сервисно-бытовой сети автомобилей.....	112





The scholarly
journal

A quarterly review

№ 4(31) 2010

October-December

World of transport and technological machinery

Promoter – the state educational institution of higher education
«Orel State Technical University»

Editorial Council:

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

S.Y. Radchenko *Doc.Eng., Prof.*

Vice-Chairman

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

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

T.N. Ivanova, *Doc.Eng., Prof.*

V.I. Kolchunov *Doc.Eng., Prof.*

I.S. Konstantinov *Doc.Eng., Prof.*

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

L.I. Popova *Doc.Ec., Prof.*

Y.S. Stepanov *Doc.Eng., Prof.*

Editor-in-Chief

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

Editor-in-Chief Assistants

Katunin A.A. *Can.Eng.*

Editorial Board:

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

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

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

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

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

A.P. Lapin *Doc.Eng., Prof.*

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

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

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

S.P. Sazonov *Can.Eng., Prof.*

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

Person in charge for publication:

I.V. Akimochkina

Editorial Board Address:

302020, Orel, Moskovskaya Str, 77

(4862) 73-43-50

www.ostu.ru

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

The journal is registered at the Federal
Department for Mass Communication
Supervision

Registration Certificate

ПН № ФС77- 35717 of March 24 2009

Subscription index: 16376

in a union catalog “The Press of Russia”

© OrelSTU, 2010

Contents

Operation, Repair, Restoration

E.A. Puchin, V.N. Svechnikov Analysis of the thermal state of the internal combustion engine air-cooled c.....	3
A.A. Mavrutenkov, N.I. Veselovski Influence of modes on formation of deposited layers at plasma-powder process on the current of return polarity.....	7
R.V. Zabolotny, A.V. Shlyakhov, D.E. Avdeev Some of perspectives modernization of board of control of a technical state in the brake system of vehicles.....	12
A.N. Novikov, M.V. Kulevi, A.V. Kulev Optimization of the number of diagnostic lines technical inspection of vehicles on basis neural network modeling	15
V.V Lyandenbursky, Y. Rodionov, A.S. Ivanov, D.A. Simanchev The indicator of technical condition of cars a motor plant.....	20
A.N. Novikov, A.A. Katunin, M.D. Tebekin Modern methods of bench tests of ball joints.	26
M.G. Degtyarev, A.V. Polikarpov Theoretical aspects of design and repair bearings.....	34
N.P. Sigaev Elastoplastic blow to the body of the car.....	39
M.M. Makarov, Y.V. Rodionov, S.B. Kokunova, P.A. Kurakov Economic efficiency of processing automotive rubber.....	46
E.A. Deep, V.N. Svechnikov Experimental setup for evaluating the effectiveness of air-cooled internal combustion engine.....	52

Technological Machinery

O.A. Luskan Estimation of adequacy of theoretical mathematical models of orientation of piece cargoes on the pulse roller conveyor.....	56
V.M. Zemskov, N.V. Krasnoludsky, I.S. Michelson Preconditions for the creation of new designs systems for trenchless pipe laying method vibroprokola.....	66
L.V. Lukienko, M.N. Kamensky Application of Rack and Pinion feed mechanism to improve gruntoprokalyvayuschey installation.....	76
A.V. Panichkin, A.V. Filyushkin Efficiency Bulldozer Blade for burial.....	87

Ecological Problems

V.V. Vasilyeva Analysis of the industrial impact of vehicles on the acoustic environment of the city.....	90
---	----

Education and Personnel

V.V. Zhukov, A.V. Mavlyuberdinova Analysis of the competitive environment in the market auto-service.....	96
A.N. Novikov, G.V. Bukalova Course design in educational and pedagogical formation..	101
T.V. Samoilov Modern methods of enhancing the educational process in a technical college.....	108
I.P. Emelyanov, V.S. Panishev The specifics of the organizational and production structure of enterprises service and sales network of cars.....	112

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ



АНАЛИЗ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

В статье рассматривается топливная экономичность двигателя внутреннего сгорания, потери теплоты, отводимой в систему охлаждения и уносимой с отработавшими газами. Также анализируется тепловое состояние цилиндропоршневой группы двигателя.

Ключевые слова: *тепловое состояние, тепловой баланс, количество теплоты.*

The article deals with the fuel efficiency of internal combustion engine, the loss of heat diverted to the cooling system and flue with the exhaust gases. Also analyzed the thermal state of the motor piston group.

Key words: *thermal condition, heat balance, the amount of heat.*

Сгорание топливоздушной смеси сопровождается выделением значительного количества теплоты. Если двигатель не охлаждать или охлаждать недостаточно, то его детали могут нагреться до высокой температуры, а это уменьшает их прочность и наполнение цилиндров, ухудшает условия работы смазочной системы вследствие снижения вязкости перегретого масла, ускоряет срабатывание присадок к маслам и увеличивает количество отложений и нагара на деталях.

При сгорании в цилиндре интенсивно протекают процессы перемещения газов, способствующие теплоотдаче в стенки цилиндра. Теплоту, сэкономленную в этой фазе рабочего цикла, можно преобразовать в полезную работу в течение последующего хода расширения. При сгорании около 6 % тепловой энергии, содержащейся в топливе, теряется из-за теплопередачи стенкам камеры сгорания и цилиндра.

В течение хода расширения стенкам цилиндра передается около 7 % тепловой энергии топлива. При расширении поршень перемещается из ВМТ в НМТ и постепенно освобождает все большую поверхность стенок цилиндра. Однако лишь около 20 % теплоты, сэкономленной даже при продолжительном по времени ходе расширения, можно преобразовать в полезную работу.

Около половины теплоты, отводимой в систему охлаждения, приходится на такт выпуска. Отработавшие газы выходят из цилиндра с большой скоростью и имеют высокую температуру. Часть их теплоты отводится в систему охлаждения через выпускной клапан и выпускной канал головки цилиндра. Непосредственно за клапаном поток газов изменяет направление почти на 90°, при этом возникают вихри, что интенсифицирует теплоотдачу в стенки выпускного канала.

Отработавшие газы необходимо отводить из головки цилиндра кратчайшим путем, так как переданная ей их теплота заметно нагружает систему охлаждения и для ее отвода в окружающий воздух требуется использование части эффективной мощности двигателя. В период выпуска газов в систему охлаждения отводится около 15 % теплоты, содержащейся в топливе. Тепловой баланс бензинового двигателя приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Тепловой баланс бензинового двигателя

Составляющие теплового баланса	Доля в балансе %	
Теплота преобразованная в полезную работу		32
Теплота отведенная в систему охлаждения:		
в фазе сгорания	6	
при ходе расширения	7	
при ходе выпуска	15	
Общая	28	28
Теплота, возникающая при трении поршня		1,5
Теплота, отведенная с отработавшими газами и излучением		40
Итого		100

У дизельного двигателя условия отвода теплоты другие. Вследствие более высокой степени сжатия температура газов на выходе из цилиндра гораздо ниже. По этой причине количество теплоты, отведенное во время хода выпуска, меньше и составляет в ряде случаев около 25 % всей теплоты, отданной в систему охлаждения.

Давление и температура газов при сгорании в дизеле выше, чем у бензинового двигателя. Совместно с большими скоростями вращения газов в цилиндре эти факторы способствуют увеличению количества теплоты, передаваемой стенкам камеры сгорания. В процессе сгорания эта величина составляет около 9 %, а при ходе расширения - 6 %. За время хода выпуска в систему охлаждения отводится 9 % энергии, содержащейся в топливе. Тепловой баланс дизеля приведен в таблице 2

Таблица 2 - Тепловой баланс дизеля

Составляющие теплового баланса	Доля в балансе %	
Теплота преобразованная в полезную работу		45
Теплота отведенная в систему охлаждения:		
в фазе сгорания	8	
при ходе расширения	6	
при ходе выпуска	9	
Общая	23	23
Теплота, возникающая при трении поршня		2
Теплота, отведенная с отработавшими газами и излучением		30
Итого		100

Потери теплоты, отводимой в систему охлаждения и уносимой с отработавшими газами, а также энергия расходуемая на полезную работу и другие энергетические расходы показан на рисунке 1.

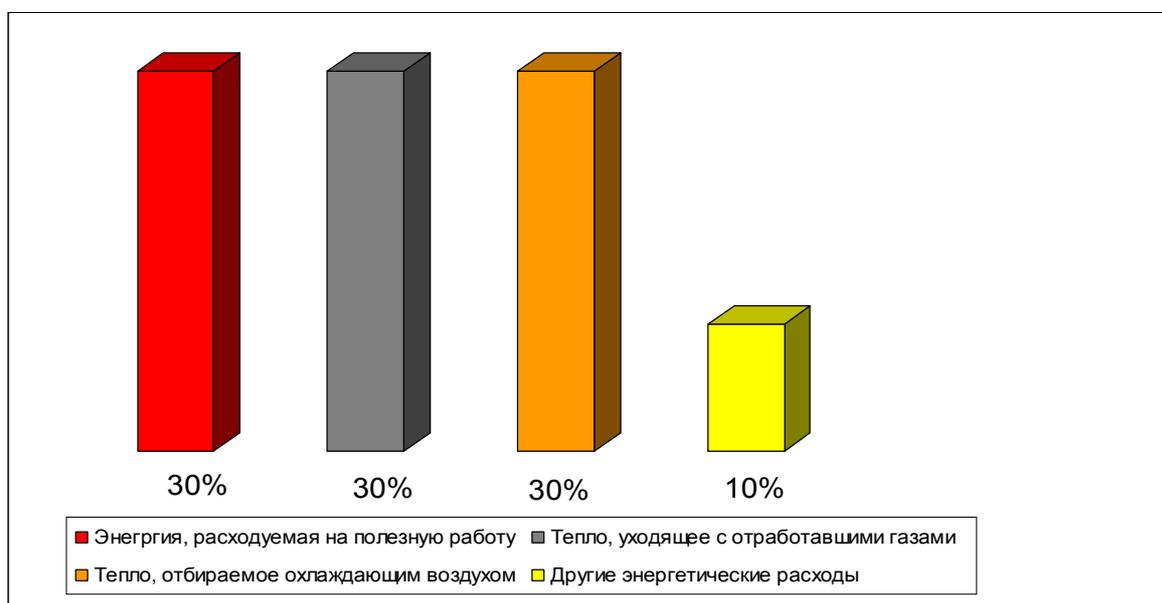


Рисунок 1 - Распределение тепловой энергии ДВС

Установлено, что 85...90 % машин выходят из строя в результате изнашивания деталей. Известно, что из общих затрат, связанных с техническим обслуживанием при эксплуатации двигателей внутреннего сгорания (ДВС), около 43 % приходится на детали цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Процесс изнашивания деталей ЦПГ и затраты на

обслуживание двигателей воздушного охлаждения (ДВО) колёсных и гусеничных машин в полной мере сопоставимы с отмеченными затратами. По данным отечественных и зарубежных ученых, стабильное поддержание теплового состояния ДВС, обеспечивающего минимальное изнашивание деталей ЦПГ, позволяет экономить топливо на 3%, предотвратить падение мощности на 2 % и снизить износ деталей ЦПГ на 10...40 %, т. е. существует резерв улучшения эффективных показателей и повышения безотказности, долговечности двигателей.

Экспериментально-теоретическая методика определения температур характерных точек деталей ЦПГ в зависимости от относительного значения эффективного давления, соответствующего номинальной частоте вращения коленчатого вала. Полученная зависимость позволяет определить температуру характерных точек деталей ЦПГ, используя результаты теплового расчёта на стадии проектирования ДВО.

Несмотря на это ДВО продолжают успешно применяться, хотя их относительное количество в общем выпуске двигателей внутреннего сгорания (ДВС) уменьшилось. Однако, органические эксплуатационные преимущества этих двигателей будут и далее побуждать разработчиков и производителей к дальнейшему совершенствованию двигателей этого типа.

Для обеспечения нормальной работы двигателя необходимо поддерживать оптимальные температуры его деталей, которые следует считать близкими к наибольшим предельно допустимым значениям, при котором температуры основных деталей способствуют эффективному протеканию рабочего процесса и в то же время обеспечивают их высокую работоспособность и долговечность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закомолдин, И.И. Системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания и их классификация [Текст] / И.И. Закомолдин, Д.И. Закомолдин // Двигателестроение. 2005. №1. С. 18-20.
2. Поспелов, Д.Р. Двигатели внутреннего сгорания с воздушным охлаждением [Текст] / Д.Р.Поспелов. 1961. - 552 с.
3. Саибов, А.А. К анализу теплоотдачи от рабочего тела в стенки камеры сгорания [Текст] / А.А. Саибов, Ш.В. Саидов, М.А. Эркинов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, №10. 2009. С.30-32.

Пучин Евгений Александрович

Московский Государственный Агроинженерный Университет им.В.П.Горячкина
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Ремонта и надежности машин»
Тел. +7 916 166 38 28

Свечников Владимир Николаевич

Московский Государственный Агроинженерный Университет им.В.П.Горячкина

Магистрант кафедры «Ремонта и надежности машин»

Тел. +7 963 607 94 93

E-mail: svechnekov@gmail.com

Н.И. ВЕСЕЛОВСКИЙ, А.А. МАВРУТЕНКОВ

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЁВ ПРИ ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКЕ НА ТОКЕ ОБРАТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ

В данной статье приведены опытные результаты по определению зависимости формирования геометрии наплавленных слоёв от режимов плазменно-порошковой наплавки на токе обратной полярности.

Ключевые слова: плазменная дуга, наплавка, формирование наплавленных слоёв.

In given article skilled results on formation of layers depending on modes are resulted at plasma-powder process on a current of return polarity.

Keywords: the plasma arch, surfacing, formation of deposited layers.

Струя низкотемпературной плазмы используется для сварки и наплавки различных металлов и сплавов. Расплавление металлов, в том числе и тугоплавких, позволяет наплавлять на поверхности деталей металл, отличный от основного. При ремонте плазменная наплавка применяется главным образом с целью восстановления размеров изношенных поверхностей деталей машин оборудования и увеличения их износостойкости.

Рядом авторов [1...4] исследованы возможности плазменной наплавки на токе обратной полярности. Полученные результаты позволяют отметить, следующие преимущества по сравнению с наплавкой на токе прямой полярности:

- меньшее перемешивание основного и присадочного материалов;
- катодное распыление оксидных плёнок способствует лучшей адгезии;
- эффект катодной отчистки одновременно обрабатывает и присадочный материал, что допускает упрощения при подготовке наплавляемого материала;
- значительно меньшая степень выгорания легирующих элементов, что не требует дополнительного легирования при наплавке;
- более высокая производительность в режиме расфокусированной дуги, ширина слоёв в 2-3 раза больше чем на прямой полярности, без применения колебаний плазмотрона;
- меньшая чувствительность процесса к изменению длины дуги, что делает данную технологию более технологичной.

Эти преимущества являются привлекательными для применения плазменно-порошковой наплавки на токе обратной полярности при восстановлении деталей из коррозионно-стойких сталей. Однако до настоящего времени, практически, не определены

закономерности формирования наплавленных слоёв при восстановлении деталей из этих сталей.

Плазменная наплавка на токе обратной полярности проводилась с использованием плазмотрона для порошковой наплавки КАБ-1н (диаметр плазмообразующего сопла 3мм), транспортирующий газ – аргон 1-го сорта по ГОСТ 10157, плазмообразующий газ – аргон высшего сорта по ГОСТ 10157, присадочный материал – ПР-НХ16СР3 (фракция 160...400 мкм).

Одним из основных показателей, определяющих производительность и качество плазменной наплавки, является мощность плазменной дуги.

Параметрами, оказывающими значительное влияние на характеристики наплавленных слоёв, являются сварочный ток и скорость наплавки. Совместное влияние сварочного тока и скорости наплавки характеризуется количеством теплоты, вводимой в 1см длины наплавленного слоя. Эта величина называется погонной энергией и выражается отношением эффективной тепловой мощности плазменной дуги Q , расходуемой на нагрев изделия, к скорости ее перемещения:

$$Q = \frac{IU_{\text{д}}\eta}{V},$$

где Q – погонная энергия наплавки, кДж/см;

I – сила тока, А;

$U_{\text{д}}$ – напряжение дуги, В;

η – коэффициент использования энергии дуги на расплавление основного и присадочного материала (кпд процесса). При наплавке на токе обратной полярности $\eta=0,75$ [5];

V – скорость наплавки, см/с.

В качестве образцов для наплавки использовались пластины размером 300×150×8 мм из стали 304 AISI (аналог сталь 08X18H10). Повторяемость опытов равнялась пяти.

Геометрические параметры наплавленного слоя определялись путём проведения макроанализа образцов, с последующей обработкой на ПВМ (рисунок 1).

По результатам проведённых опытов выявлены зависимости ширины (рисунок 2), высоты наплавленного валика (рисунок 3) и коэффициента проплавления (рисунок 4) от значений погонной энергии наплавки.

Коэффициент формы проплавления – отношение ширины валика к глубине проплавления:

$$k = \frac{B}{m},$$

B – ширина валика, мм;

m – глубина проплавления, мм.

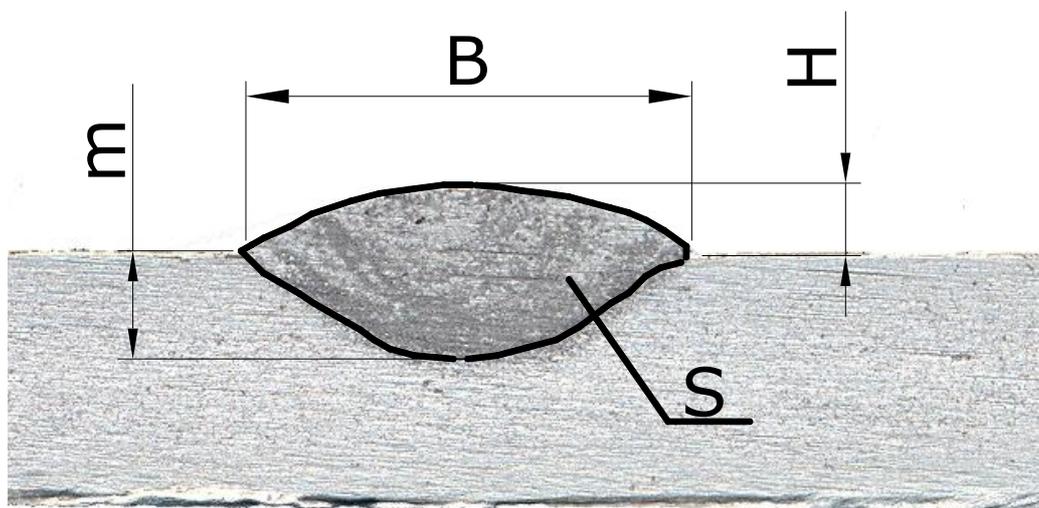


Рисунок 1 – Исследование макроструктуры наплавленного слоя

B – ширина наплавленного слоя, H – высота наплавленного слоя, m – глубина проплавления, S – площадь наплавленного слоя

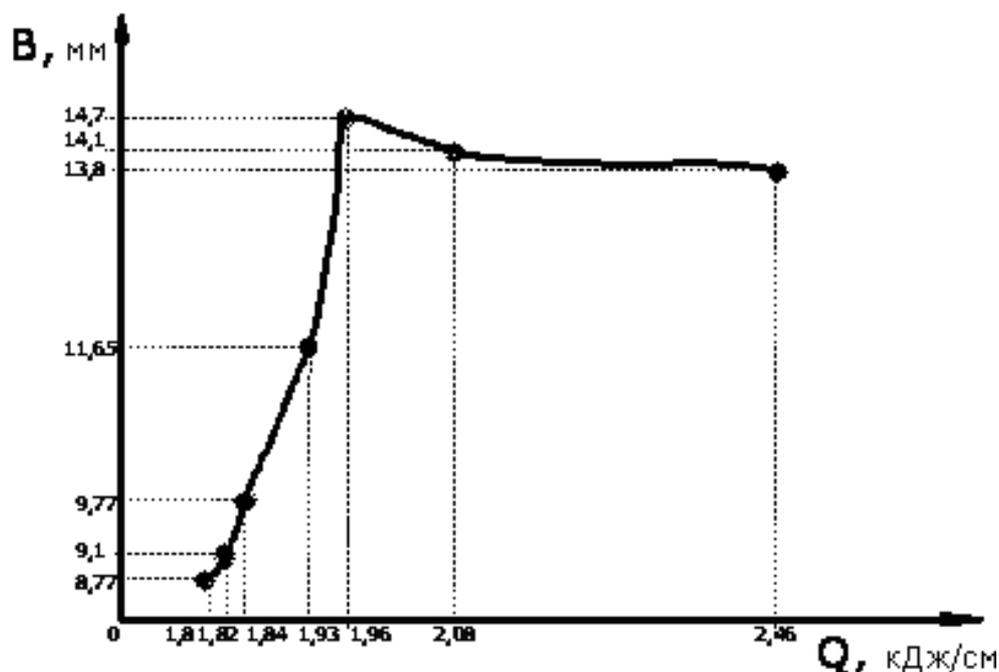


Рисунок 2 – Зависимость ширины валика от погонной энергии наплавки

Увеличение погонной энергии плазменной наплавки до значения 1,90-1,95 кДж/см приводит к необходимости увеличения расхода присадочного материала для обеспечения стабильности процесса, качества и правильного формирования наплавленных покрытий с

80...90 до 140...160 г/мин. Вследствие чего наблюдается увеличение размеров наплавленных валиков по высоте и ширине. С увеличением погонной энергии до 1,93...1,97 кДж/см достигается максимальная ширина и высота валика. При дальнейшем повышении погонной энергии наблюдается некоторое уменьшение их значений. При $Q=2,2$ кДж/см наступает практическая стабилизация ширины и высоты валика, связанное с увеличением глубины проплавления. При этом происходит увеличение степени перемешивания присадочного и основного материала. Повышение погонной энергии свыше 2,5 кДж/см приводит к прожогам металла образцов.

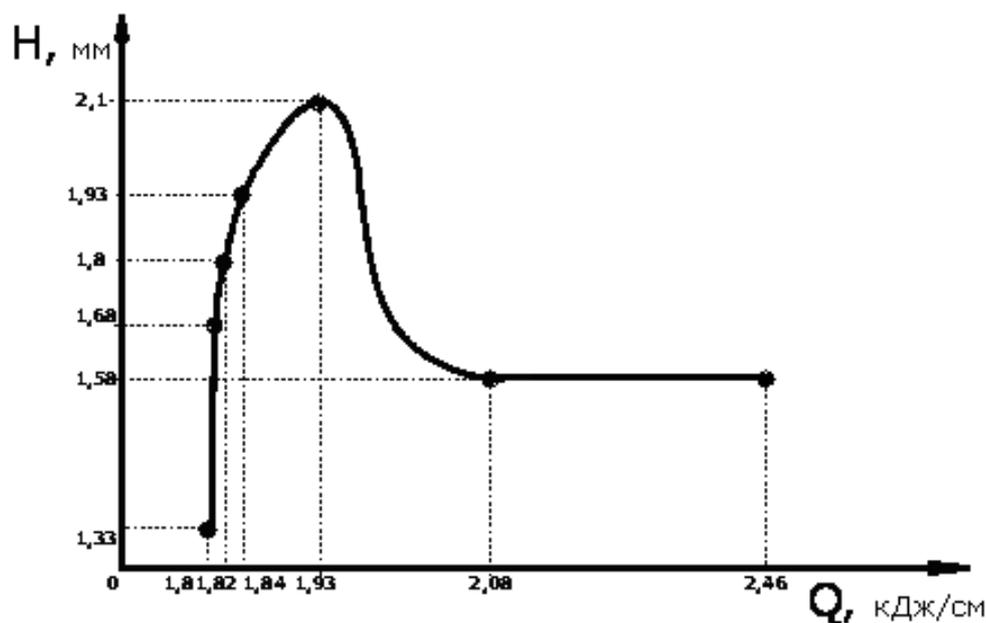


Рисунок 3 – Зависимость высоты валика от погонной энергии наплавки

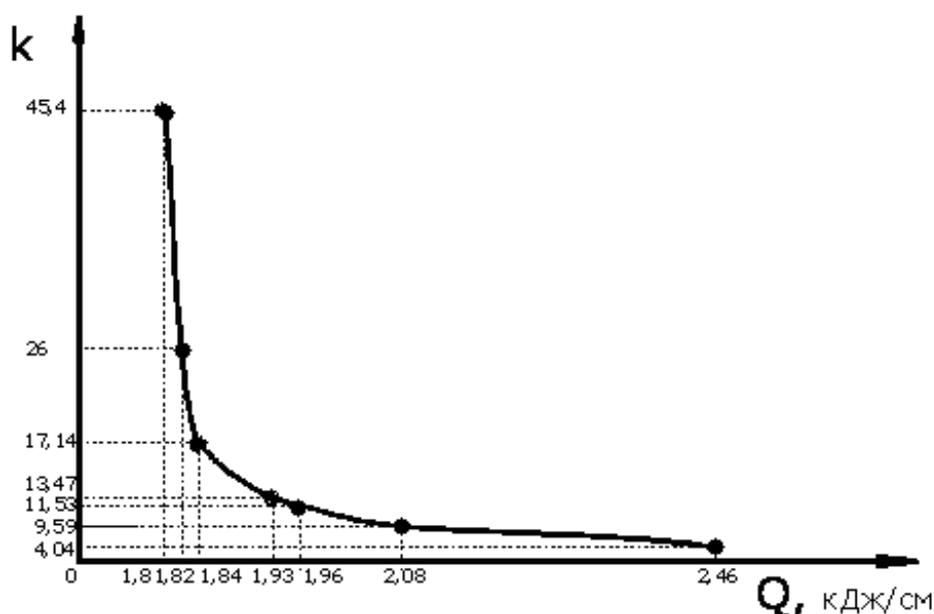


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента формы проплавления от погонной энергии наплавки

Полученные результаты исследований позволяют назначать режимы плазменно-порошковой наплавки на токе обратной полярности в зависимости от необходимой ширины и высоты наплавки при восстановлении изношенных деталей из коррозионно-стойких сталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайнерман, А.Е. Плазменная наплавка металлов [Текст] /А.Е. Вайнерман, М.Х. Шоршоров, В.Д. Веселков, В.С. Новосадов.- Л.: Машиностроение, 1969. - 192 с.
2. Астахин, В.И. Исследование процесса восстановления поршней из сплавов алюминия тракторных двигателей [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.20.03/ Владимир Иванович Астахин. – М., 1982. – 212 с.
3. Страхова, Е.А. Физико-математическое моделирование процесса широкослойной наплавки с поперечными колебаниями плазмотрона [Текст] / Е.А.Страхова, В.А. Ерофеев, В.А.Судник // Сварка и диагностика. – 2009. - №3. - С. 32-38.
4. Сидоров, А. И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой [Текст] / А. И.Сидоров.- М.: Машиностроение, 1987.- 192 с.: ил.
5. Рыкалин, Н.Н. Расчёты тепловых процессов при сварке [Текст] / Н.Н. Рыкалин. – М.: Машиностроение, 1951. – 296 с.

Веселовский Николай Иванович

Российский Государственный Аграрный Заочный Университет, г. Балашиха
Кандидат технических наук, профессор

Тел.: +7(495) 521 5222

E-mail: mavruten@km.ru

Маврутенков Андрей Александрович

Российский Государственный Аграрный Заочный Университет, г. Балашиха
Аспирант

Тел.: +7 926 966 6271

E-mail: mavruten@km.ru

Р.В. ЗАБОЛОТНЫЙ, А.В. ШЛЯХОВ, Д.Е. АВДЕЕВ

О НЕКОТОРЫХ ПЕРСПЕКТИВАХ МОДЕРНИЗАЦИИ БОРТОВЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Предложен состав комплекса для систематического и оперативного учёта технических воздействий, а также контроля технического состояния тормозных систем автомобилей. Разработаны программные элементы системы учета и анализа технических воздействий и изменения технического состояния тормозных систем автомобилей.

Ключевые слова: техническое состояние, телематика, тормоз.

The structure of a complex for the regular and operative account of technical influences, and also the control of a technical condition of brakes systems cars is offered. Program elements of system of the account and the analysis of technical influences and change of a technical condition of brakes systems cars are developed.

Keywords: technical condition, telematics, brake.

Одним из недостатков планово-предупредительной системы обслуживания и ремонта является принятие решения о проведении ремонтных работ на основании информации о пробеге автомобиля. Такой подход не учитывает реальное состояние систем транспортного средства, в результате чего происходит перерасход запасных частей и повышенные различных затрат на поддержание в исправном состоянии подвижного состава. Обеспечение соответствия ужесточающимся требованиям к безопасности автомобилей требует от автотранспортных предприятий точного оперативного контроля технического состояния систем транспортных средств на протяжении всего периода эксплуатации [1].

Получение объективной информации о состоянии узлов и агрегатов автомобиля возможно за счёт применения автоматизированных систем сбора и анализа данных, которые используют для оценки не только текущие значения параметров диагностики, поступающие из бортового блока, но и производят статистическую обработку накопленных данных на протяжении всего процесса эксплуатации [2].

Четкая работа тормозов напрямую связана с безопасностью автомобиля. По данным статистики, число дорожно-транспортных происшествий, обусловленных техническими неисправностями тормозов автомобилей может составлять до 12,5% всех аварий [3]. Единственным способом улучшения указанной статистики является своевременное выявление и предупреждение неисправностей, а это возможно лишь с применением самых передовых методов диагностирования. Так внедрение телематических систем контроля в режиме реального времени технического состояния и эксплуатационных показателей тормозной системы

транспортного средства предусматривает применение средств связи ближнего и дальнего действия, а также спутниковых навигационных систем [4].



Рисунок 1 - Система оперативного контроля и мониторинга режимов работы тормозной системы автомобиля (пример при наличии антиблокировочной системы)

Основным принципом оперативного планирования предупредительных работ в этом случае является использование информации о значениях параметров состояния, в частности, тормозной системы транспортного средства, которые характеризуют его исправность: тормозной путь, толщина тормозных накладок (дисков), скорость относительного перемещения и время контактирования при трении тормозных колодок и дисков и др. Пример реализации для тормозной системы с антиблокировочной системой приведен на рисунке 1.

Основными задачами таких систем является контроль технического состояния, например, с целью предупреждения аварийных ситуаций, и мониторинг условий и режимов работы, с целью прогнозирования остаточного ресурса. Такие системы должны включать необходимые и обоснованные в зависимости от выполняемых целей и задач:

- 1) Датчики, устанавливаемые на транспортном средстве;
- 2) Информационно-измерительное устройство с устройством накопления

информации и системой индикации на борту автомобиля;

3) Комплекс приема и передачи данных, включающее передающее устройство передачи на автомобиле и устройства приема в диспетчерском и/или техническом центре анализа и управления;

4) Диспетчерские информационные системы анализа и расчёта показателей. Решение задач исследования по формированию системы дистанционного мониторинга технического состояния транспортного средства, может выполняться поэтапно на основе разработки и анализа систем контроля отдельных агрегатов и систем автомобиля, с последующим их объединением в единую комплексную систему оценки технического состояния транспортного средства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов, В.М. Применение интеллектуальных телематических систем для оперативной оценки технического состояния автотранспортных средств [Текст] / В.М. Власов, В.Н. Богумил, СВ. Жанказиев, А.Б. Смирнов //Автотранспортное предприятие. - 2007. - № 9.- С. 50 - 53.
2. Власов, В.М. Интеллектуальные телематические системы для оперативной оценки технического состояния автотранспортных средств [Текст] / В.М. Власов //Прикладная логистика. - 2008. - № 9. С. 28 - 32.
3. Генжодов, В.И. Техническое состояние автомобилей и безопасность движения [Текст] / В.И. Генжодов, И.С. Госяков, В.Д. Гардерман. - Киев: Техшка, 1978. - 151 с.
4. Пржибыл, Павел Телематика на транспорте [Текст] / Пржибыл Павел, Свитек Мирослав. Перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой.; под общ. ред. проф. В.В. Сильянова. - М.- МАДИ (ГТУ), 2003. - 540с.

Заболотный Роман Валерьевич

Волжский Политехнический институт (филиал) Волгоградского технического университета, г. Волжский

Старший преподаватель кафедры «Автомобильный транспорт»

Тел. +7(8443) 33 77 40

E-mail: vatlabagent@mail.ru

Шляхов Андрей Викторович

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград Магистр кафедры «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей»

Тел. +7(8442) 24 84 53

E-mail: bober-fly@yandex.ru

Авдеев Дмитрий Евгеньевич

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград

Магистр кафедры «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей»

Тел. +7(8442) 24 84 53

E-mail: dmitrijavde@yandex.ru

А.Н. НОВИКОВ, М.В. КУЛЕВ, А.В. КУЛЕВ

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЧИСЛЕННОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В статье рассмотрены вопросы оптимизации численности диагностических линий технического осмотра транспортных средств, с использованием искусственных нейронных сетей.

Ключевые слова: транспортное средство, оптимизация, диагностическая линия, технический осмотр, искусственные нейронные сети.

The questions of optimization of the number of diagnostic lines, vehicle inspection, using artificial neural networks.

Key words: vehicle, optimization, diagnostic line's technical inspection, artificial neural networks.

Основной формой государственного надзора за техническим состоянием транспортных средств является государственный технический осмотр (ГТО). Анализ существующей системы ГТО показал, что:

- нормативная база требований безопасности (ГОСТы, ТУ и пр.) устарела и требует серьезной переработки и соответствия с международными требованиями;
- применение современного оборудования, оптимизация и контроль качества работ по определению технического состояния транспортных средств позволяет сократить время контрольно-диагностических операций. Таким образом, возникает необходимость корректирования нормативов трудоемкостей работ, выполняемых в рамках процедуры ГТО;
- отсутствует теоретически проработанная методика определения необходимой численности диагностических линий, отвечающая современным требованиям, что является серьезным препятствием на пути эффективного функционирования системы ГТО;
- существует необходимость оптимизации численности диагностических линий в долгосрочной перспективе. Ни в одном из рассмотренных исследований не проводилось прогнозирование изменения количества автотранспортных средств (АМТС), а использование данных статистики позволяет сделать вывод о соответствии численности диагностических линий оптимальному значению только на конец отчетного периода и не дает возможности планировать спрос на услуги ГТО.

Численность пунктов технического осмотра (ПТО) определяется условием, что вся потребность транспортных средств региона в прохождении ГТО должна быть удовлетворена.

$$\sum_{j=1}^m A_j = \sum_{i=1}^n N_i, \quad (1)$$

где A_i – программа ГТО в регионе за расчетный период, ед.,

N_j – пропускная способность ПТО, за расчетный период, ед.

Технологический процесс на ПТО осуществляется на диагностической линии, состоящий из последовательно расположенных постов, на которых выполняются отдельные операции – определяется техническое состояние соответствующих узлов и систем автомобиля. Это позволяет рассматривать диагностическую линию как последовательно расположенные специализированные посты. Из условия (1) можем найти необходимую численность диагностических линий L в регионе:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \cdot A_i}{60 \cdot t_p \cdot n_q \cdot k_{u.p.v.} \cdot D}, \text{ ед.}, \quad (2)$$

где T_i – трудоемкость выполнения работ по диагностированию технического состояния АМТС при ГТО, чел.·мин.,

D – продолжительность расчетного периода, дни,

$K_{u.p.v.}$ – коэффициент использования рабочего времени,

t_p – время работы линии ПТО в день, час,

n_q – численность работников на линии, чел.

Для прогнозирования численности транспортных средств в регионе можно использовать искусственные нейронные сети, математический аппарат которых позволяет получить наиболее точные и достоверные результаты [1]. На основании данных статистики о численности парка транспортных средств в Орловской области за период 1990 – 2010 гг. сделаны прогнозы на основе искусственных нейронных сетей [2, 3, 4].

Архитектура и параметры нейронных сетей прогнозирования численности транспортных средств в Орловской области представлены на рисунке 1 и в таблице 1, результаты расчета – на рисунке 2.

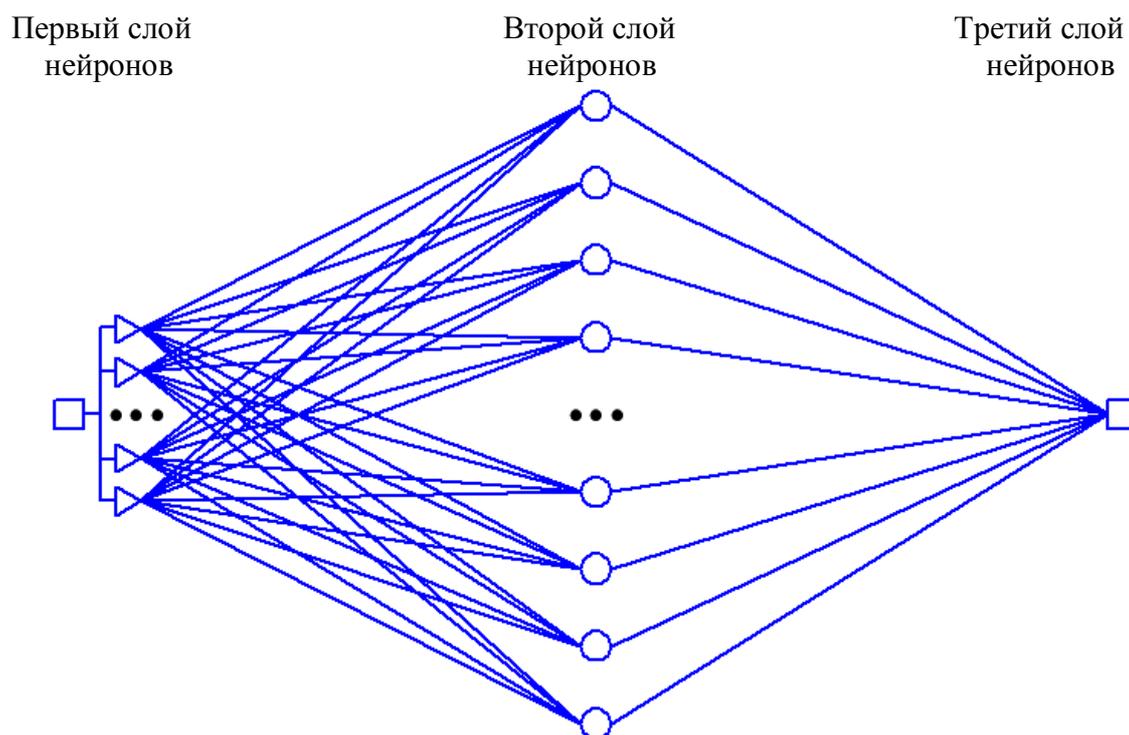
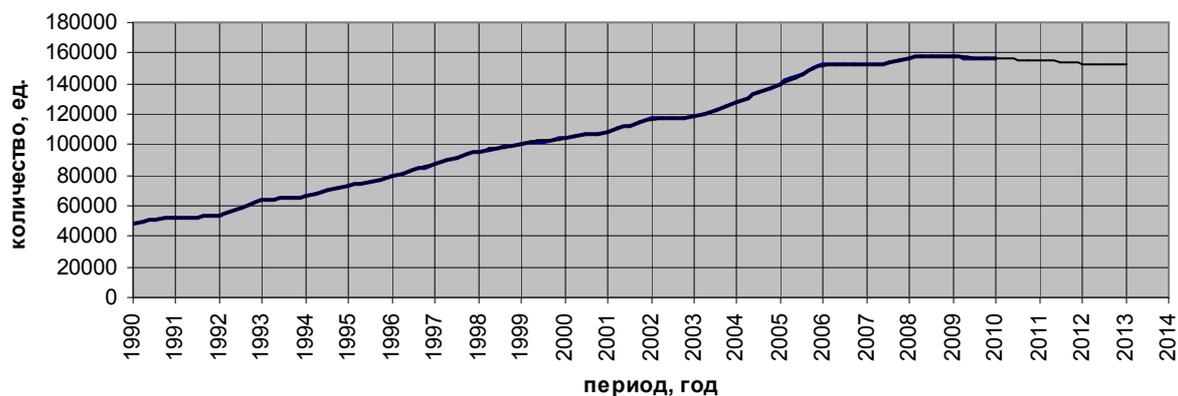


Рисунок 1 – Архитектура искусственной нейронной сети прогноза численности транспортных средств в Орловской области

Таблица 1 – Параметры нейронных сетей прогнозирования численности транспортных средств в Орловской области

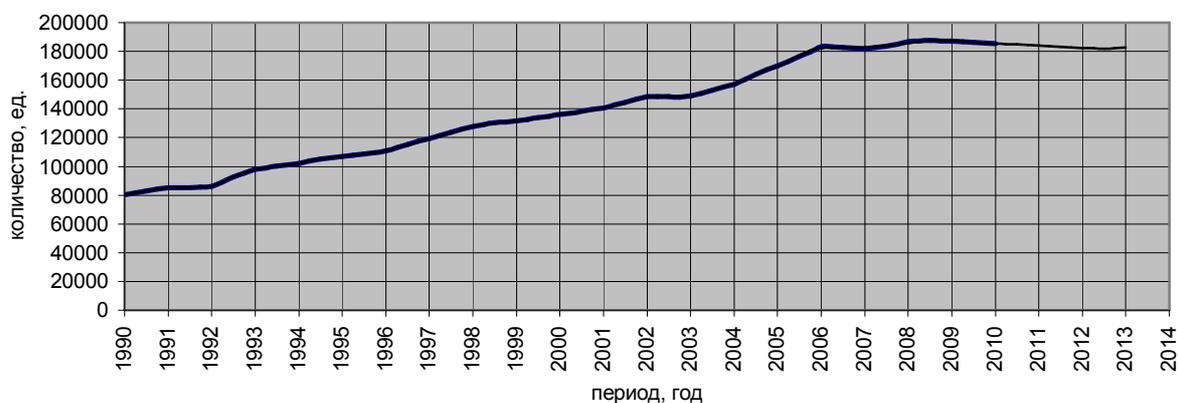
Параметр	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Общая численность АМТС
Тип ИНС	RBF	RBF	RBF
Количество нейронов на 1-м слое	16	16	16
Количество нейронов на 2-м слое	36	40	31
Количество нейронов на 3-м слое	1	1	1

Легковые автомобили



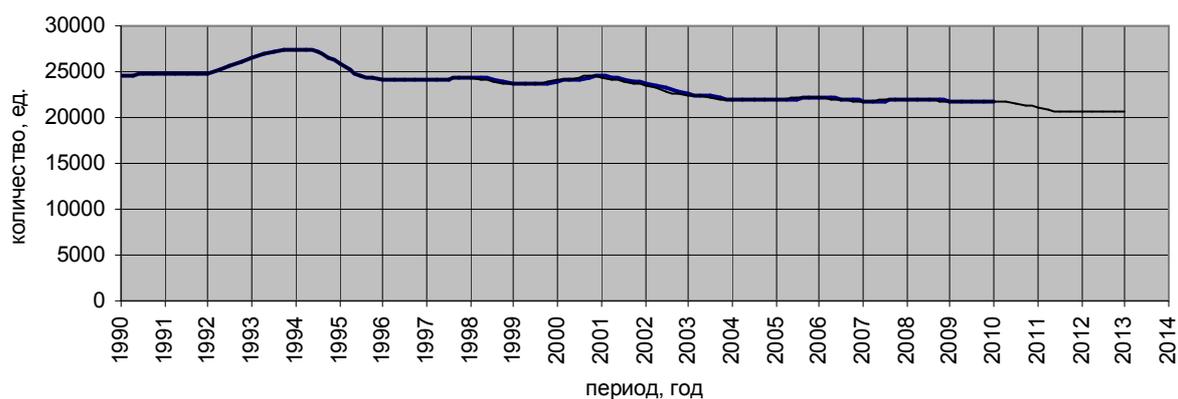
а

Общая численность парка АМТС



б

Грузовые автомобили



в

Рисунок 2 – Прогнозирование численности транспортных средств с применением искусственных нейронных сетей

— исходный ряд — прогноз

а – легковые автомобили, б – грузовые автомобили, в – общая численность парка АМТС

Для удовлетворения в полном объеме спроса на услуги по диагностированию технического состояния АМТС в 2010 году в Орловской области необходимо 12 универсальных линий ГТО со средней численностью контролеров 6 чел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркулов, И.А. Нейросетевое моделирование: Учебное пособие / И.А. Меркулов. - Ульяновск: УлГТУ, 2007. - 112 с.
2. Парк легковых автомобилей РФ. Структура и прогноз формирования до 2012 г: маркетинговый отчет. - М.: АВТОСТАТ, 2007. – 38 с.
3. Транспорт в России 2009 [Текст] // стат. сб./Росстат. – Т65 М. 2009. – 198 с.
4. Транспорт в орловской области (2000 – 2009 гг.) [Текст] // стат. сб./Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Орловской области. – Орел, 2009. – 66 с.

Новиков Александр Николаевич

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
Доктор технических наук, профессор, зав.кафедрой «Сервис и ремонт машин»
Тел.: +7 (4862) 74 43 50
E-mail: srmostu@mail.ru

Кулев Максим Владимирович

Орловский государственный технический университет, г. Орел
К.т.н., старший преподаватель кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел.: +7(4862) 73 43 50
E-mail: maxim.ka@mail.ru

Кулев Андрей Владимирович

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Студент
Тел.: +7(4862) 73 43 50
E-mail: maxim.ka@mail.ru

УДК 629. 113. 004

В.В. ЛЯНДЕНБУРСКИЙ, Ю.В. РОДИОНОВ, А.С. ИВАНОВ, Д.А. СИМАНЧЕВ

СИГНАЛИЗАТОР ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В процессе эксплуатации трущиеся сопряжения автомобиля изнашиваются, происходит разрегулирование его систем, узлов и агрегатов, т.е. изменяются значения его структурных параметров, непосредственно характеризующих исправность объекта диагностирования. Приводится средство позволяющее выявлять потребность в ремонте и техническом обслуживании автомобилей. Одним из наиболее перспективных путей увеличения вероятности безотказной работы автомобилей является применение самодиагностирования при техническом обслуживании автомобилей.

Ключевые слова: эксплуатация, автомобиль, износ, самодиагностирование, техническое обслуживание.

In process of the usages тpyщиеся interfacing the car abrade, occurs the disadjustment of his systems, nodes and unit i.e. change importances his(its) structured parameter, directly characterizing sanity of the object. The control device allowing to reveal requirement under repair and technical maintenance of cars One of the the most perspective ways of the increase probability of survival cars is an using the probabilistic approach to characterizing sanity of the technical maintenance of the cars.

Key words: usages, car, abrade, characterizing, technical maintenance.

Повышение эффективности функционирования подвижного состава автотранспортного предприятия (АТП) обеспечивается своевременным техническим обслуживанием и ремонтом на основе диагностирования автомобилей. Однако не все предприятия обладают современным оборудованием для оценки технического состояния автомобилей, кроме того, периодичность контроля такова, что имеется возможность эксплуатации автомобилей с состоянием, требующим технического обслуживания (ТО) или текущего ремонта.

При этом используемая в настоящее время планово-предупредительная система ТО теряет свою актуальность. Наиболее применима система, при которой будут стремиться к минимуму затраты на техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Такая система ТО будет более динамичной.

Основной проблемой применения таких систем является повышение стоимости транспортных средств за счет установки на основных элементах автомобиля датчиков, информация от которых поступает в блок управления.

В тоже время возникает проблема в планировании технического обслуживания на автотранспортных предприятиях для группы автомобилей.

Для выполнения такой задачи необходимо информацию по самодиагностике автомобилей объединить, систематизировать и анализировать, что возможно выполнить с использованием компьютерных систем.

Преимуществом таких систем является снижение материальных и временных затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобилей, а также увеличение ресурса автомобиля.

Основными проблемами системы ТО на основе самодиагностики являются:

- неопределенность прогнозируемого времени постановки автомобиля на участок обслуживания, что затрудняет планирование и организацию ТО и ремонта;
- сложность объединения операций в группы и виды ТО;
- сложность определения трудоемкости ТО;
- сложность оценки материальных затрат на каждый вид ТО автомобилей.

Для решения этих проблем необходимо разработать программу, которая будет выполнять вышеперечисленные функции.

На первом этапе для ежедневного контроля за состоянием подвижного состава автотранспортного предприятия предлагается внедрить компьютерную программу, основанную на фиксации и анализе показателей автомобиля при использовании диагностирования.

Программа включает блоки формирования баз данных по результатам диагностирования (рисунок 1), наличному подвижному составу АТП, справочным сведениям об автомобилях. Подготовленные данные обрабатываются с помощью расчётно-анализирующего блока. С помощью блока индикации результаты расчета и анализа выводятся на монитор компьютера руководящих работников автотранспортного предприятия. Данная информация является основанием для своевременного принятия решений по проведению технического обслуживания автомобилей.

Программа устанавливается на компьютере диспетчера АТП. Базы данных с характеристиками различных марок автомобилей прилагаются к программе.

Программа считывает значения с диагностических устройств, установленных на автомобиле. Если же такие устройства не установлены, они устанавливаются дополнительно.

Считанные значения автоматически записываются в базу данных программы, это делается для того, чтобы впоследствии можно было проследить историю технического состояния автомобиля.

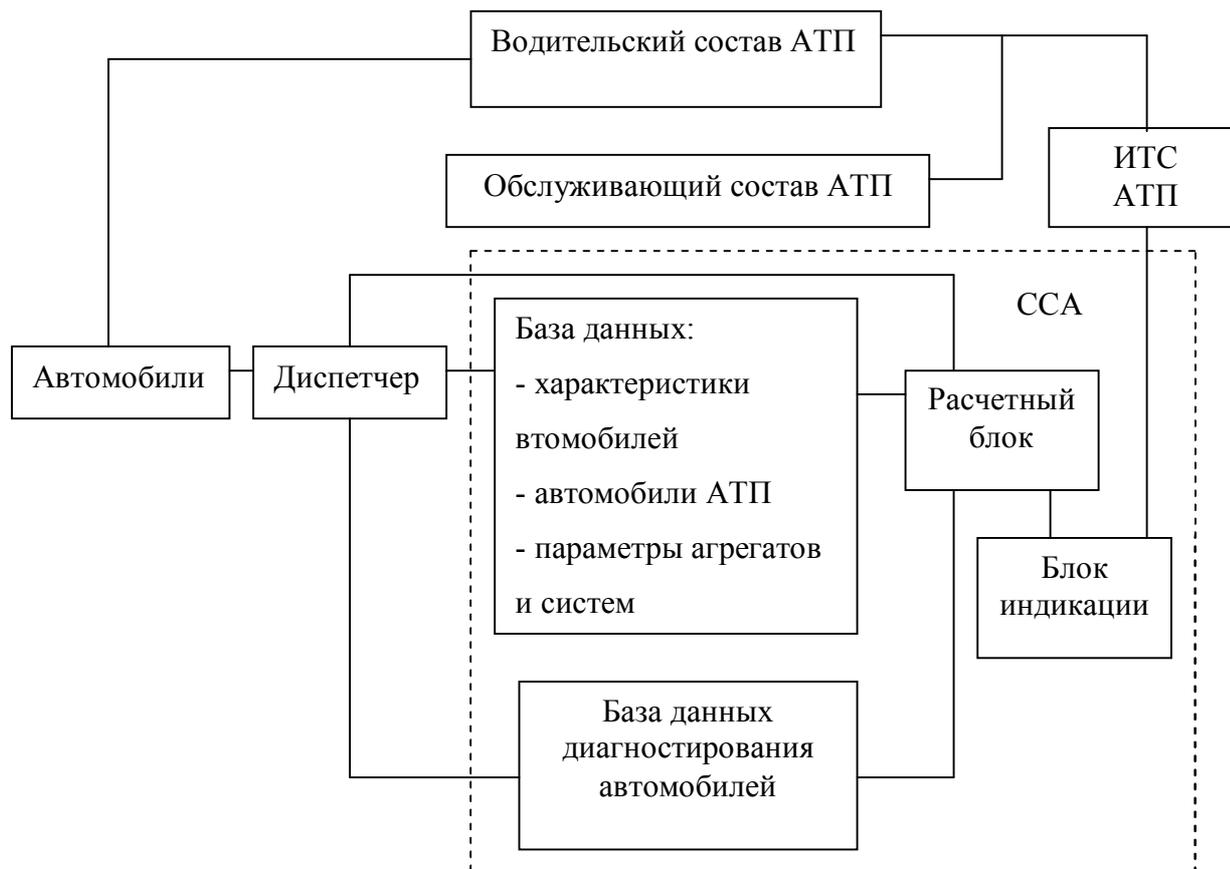


Рисунок 1 - Структурно-логическая схема сигнализатора технического состояния автомобиля

При запуске программы, оператор выбирает интересующий его автомобиль при помощи вкладки «Выбор автомобиля» (рисунок 2)

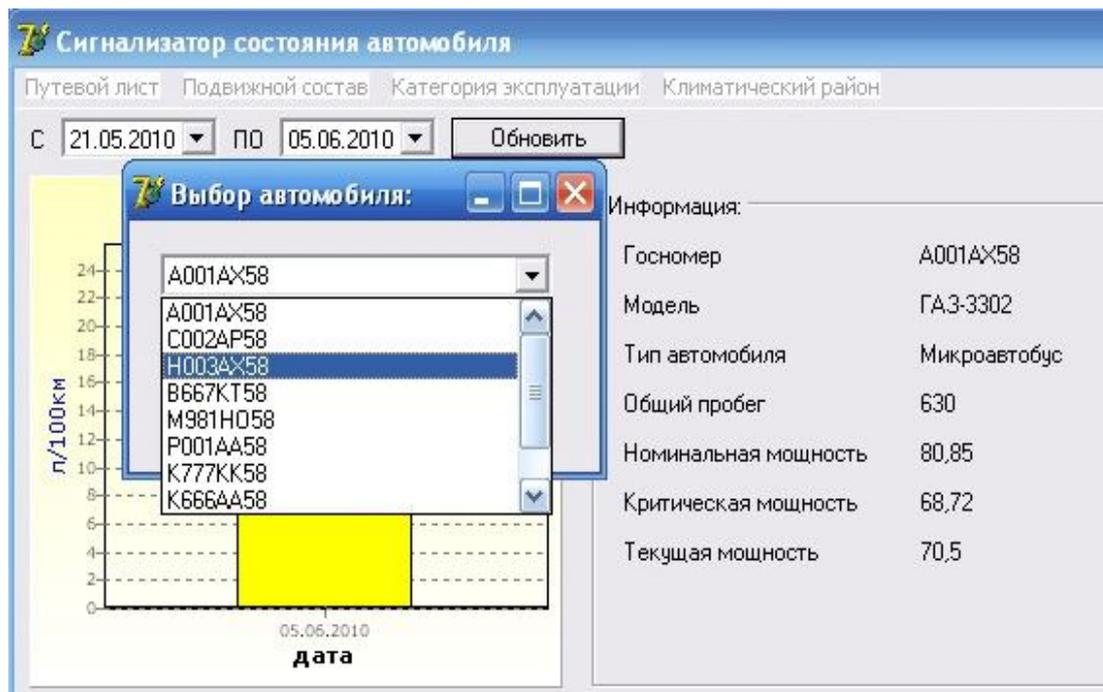


Рисунок 2 - Выбор автомобиля

Затем выбирается категория эксплуатации автотранспортного средства, с помощью вкладки «Категория эксплуатации» (рисунок 3)

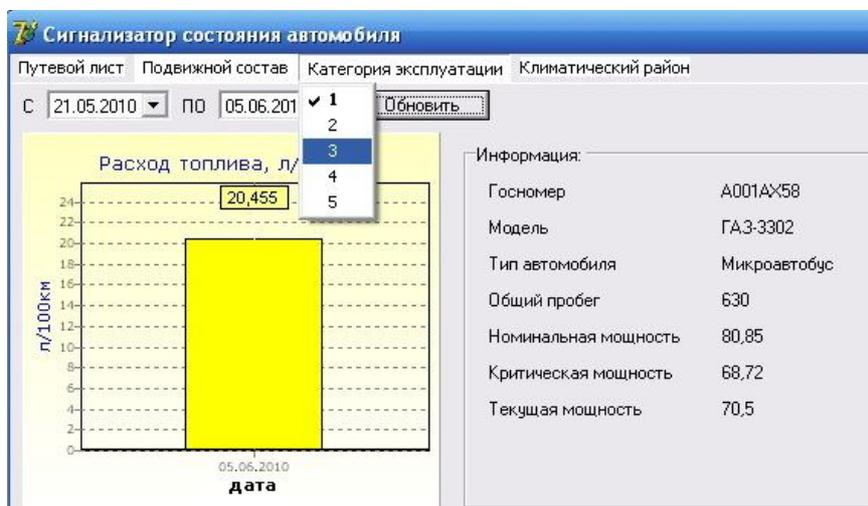


Рисунок 3 - Выбор категории эксплуатации автомобиля

Чтобы программа могла точнее скорректировать наработку до ТО, выбираем климатический район, в котором эксплуатируется автомобиль, с помощью вкладки «Климатический район» (рисунок 4)

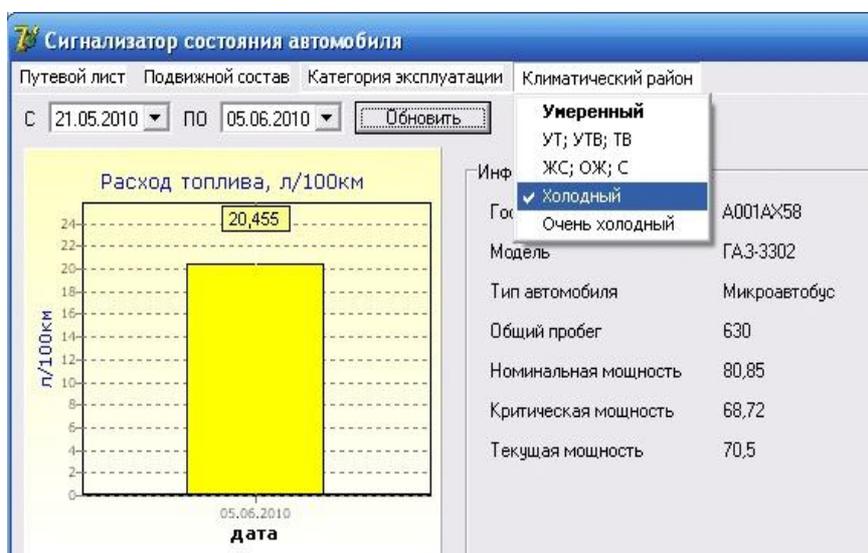


Рисунок 4 - Выбор климатического района

По умолчанию в программе установлены настройки: категория эксплуатации - 1; климатический район – умеренный.

Для обновления графиков и расчета оставшейся наработки до ТО, оператор нажимает клавишу «Обновить», после этого, параметры технического состояния автомобиля выводятся на экран монитора (рисунок 5) за период в целом и в динамике: по дням, декадам, месяцам.

Сигнализатор состояния автомобиля включает в себя 5 полей диаграмм: «Расход топлива»; «Время работы двигателя»; «Пробег»; «Относительная мощность»; «Наработка до ТО».

На диаграмме «Расход топлива» выводится расход топлива автомобилем на 100 км. Так как с уменьшением относительной мощности автомобиля и износом его агрегатов увеличивается расход топлива, этот параметр поможет нам оценить динамику изменения технического состояния автомобиля. При значительном увеличении среднего расхода топлива, автомобиль направляется на проведение ТО.

На диаграмме «Относительная мощность» выводится относительная мощность диагностируемого автомобиля, которая считается по следующей формуле:

$$N_{\text{отн.}} = N_{\text{изм.}}/N_{\text{ном.}} \cdot 100\%$$

где $N_{\text{отн.}}$ – относительная мощность автомобиля, %;

$N_{\text{изм.}}$ – измеренная мощность автомобиля (с датчиков при диагностировании);

$N_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность автомобиля (из базы данных программы).

При уменьшении относительной мощности до 85,0%, автомобиль направляется на ТО.

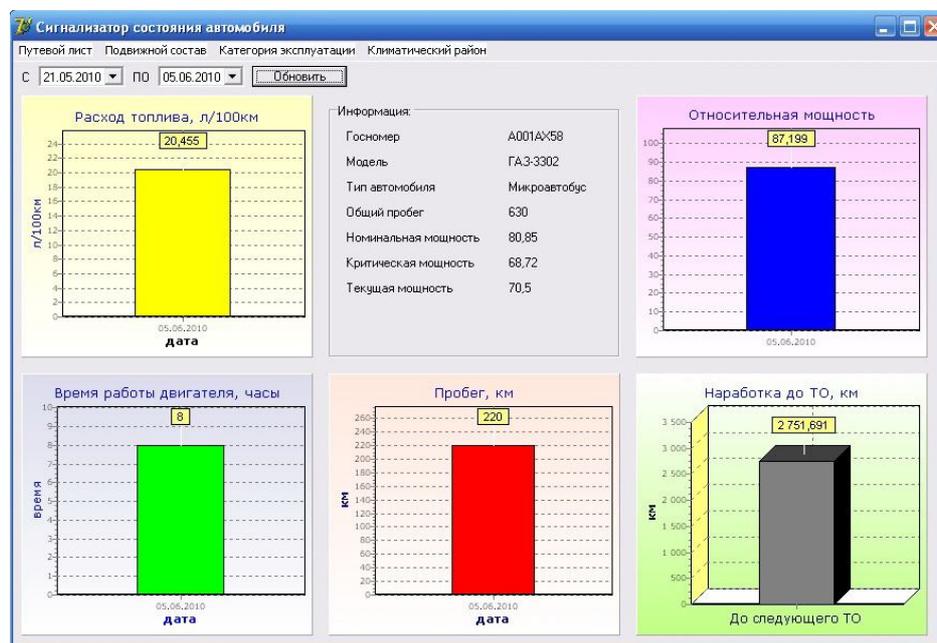


Рисунок 5 - Сигнализатор состояния автомобиля

По диаграмме «Наработка до ТО», оператор может судить о пробеге автомобиля до следующего ТО, значение указывается в километрах.

В базу программы заложены номинальные и критические мощности для каждой модели автомобиля.

Наработка до ТО определяется программой по формуле:

$$t = (N_{\text{изм.}} - N_{\text{кр.}}) / (N_{\text{ном.}} - N_{\text{кр.}}) \cdot L_{\text{ТО}} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где t – наработка до следующего ТО, км;

$N_{\text{изм.}}$ – измеренная мощность автомобиля (с датчиков при диагностики);

$N_{\text{кр.}}$ – критическая мощность автомобиля (из базы данных программы);

$N_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность автомобиля (из базы данных программы);

L – нормативный пробег до ТО;

K_1 – коэффициент, учитывающий категорию эксплуатации автотранспортного средства;

K_2 – коэффициент, учитывающий климатические условия эксплуатации автомобиля.

Таким образом, сигнализатор состояния автомобиля способен с относительно высокой точностью определить наработку до проведения следующего ТО, что значительно снижает затраты АТП на содержание автотранспортного парка, а именно на проверку технического состояния автомобилей.

Применение самодиагностики, динамичной системы ТО и регулируемых систем позволит увеличить уровень эксплуатационной надежности автомобильного парка, снизить материальные и трудовые затраты на проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей, уменьшить потребность в технологическом оборудовании и производственно-складских помещениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Лянденбургский Владимир Владимирович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Кандидат технических наук, доцент

Тел. +7 (8412) 49 83 30

E-mail: dekauto@pguas.ru

Родионов Юрий Владимирович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Доктор технических наук, профессор

Тел. +7 (8412) 49 83 30

Email: dekauto@pguas.ru

Иванов Александр Семенович

Пензенская сельскохозяйственная академия

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: ias55@mail.ru

Симанчев Дмитрий Александрович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Инженер

Тел. +7 (8412) 49 83 30

Email: dekauto@pguas.ru

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

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ

В статье приводится классификация современных способов испытаний шаровых шарниров. Выявлены основные достоинства и недостатки существующих методов. Предложен оригинальный стенд для проведения ресурсных испытаний.

Ключевые слова: шаровый шарнир, шаровая опора, испытательный стенд, способы испытаний.

The article provides a classification of modern methods of test ball ball-Ner. The basic advantages and disadvantages of existing methods. An original stand for life tests.

Key words: ball joint, ball-bearing, test bench, test methods.

Для определения ресурса шаровых шарниров проводятся различные испытания.

Для подтверждения заданного или определения необходимого эксплуатационного ресурса шаровых шарниров автомобильные компании проводят разного рода ускоренные дорожные и стендовые испытания подвесок.

Все известные способы испытания шаровых шарниров передней подвески с целью выявления данных о долговечности в работе Лапчинского В.В. [1] условно разделены на несколько групп (рисунок 1).

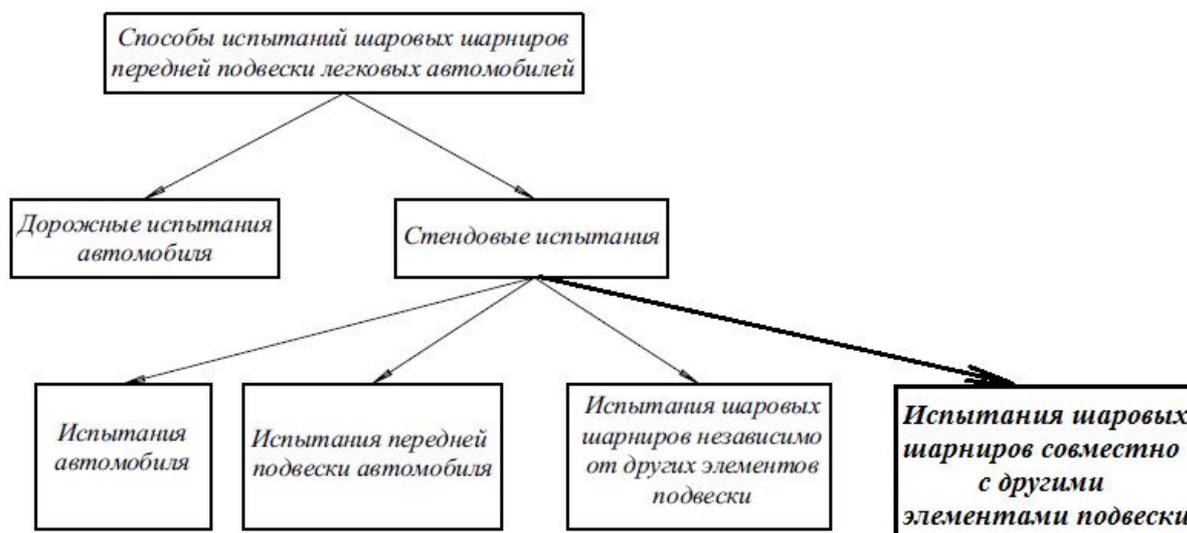


Рисунок 1 - Способы испытаний шаровых шарниров подвески автомобилей

В некоторых случаях получение необходимой информации путем проведения дорожных испытаний на надежность (долговечность) является наиболее приоритетным, поскольку обеспечивается максимальное подобие испытательных режимов нагружения режимам эксплуатационным. Но этот метод при всей своей понятности, простоте плана

испытаний и сопоставимости результатов отличается сложностью, высокой стоимостью и длительностью реализации.

Опыт проведения ресурсных испытаний подвески на ВАЗе, а также различные публикации на данную тематику подтвердили следующие преимущества стендовых испытаний перед дорожными [1]:

1. Меньшие трудоемкость и стоимость испытаний.

2. Снижение времени испытаний в 36 раз за счет только повреждающих факторов нагружения.

3. Высокая воспроизводимость режима испытаний и легкость контроля за состоянием подвески в ходе испытаний.

Таким образом, наиболее эффективным способом изучения процесса эксплуатации шаровых шарниров является его воссоздание в лабораторных условиях. И чем более точно воспроизводится процесс (имитация в лабораторных условиях), тем более полную и достоверную информацию возможно получить в реальных условиях.

Испытания передней подвески в сборе в значительной мере упрощают испытания шаровых шарниров на подготовительном этапе, то есть позволяют избежать дополнительных трудностей, связанных с созданием условий проведения испытаний, приближенным к реальным условиям эксплуатации, что позволяет получить результаты со значительной степенью достоверности. Недостаток таких испытаний – невозможность получения достоверной информации о характере изменения параметров отдельных узлов подвески – шаровых шарниров. Отрицательным моментом также являются неоправданные затраты (материальные, временные, энергозатраты и др.) на испытание подвески в целом в ситуации, когда целью является получение достоверной информации о характере изменения параметров одного конкретного элемента подвески.

Таким образом, для получения достоверной информации о характере износа шаровых шарниров необходима область стендовых испытаний. При этом стенд, на котором производится испытание шаровых шарниров, должен в полном объеме воспроизводить все движения и силовые нагрузки, воспринимаемые шарнирами в реальных условиях.

Кроме того, что бы иметь возможность в полной мере доверять результатам стендовых испытаний, необходима их проверка данными, полученными в реальных условиях.

В ходе проведения испытаний стенд останавливают каждые 50 тыс. циклов с целью замера контрольных параметров на испытуемых образцах.

Таким образом, при завершении испытаний появляется возможность построения зависимостей осевого перемещения шарового пальца в корпусе шарнира от количества циклов испытаний.

Результатом испытаний являются зависимости показывающие характер изменения состояния испытуемых образцов с увеличением количества циклов испытаний [1].

Обзор литературных источников показал, что на сегодняшний день имеются следующие конструкции испытательных стендов для шаровых шарниров.

1. Стенд для испытаний шаровых шарниров или рулевых тяг автомобилей на долговечность с имитацией эксплуатационных нагрузок и движений, авторы Михайловский И. А., Гун И. Г. [2]. Стенд содержит силовую раму с опорными элементами для закрепления пальца шарнира, два силовых привода для создания динамического воздействия на шаровые шарниры в продольном и поперечном направлениях относительно оси пальца, два привода создания рабочих движений - поворота пальца и качания корпуса шарнира (рисунок 2). В стенде применены пневматические цилиндры двустороннего действия с регулируемыми усилиями, механизм качания корпусов шарниров выполнен в виде траверсы с посадочными местами для корпусов двух шаровых шарниров и с установленным посередине траверсы подшипниковым узлом развязки усилий для исключения взаимного влияния силового воздействия на шаровые шарниры в продольном и поперечном направлениях. Технический результат - упрощение конструкции стенда, максимальное приближение условий испытаний к эксплуатационным путем создания одновременно циклической осевой нагрузки на вырыв и вдавливание пальца, циклической боковой нагрузки на корпус шарнира, поворота шарового пальца вокруг оси и качания корпуса шарнира на сфере пальца.

2. Стенд направленный на расширение диапазона динамических нагружений, определение срока службы и позволяющий имитировать нагрузки, характерные для реальных условий эксплуатации шаровой опоры подвески автомобиля, авторы Войнов А. А., Грабовский А. А. [3].

Это достигается тем, что стенд (рисунок 3) для испытаний шаровых опор, содержащий станину, закрепленные на ней электродвигатель, блок автоматического управления, верхние и нижние поперечные рычаги и механизм нагружения шаровых опор, согласно предлагаемому изобретению механизм нагружения шаровых опор выполнен в виде последовательно соединенных коробок перемены передач, моста, кривошипно-шатунного механизма, связанного через поворотные кулаки и верхние и нижние поперечные рычаги с шаровыми опорами, и гидравлической системы, включающей второй электродвигатель, гидроцилиндр двойного действия, связанный с гидронасосом, объединенным со вторым

электродвигателем, через распределитель золотникового типа, при этом блок автоматического управления приводится в движение вторым электродвигателем.

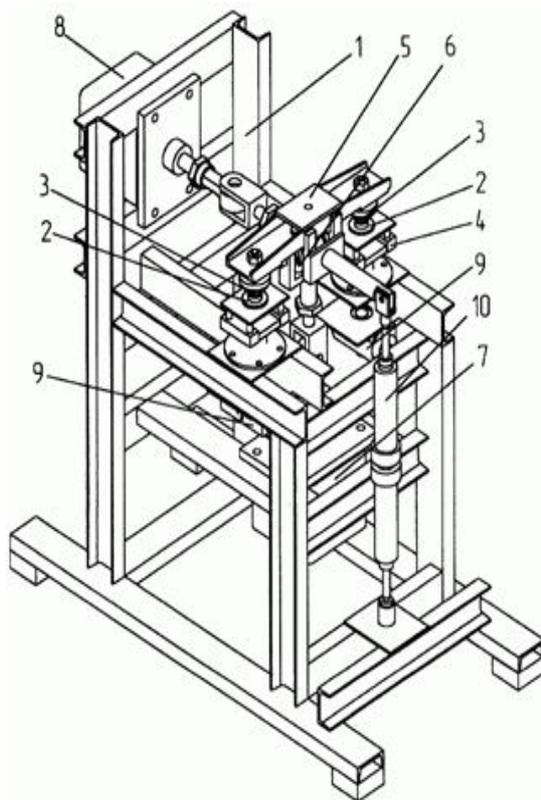


Рисунок 2 - Стенд для испытания шаровых опор на долговечность

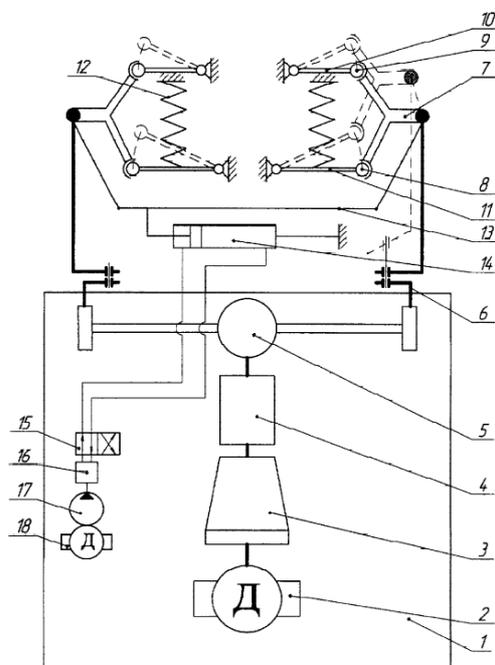


Рисунок 3 - Стенд для испытания шаровых опор рулевых тяг

Стенд для испытаний шаровых опор содержит: 1 - станина, 2 - электродвигатель, 3 - коробка перемены передач, 4 - коробка перемены передач, 5 - мост, 6 - кривошипно-шатунный механизм, 7 - поворотный кулак, 8, 9 - шаровые опоры, 10 - верхний поперечный

рычаг, 11 - нижний поперечный рычаг, 12 - пружина, 13 - поперечная тяга, 14 - гидроцилиндр двойного действия, 15 - распределитель золотникового типа, 16 - блок автоматического управления, 17 - гидронасос, 18 - электродвигатель.

3. Стенд ускоренных испытаний шаровых опор на отказ от ударной нагрузки и материала шаровых опор ударным воздействием, авторы Войнов И. А., Старцев И. А. [4].

Стенд (рисунок 4) содержащий раму, закрепленный на ней электродвигатель 2, соединенный через передачу 3 с червячным редуктором 4. Червячный редуктор 4 обеспечивает передачу вращающего момента последовательно на упругую муфту 6 и маховик 7 с роликом 8, который обеспечивает нагрузку коромысла 9 при преодолении силы сжатия пружины 12 механизма 12, 13 нагружения, обеспечивающего изменение диапазона величин силы нагружения пружины 12 посредством механизма 13 предварительного сжатия пружины, для обеспечения ударною воздействием коромысла 9 на материал или шаровую опору.

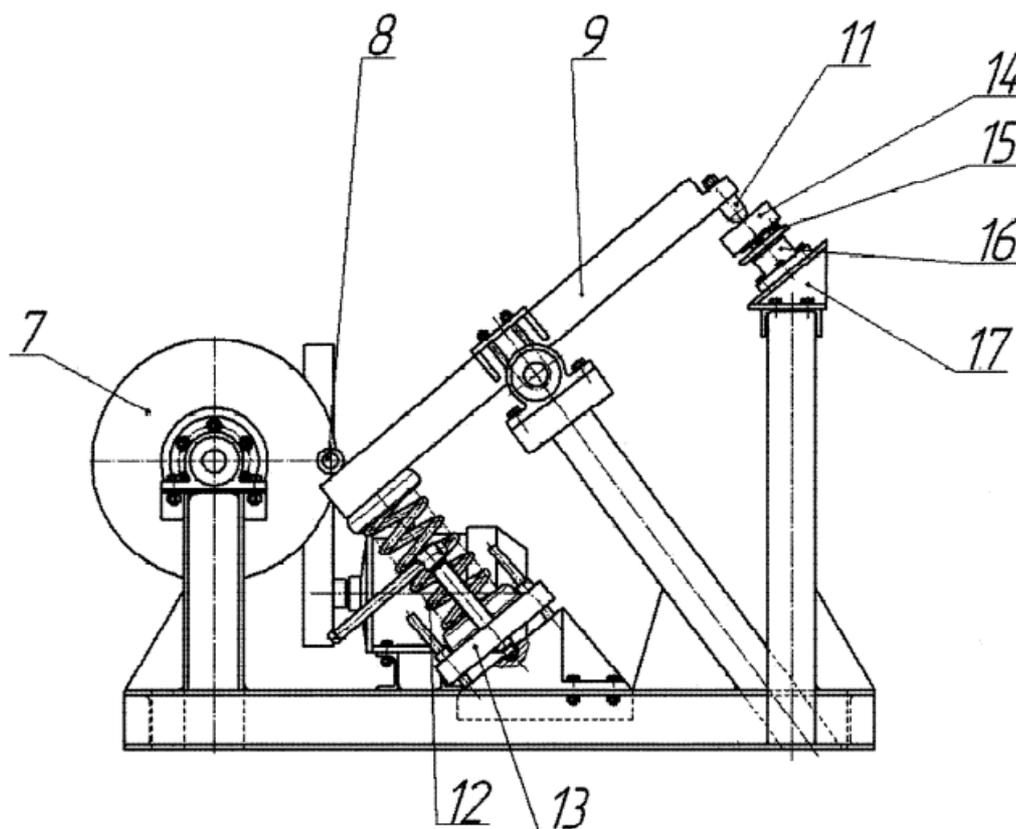


Рисунок 4 - Стенд ускоренных испытаний шаровых опор на отказ от ударной нагрузки и материала шаровых опор ударным воздействием

4. Стенд для испытаний элементов передней подвески легковых автомобилей.

Стенд можно отнести к новому типу испытательных стендов объединяющим в себе испытания передней подвески автомобилей и испытания шаровых шарниров независимо от других элементов подвески. Обладая при этом достоинствами обоих типов испытаний и минимизирующих их недостатки. Основа стенда – одна сторона передней подвески легкового автомобиля типа «Макферсон» жестко закрепленная в двух точках на основании (рисунок 5 а). Амортизационная стойка при этом заменяется на направляющий элемент 17 обеспечивающим вертикальное перемещение. В качестве источника движения используются два гидравлических цилиндра. Основной гидроцилиндр 1 воздействует на нижний рычаг 19 и обеспечивает перемещение в вертикальной плоскости, дополнительный гидроцилиндр 3 воздействует на поворотный кулак 4 и позволяет имитировать боковую нагрузку на подвеску и поворот колеса. За счет исключения амортизационного элемента удалось значительно сократить нагрузку на основной гидроцилиндр, увеличить частоту колебаний подвески и соответственно ускорить проведение испытаний, одновременно упростив конструкцию. Имитация реальных условий достигается за счет использования в качестве основы модернизированной передней подвески легкового автомобиля. Нагрузки, действующие на шаровую опору 2, максимально приближены к реальным условиям эксплуатации.

Гидравлическая часть стенда обеспечивает:

- циклическое нагружение шарового шарнира в вертикальной плоскости в диапазоне 3000-5000 Н (ход сжатия), с частотой 2 Гц, при этом шаровый шарнир находится под постоянной вертикальной нагрузкой 400 кг. При этом ход рычага подвески 19 должен составлять 30-40 мм, угол α составляет 15-20 градусов;

- циклическое нагружение шарового шарнира в горизонтальной плоскости (боковое нагружение) с усилием достаточным для поворота кулака 4 на угол 40-50 градусов с частотой до 30 циклов в мин. Ход должен составлять 150-200 мм;

- испытание одного шарового шарнира происходит при 1 млн. циклах испытания.

Цикл представляет собой движение рычага от нижней точки (отбой), до верхней точки (сжатие) и возврат в нижнюю точку, т.е. угол 2α .

Запуск и останов стенда осуществляться вручную.

Испытания предусматривают контроль количества циклов.

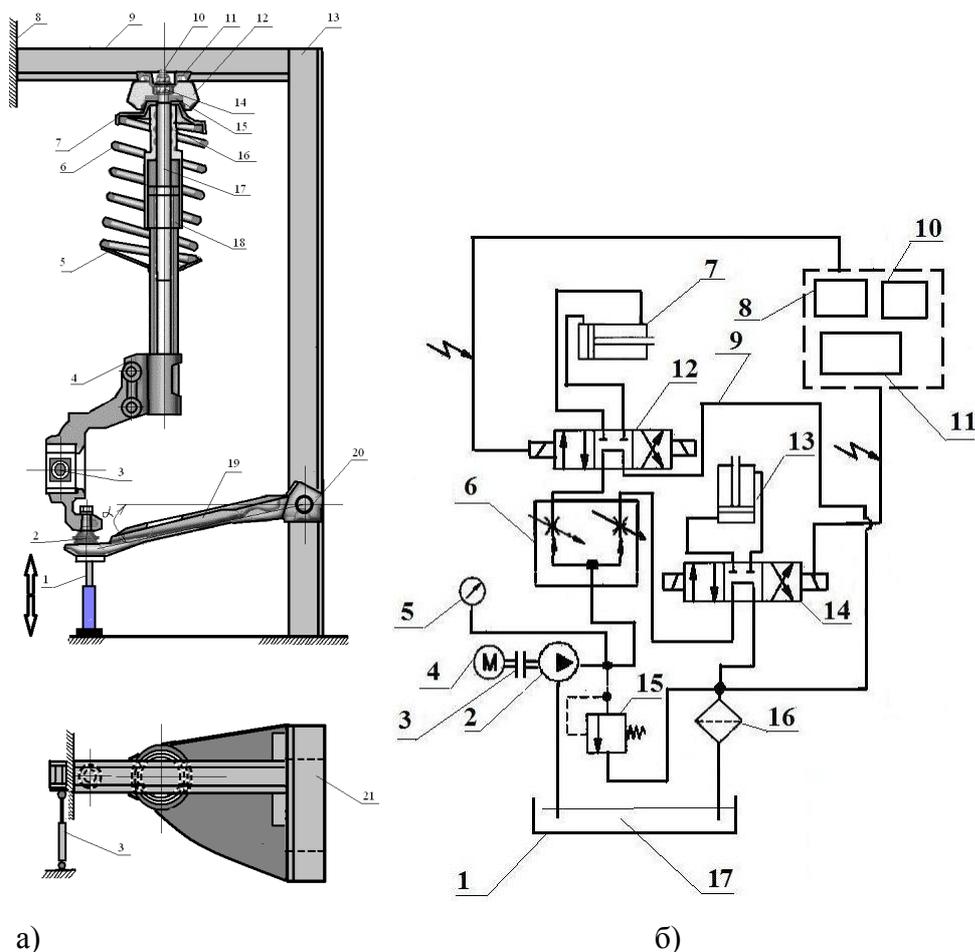


Рисунок 5 - Стенд для испытаний элементов передней подвески легковых автомобилей:
а – механическая часть стенда: 1-основной гидроцилиндр, 2-шаровая опора, 3-дополнительный гидроцилиндр, 4-поворотный кулак, 5-нижняя опора пружины, 6-пружина, 7-верхняя опора пружины, 8-опора верхней рамы, 9-верхняя рама стенда, 10-гайка верхнего крепления стойки, 11-упорная шайба, 12-верхняя опора стойки, 13-боковая рама стенда, 14-гайка штока, 15-опорный подшипник стойки, 16-буфер сжатия, 17-шток, 18-цилиндр, 19-рычаг подвески, 20-крепление рычага, 21-поперечина рамы.
б – гидравлическая часть стенда: 1-гидробак, 2-гидронасос, 3-упругая муфта, 4-электродвигатель, 5-манометр, 6-регулятор потока, 7-дополнительный гидроцилиндр, 8-контроллер, 9-гидравлическая линия, 10-реле, 11-блок питания, 12-гидравлический распределитель дополнительного гидроцилиндра, 13-основной гидроцилиндр, 14-гидравлический распределитель основного гидроцилиндра, 15-предохранительный клапан, 16-фильтр, 17-масло

Гидравлическая часть стенда работает следующим образом:

Масло 17 из бака 1 засасывается насосом 2, который приводится в действие от электродвигателя 4 через упругую муфту 3. Далее от насоса масло под давлением подается на регулятор потока 6, который разделяет поток масла на два потока различных по расходу масла. Один поток с большим расходом масла подается в гидравлический распределитель 14, который управляет работой основного гидроцилиндра 13, второй поток с меньшим расходом масла подается в распределитель 12, управляющий дополнительным гидроцилиндром 7. Различный расход масла для гидроцилиндров обеспечивает их работу с различными частотами. В систему также включены манометр 5 для контроля давления

масла в гидросистеме, предохранительный клапан 15 для сбрасывания давления при его критическом повышении и фильтр 16 для отделения от масла и задержания поступающих по сливной линии в гидробак загрязняющих частиц, воды и др. образующихся при работе стенда.

Таким образом, стенд обеспечивает имитацию износа шаровой опоры передней подвески легкового автомобиля в ускоренном режиме. Это достигается за счет сохранения кинематики подвески на стенде при его работе соответствующей кинематике подвески на автомобиле полной массой, движущемся по булыжному покрытию со скоростью 30-40 км/ч. Стенд также позволяет за счет специальных приспособлений измерять зазор в шаровой опоре без ее снятия со стенда [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лапчинский, Владимир Викторович Определение закономерности изменения технического состояния шаровых пальцев передней подвески автомобилей: автореферат дис. кандидата технических наук: 05.22.10 / Магнитогорск. гос. Ун-т, 2005, 18 с.
2. Пат. 2003137624/11 Российская Федерация. Стенд для испытания шаровых шарниров [Текст] / Михайловский И. А., Гунн И. Г., Ясаков Ю. М., Лапчинский В. В.; опубл. 10.11.05. Бюл. №31.
3. Пат. 2006115973/11 Российская Федерация. Стенд для испытания шаровых опор [Текст] / Войнов А. А., Грабовский А. А., Артемов И. И.; опубл. 10.10.2007 Бюл. № 28.
4. Пат. 2007125929/11 Российская Федерация. Стенд ускоренных испытаний шаровых опор на отказ от ударной нагрузки и материала шаровых опор ударным воздействием [Текст] / Войнов А. А., Ставцев И. А., Смирнов А. А.; опубл. 27.06.09 Бюл. № 18.
5. Катунин, Андрей Александрович. Проблемы эксплуатации шаровых опор легковых автомобилей [Текст] / А.А. Катунин, А.Н. Новиков, М.Д. Тебекин // Мир транспорта и технологических машин. – 2010. - № 3(30). – С. 42-46.

Новиков Александр Николаевич

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
Доктор технических наук, профессор, зав.кафедрой «Сервис и ремонт машин»
Тел.: +7 (4862) 744350
E-mail: srmostu@mail.ru

Катунин Андрей Александрович

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»
Адрес: 302030, г. Орел, ул. Московская, д. 77
Тел. +7 915 508 0508
E-mail: aak808@yandex.ru

Тебекин Максим Дмитриевич

Орловский государственный технический университет
Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (920) 8294998
E-mail: srmostu@mail.ru

М.Г. ДЕГТЯРЕВ, А.В. ПОЛИКАРПОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕМОНТА ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Представлены этапы проектирования и ремонта узлов трения с расчетом подшипника скольжения в режиме жидкостного трения.

Ключевые слова: подшипник, материал, покрытие, трение.

Design stages and repair of knots of a friction with calculation of the bearing of sliding in a mode of a liquid friction are presented.

Keywords: bearing, material, coating, friction.

Подшипниковые узлы (ПУ) являются важнейшими структурными элементами машин и приборов и составляют основную часть узлов трения. Отказы техники, как правило, происходят из-за отказов ПУ, которые, таким образом, ограничивают долговечность машин и приборов.

Технологическое обеспечение надежности при проектировании и ремонте подшипников заключается в определении требуемых параметров качества антифрикционного слоя и разработке технологических процессов (ТП). Параметры качества поверхностного слоя обусловлены как технологическими параметрами применяемых методов изготовления, сопутствующего или последующего упрочнения и т. п. Физико-механическое и структурное состояние поверхностного слоя антифрикционного материала является решающим в обеспечении заданной надежности подшипника скольжения. Это должно обеспечить быструю адаптацию рабочих поверхностей к имеющимся в сопряжении видам изнашивания и требуемую усталостную прочность антифрикционного слоя. При этом каждый ТП при использовании определенных материалов обладает ограниченным количеством положительных свойств. Управление этими свойствами осуществляется как на этапе проектирования, так и во время ТП: операционный и окончательный контроль параметров качества, режимов технологических операций и т. п. [1].

Проектирование и ремонт подшипников включает в себя следующие этапы:

- определение конструктивных, технических, триботехнических и т. п. требований к подшипнику, обеспечивающих заданную долговечность узла, в зависимости от условий эксплуатации;
- выбор или разработка антифрикционных материалов для различных слоев (промежуточных, рабочих, прирабочных и т. п.) и конструктивных особенностей

подшипника (количество, размеры различных слоев и т. п.), обеспечивающих получение требуемых механических и триботехнических свойств;

- выбор методов изготовления и на основании критериев долговечности конструкции и технико-экономического анализа;

- выбор технологического оборудования, которое способно обеспечить заданные параметры качества антифрикционного покрытия и подшипника в целом;

- выбор области оптимальных параметров режима при различных операциях ТП [2].

При проектировании и ремонте подшипников скольжения необходимо знать о процессах, протекающих между контактирующими поверхностями.

Трение поверхностей цапфы и вкладыша, а так же, находящийся в зазоре подшипника смазочный материал оказывает сопротивление вращению. Момент трения в подшипнике скольжения можно определить зависимостью [3]:

$$T_{\text{тр}} = 0,5 F \cdot f \cdot d,$$

где F – нагрузка на подшипнике, Н;

f – коэффициент трения;

d – диаметр цапфы, мм.

Потери на трение в подшипниках скольжения тем больше, чем больше коэффициент трения, который изменяется в зависимости от характеристики режима:

$$(\mu n / p),$$

где μ – вязкость смазки, Па·с;

p – удельное давление, Па;

n – частота вращения, мин⁻¹.

С увеличением $(\mu n / p)$ потери на трение снижаются. Коэффициенты трения имеют следующие значения: жидкостное – $f=0,001...0,005$; полужидкостное – $f=0,008...0,16$.

Подшипники скольжения, работающие в условиях граничного и полужидкостного трения, подвержены абразивному изнашиванию, заеданию (схватыванию) из-за разрушения граничных пленок смазки при высоких температурах, пластическому деформированию и усталостному разрушению. Эти повреждения зависят от состояния и вязкости смазки, характера и величины удельной нагрузки, температуры и других параметров режима работы подшипника, а так же в значительной степени от материалов цапфы и вкладыша, которые должны образовывать антифрикционную пару [2].

Выбор материала для антифрикционного слоя вкладышей подшипников является одним из наиболее сложных вопросов, как при проектировании узла, так и при его ремонте. Материал должен обеспечить надежность подшипникового узла в течение установленного срока эксплуатации. Долговечность работы подшипникового узла обеспечивается прежде всего износостойкостью его составляющих деталей, т. к. при износе деталей изменяются их геометрия и зазоры и, как следствие этого, гидродинамические характеристики. Изменение этих характеристик может привести к образованию неблагоприятных режимов трения, повреждению поверхностей трения вкладышей и шеек валов [1].

Антифрикционный слой вкладыша подшипника должен отвечать следующим требованиям:

- выдерживать высокие удельные нагрузки и скорости скольжения;
- обладать высокими триботехническими свойствами;
- иметь хорошую способность к поглощению твердых частиц;
- обладать достаточной прирабатываемостью;
- обладать температуростойкостью;
- обладать работоспособностью в особо тяжелых условиях (граничной смазки);
- материалы шейки и вкладыша должны быть совместимы.

При проектировании и ремонте подшипника скольжения необходимо правильно подобрать геометрические размеры, посадку, шероховатость поверхности, смазку и т.д.

Исходными данными для расчета подшипника являются: нагрузка на опору F_r , Н; частота вращения вала n , мин⁻¹; диаметр цапфы d , мм, определяемый из расчета вала; материал вкладыша; шероховатость поверхностей цапфы R_{z1} и вкладыша R_{z2} , мкм; динамическая вязкость смазки μ , Па·с.

Среднее значение относительного зазора в подшипнике при рабочей температуре определяется по зависимости:

$$\psi = 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[4]{V},$$

где V - окружная скорость цапфы, м/с.

Для некоторых видов механизмов и машин отношение длины подшипника l и диаметрального зазора Δ к диаметру цапфы ($\varphi = l/d$ – относительная длина и $\psi = \Delta/d$ – относительный зазор) выбираются в соответствии со справочными данными.

Относительный зазор выбирается тем большим, чем больше частота вращения и отношение l/d , меньше давление и тверже материал вкладышей. При малых зазорах толщина

масляного слоя может оказаться недостаточной, а его температура слишком высокой. При больших зазорах растёт расход смазки и ухудшается центрирование вала.

Для выбранной посадки подшипника скольжения с учетом полей допусков для диаметров цапфы - d_{min}, d_{max} и вкладыша - D_{min}, D_{max} максимальный и минимальный зазоры:

$$\Delta_{max} = D_{max} - d_{min}; \quad \Delta_{min} = D_{min} - d_{max}.$$

При этом предельные значения относительного зазора:

$$\psi_{max} = \Delta_{max} / d; \quad \psi_{min} = \Delta_{min} / d.$$

Проверочный гидродинамический расчет подшипника скольжения для предупреждения касания сопряженных поверхностей в зоне их наибольшего сближения проводится из условия:

$$S' = h'_{min} / h_{кр} \geq |S|; \quad S'' = h''_{min} / h_{кр} \geq |S|, \quad (1)$$

где $h'_{min}; h''_{min}$ – минимальные значения толщины слоя смазки.

Причем,

$$h'_{min} = (\Delta_{max} / 2) \cdot (1 - \chi'); \quad h''_{min} = (\Delta_{min} / 2) \cdot (1 - \chi''),$$

где $\chi'; \chi''$ – относительный эксцентриситет ($\chi = 2e/\Delta$), определяемый в зависимости от отношения $l/d = \varphi$ и безразмерного коэффициента нагруженности подшипника Φ' и Φ'' .

Коэффициенты нагруженности определяются по зависимостям:

$$\Phi' = (10^7 \cdot F_r \cdot \psi_{min}^2) / (\mu \cdot n \cdot l \cdot d) = 10^7 \cdot \psi_{min}^2 \cdot (p / \mu \cdot n);$$

$$\Phi'' = (10^7 \cdot F_r \cdot \psi_{min}^2) / (\mu \cdot n \cdot l \cdot d) = 10^7 \cdot \psi_{min}^2 \cdot (p / \mu \cdot n),$$

где p – давление, МПа;

n – частота вращения, мин⁻¹;

μ – вязкость смазки, Па·с при средней температуре 45...65°C.

Критическое значение толщины слоя смазки:

$$h_{кр} = R_{z1} + R_{z2} + y_0,$$

где R_{z1}, R_{z2} - шероховатость поверхностей цапфы и вкладыша;

y_0 – прогиб цапфы, определяемый в зависимости от прогиба вала $y_в$, длины вкладыша l и расстояния между опорами L .

$$y_0 = 1,6 y_в (l/L).$$

Если проверочный расчет подшипника показывает, что при данных параметрах подшипника не обеспечивается выполнение условия (1), необходимо внести в них корректировки: изменить в большую сторону отношение l/d ; назначить другую посадку или шероховатость поверхности, выбрать другую марку смазки с большим коэффициентом вязкости или понизить ее рабочую температуру [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галахов, М.А. Расчет подшипниковых узлов [Текст] / М.А. Галахов, А.Н. Бурмистров. – М.: Машиностроение, 1988. – 272 с. - ISBN 5-217-00026-9.
2. Леонтьев, Л.Б., Митюк, Н.А. [Электронный ресурс] «Исследовано в России», 126, 1198-1205, 2006. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2006/126.pdf>.
3. Чернавский, С.А. Подшипники скольжения [Текст] / С.А. Чернавский. – М.: МАШГИЗ, 1963. – 244 с.

Дегтярев Михаил Григорьевич

ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел
Доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии конструкционных материалов и организация технического сервиса»
Тел. (4862) 43 32 69
E-mail: metrology@orelsau.ru

Поликарпов Арсений Владимирович

ФГОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет», г. Орел
Ассистент кафедры «Технологии конструкционных материалов и организация технического сервиса»
Тел. (4862) 43 32 69
E-mail: metrology@orelsau.ru

УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИЙ УДАР ПО КУЗОВУ АВТОМОБИЛЯ

Рассмотрен удар груза, сброшенного с некоторой высоты, по крыше легкового автомобиля. По обнаруженным на крыше вмятинам определяется высота, с которой был сброшен груз.

Ключевые слова: деформация, вмятина, удар, автомобиль.

Impact of the weight down faulted from some altitude, on a roof of the car surveyed. On dings detected on a roof the altitude from which the weight down faulted is determined.

Keywords: deformation, a dent, blow, the car.

Форма и соотношение размеров остаточных деформаций - вмятин, обнаруженных на крыше кузова автомобиля, позволяют установить, что сброшенный груз представляет собой *гантель* – ручной утяжелённый гимнастический снаряд, используемый в физических упражнениях для развития мышц [1]. Судя по форме вмятин, на крышу автомобиля была сброшена литая (цельная) гантель. Кроме того, вследствие удара гантели по крыше, был разрушен *лонжерон*, поддерживающий крышу.

Результаты обследования приведены на рисунке 1.

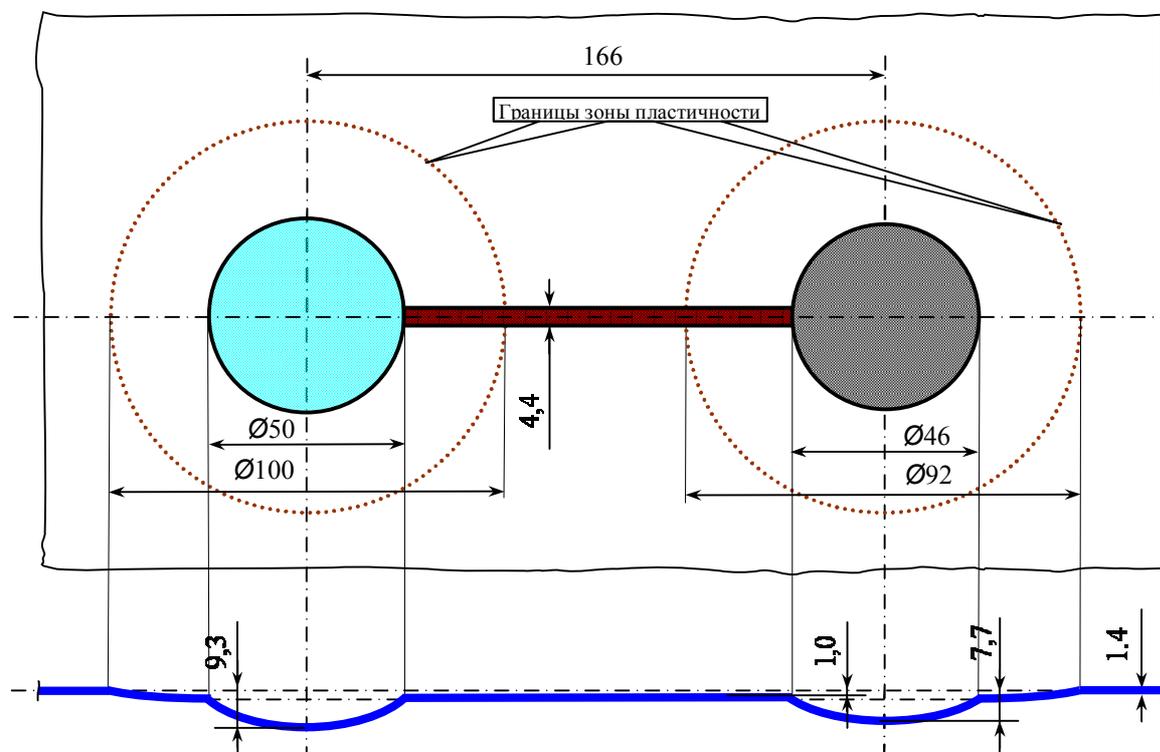


Рисунок 1 - Схема расположения вмятин и их размеры

Исходя из размеров вмятин – отпечатков гантели, нетрудно установить основные

размеры гантели.

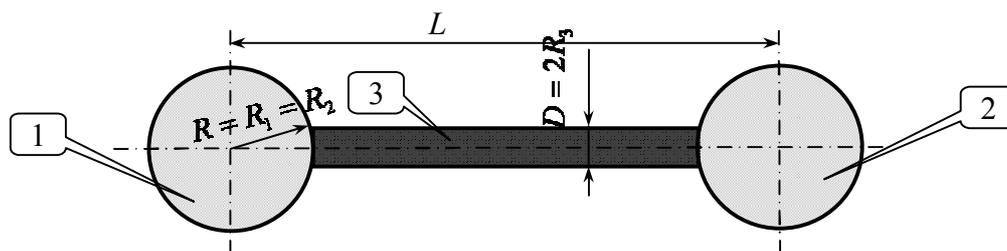


Рисунок 2 - Схема гантели

Подсчёты показали, что радиусы шаров $R_1 = R_2 = R = 38\text{мм}$, диаметр грифа $D = 24\text{мм}$. Из рисунка 1 видно, что межцентровое расстояние шаров $L = 166\text{мм}$.

Масса гантели M , подсчитанная по полученным размерам для чугуна (плотность которого $\rho = 7800\text{кг}/\text{м}^3$), составила 4кг .

Потенциальная энергия гантели, находившейся на высоте H , расходуется, в первую очередь, на деформирование крыши кузова (упругое и пластическое), а также на разрушение лонжерона – балки, поддерживающей крышу:

$$MgH = W, \text{ тогда}$$

$$H = \frac{W}{Mg},$$

1)

где: H - искомая высота груза,

W - энергия, затраченная на деформацию крыши и разрушение лонжерона,

g - ускорение свободного падения.

Величина энергии W складывается из четырёх частей:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

2)

где W_1 - энергия, необходимая для деформирования крыши шаром 1;

W_2 - энергия, необходимая для деформирования крыши шаром 2;

W_3 - энергия, необходимая для деформирования крыши грифом 3;

W_4 - энергия, затраченная на разрушение лонжерона.

Величина потенциальной энергии деформации определяется зависимостью контактной силы от сближения контактируемых тел $P(\alpha)$. Очевидно, что в условиях данной задачи, деформацией гантели по сравнению с деформацией крыши кузова автомобиля можно

пренебречь. В этом случае сближение контактируемых тел α равно перемещению точки первоначального касания тел: гантели и крыши кузова в зоне деформации: $\alpha = w = w_0$.

При упруго-пластическом ударе перемещение w складывается из упругой и пластической составляющих:

$$w = w_1 + w_2, \tag{3}$$

где w_1 - перемещение, обусловленное упругими деформациями,

w_2 - пластической составляющей перемещения.

Зависимость перемещения, обусловленного упругими деформациями, от контактной силы имеет вид [2]:

$$w_1 = \left(\frac{P_y}{k} \right)^{\frac{2}{3}}, \tag{4}$$

где P - величина контактной силы, k - коэффициент упругой деформации.

Для пластической составляющей величины перемещения соприкасающихся тел можно принять выражение [2]

$$w_2 = \chi(P_n - P_s), \tag{5}$$

где P_s - значение контактной силы, при котором возникают пластические деформации;

χ - коэффициент пластической деформации.

Тогда для упругих деформаций

$$P_y = kw_1^{\frac{3}{2}}; \tag{6}$$

для пластических деформаций

$$P_n = P_s + \frac{w_2}{\chi}. \tag{7}$$

Введём обозначения: w_s - значение перемещения, при котором возникают пластические деформации, Δ - величина остаточного перемещения.

Энергия деформирования крыши шарами

$$W_{III} = W_{1,2} = \int_0^{w_s} P_y dw + \int_0^{\Delta_{III}} P_n dw = k_{III} \int_0^{w_s} w^{\frac{3}{2}} dw + \int_0^{\Delta_{III}} \left(P_S + \frac{w}{\chi} \right) dw =$$

$$= k_{III} \int_0^{w_s} w^{\frac{3}{2}} dw + P_S \int_0^{\Delta_{III}} dw + \frac{1}{\chi} \int_0^{\Delta_{III}} w dw = \frac{2}{5} k_{III} w_s^{\frac{5}{2}} + P_S \Delta_{III} + \frac{\Delta_{III}^2}{2\chi}.$$

Энергия деформирования крыши цилиндрическим грифом

$$W_{II} = W_3 = \frac{2}{5} k_{II} w_s^{\frac{5}{2}} + P_S \Delta_{II} + \frac{\Delta_{II}^2}{2\chi}.$$

Энергия, затраченная на разрушение лонжерона, может быть подсчитана как произведение ударной вязкости материала крыши KCU на площадь поперечного сечения лонжерона S :

$$W_4 = KCU \cdot S.$$

Таким образом, для ответа на вопрос задачи необходимо знать величины k , χ , P_S , w_s , Δ , KCU и S .

Крыша кузова автомобиля представляет собой пологую оболочку очень малой кривизны, поэтому фактически речь идёт о взаимодействии частей гантели с плоскостью.

Величина коэффициента k зависит от кривизны поверхностей тел в точке контакта и свойств материала.

При соприкосновении шара и цилиндра с плоскостью [2]

$$k_{III} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E}{1-\mu^2} \cdot \sqrt{R}, \quad k_{II} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E}{1-\mu^2} \cdot \sqrt{\frac{D}{2}},$$

где E - модуль упругости, μ - коэффициент Пуассона.

При контакте гантели со стальной крышей кузова автомобиля

$$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}, \quad \mu = 0,3,$$

$$\text{тогда } k_{III} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E}{1-\mu^2} \cdot \sqrt{R_1} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2 \cdot 10^{11}}{1-0,3^2} \cdot \sqrt{0,038} = 2,86 \cdot 10^{10} \frac{\text{кЗ}}{\text{с}^2 \cdot \sqrt{\text{м}}},$$

$$k_{II} = \frac{2}{3} \cdot \frac{E}{1-\mu^2} \cdot \sqrt{R_3} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2 \cdot 10^{11}}{1-0,3^2} \cdot \sqrt{\frac{0,024}{2}} = 1,61 \cdot 10^{10} \frac{\text{кЗ}}{\text{с}^2 \cdot \sqrt{\text{м}}}.$$

При контакте шара и цилиндра с плоскостью [2]

$$\chi_{III} = \frac{1}{2\pi RH}, \quad \chi_{II} = \frac{1}{\pi DRH},$$

где H - величина, характеризующая пластические свойства металла. Величину H приближённо можно считать равной твёрдости по Бриннелю H_B .

Принимаем Бринеллю $H_B = 160 \text{ кГ} / \text{мм}^2 = 16 \text{ МПа}$ [3], тогда

$$\chi_{III} = \frac{1}{2\pi \cdot 0,038 \cdot 16 \cdot 10^6} = 2,62 \cdot 10^{-7} \frac{\text{с}^2}{\text{кг}},$$

$$\chi_{II} = \frac{1}{2\pi \cdot 0,012 \cdot 16 \cdot 10^6} = 8,29 \cdot 10^{-7} \frac{\text{с}^2}{\text{кг}}.$$

Значения критической силы P_s , а также соответствующее значение перемещения w_s можно определить исходя из закономерностей упругого взаимодействия частей гантели с крышей кузова автомобиля. Последняя представляет собой пологую оболочку очень малой кривизны, поэтому фактически речь идёт о взаимодействии гантели с пластиной. Характер остаточных деформаций (рисунок 1) позволяет сделать вывод о наличии пластического шарнира в качестве опоры для круглой пластины.

Следуя Герцу [4], принимаем эллипсоидальный закон распределения давлений, то есть, считаем, что распределение давления по площадке контакта, ограниченной площадкой контакта, представляется ординатами половины эллипсоида, построенного на этой площадке.

Соответствующая расчётная схема приведена на рисунке 3.

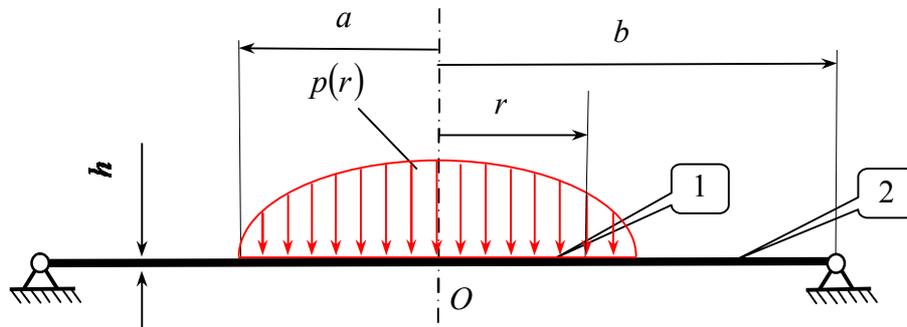


Рисунок 3 - Схема распределения давлений

На этой схеме: h - толщина пластины, r - полярный радиус, 1 – площадка контакта – участок пластины №1, 2 – свободный от нагрузки участок пластины - участок пластины №2.

Следуя традиционным методам прикладной теории упругости [5], можно получить выражения для максимального напряжения и упругого перемещения точки первоначального контакта w :

$$\sigma_{\max} = \frac{3P}{2\pi h^2} (1 + \mu) \left(\ln 2 + \frac{1}{2} \ln 4 + \frac{1}{1 + \mu} - \frac{2}{3} \right),$$

8)

$$w = \frac{Pa^2}{8\pi D} \left[\frac{1}{1+\mu} + \frac{1}{5} \ln 2 + \frac{476}{225} \right].$$

9)

где P - равнодействующая сил давления,

D - жёсткость пластины.

В данном случае $h = 1,4 \text{ мм} = 0,0014 \text{ м}$ и

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)} = \frac{2 \cdot 10^{11} \cdot 0,0014^3}{12 \cdot (1-0,3^2)} = 50,2556 \text{ Нм}.$$

Усилие пограничного деформирования P_S , найдём исходя из условия:

$$P = P_S \text{ при } \sigma_{\max} = \sigma_T,$$

10)

где σ_T - предел текучести.

Тогда

$$P_S = \frac{2\pi h^2 \sigma_T}{3(1+\mu) \cdot \left(\ln 2 + \frac{1}{2} \ln 4 + \frac{1}{1+0,3} - \frac{2}{3} \right)}.$$

Для стали Сталь 25 предел текучести $\sigma_T = 275 \text{ Мпа}$ [3], тогда

$$P_S = \frac{2\pi \cdot 0,0014^2 \cdot 275 \cdot 10^6}{3(1+0,3) \cdot \left(\ln 2 + \frac{1}{2} \ln 4 + \frac{1}{1+0,3} - \frac{2}{3} \right)} = 670,19 \text{ Н}.$$

Величины w_S и Δ можно найти исходя из геометрических соотношений для перемещений.

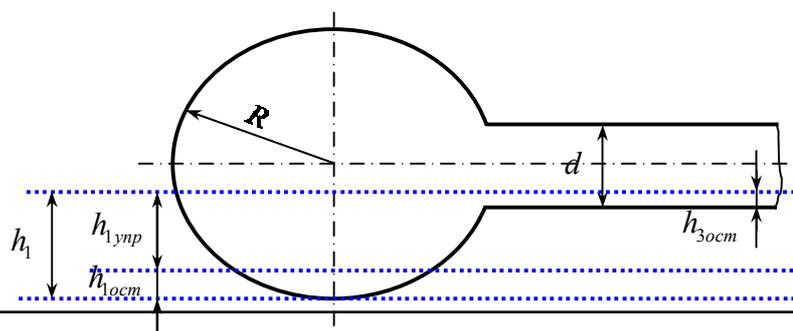


Рисунок 4 - Схема перемещений

Остаточные перемещения

$$\Delta_{ш1} = h_{1ост} = 9,3мм = 0,0093м, \Delta_{ш2} = h_{2ост} = 7,7мм = 0,0077м,$$

$$\Delta_{ц} = h_{3ост} = 1,0мм = 0,001м.$$

Принимаем величины пограничных перемещений

$$w_{s1} = w_{s2} = h_{3ост} = 0,001м = 1,0мм; w_{s3} = 0.$$

Значение ударной вязкости $KCU = 80 Дж/см^2$ [3]. Площадь поперечного сечения лонжерона, подсчитанная по замеренным размерам последнего, составляет $47см^2$.

Подсчитаем энергию, затраченную на деформацию крыши и разрушение лонжерона.

$$\begin{aligned} W &= \frac{2}{5}k_{ш}w_{s1}^{\frac{5}{2}} + P_s\Delta_{ш1} + \frac{\Delta_{ш1}^2}{2\chi_{ш}} + \frac{2}{5}k_{ш}w_{s3}^{\frac{5}{2}} + P_{s3}\Delta_{ш2} + \frac{\Delta_{ш2}^2}{2\chi_{ш}} + \\ &+ \frac{2}{5}k_{ц}w_s^{\frac{5}{2}} + P_s\Delta_{ц} + \frac{\Delta_{ц}^2}{2\gamma_{ц}} + KCU \cdot S = \\ &= \frac{2}{5} \left[k_{ш} \left(w_{s1}^{\frac{5}{2}} + w_{s2}^{\frac{5}{2}} \right) + k_{ц}w_{s3}^{\frac{5}{2}} \right] + P_s(\Delta_{ш1} + \Delta_{ш2} + \Delta_{ц}) + \\ &+ \frac{\Delta_{ш1}^2 + \Delta_{ш2}^2}{2\chi_{ш}} + \frac{\Delta_{ц}^2}{2\chi_{ц}} + KCU \cdot S = \\ &= \frac{2}{5} \left[2,86 \cdot 10^{10} \cdot \left(0,001^{\frac{5}{2}} + 0,001^{\frac{5}{2}} \right) + 1,61 \cdot 10^{10} \cdot 0^{\frac{5}{2}} \right] + \\ &+ 670,19 \cdot (0,0093 + 0,0077 + 0,0012) + \\ &+ \frac{0,0093^2 + 0,0077^2}{2 \cdot 2,62 \cdot 10^{-7}} + \frac{0,0012^2}{2 \cdot 8,29 \cdot 10^7} + 80 \cdot 0,47 = 1150 Дж. \end{aligned}$$

Искомая высота

$$H = \frac{W}{Mg} = \frac{1150}{4 \cdot 9,81} = 29,3м.$$

Полученное значение высоты не противоречит фактическим обстоятельствам, сопутствующим деформированию крыши автомобиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нечаева, И.В. Современный словарь иностранных слов [Текст] / И.В. Нечаева. – М.: Издательство АСТ, 2002.-538с.
2. Расчёты на прочность в машиностроении. Том III. Инерционные нагрузки. Колебания и ударные нагрузки. Выносливость. Устойчивость / Авт. Пономарёв и др. – М.: Машгиз, 1959. - 1118 с.
3. Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. Том 1 [Текст] / В.И.Анурьев. – М.: Машиностроение, 1992.- 816с.
4. Hertz Н. Über der Berührung fester elastischer Körper, Gesamelte Werke. Bd.1. Leipzig, 1895.
5. Расчёты на прочность в машиностроении. Том II. Некоторые задачи прикладной теории упругости. Расчёты за пределами упругости Расчёты на ползучесть./ Авт. Пономарёв и др. – М.: Машгиз, 1958.-974 с.

Сигаев Николай Петрович

Новомосковский институт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева

Кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Техническая механика»

Тел. +7 (48762) 48336

E-mail: niksigaev@yandex.ru

УДК 629.1.04

М.М. МАКАРОВ, Ю.В. РОДИОНОВ, С.Б. КОКУНОВА, П.А. КУРАКОВ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНОЙ РЕЗИНЫ

В статье рассматривается вопрос экономической эффективности переработки изношенных автомобильных покрышек при помощи автоматизированной линии, режущим инструментом которой является абразивный измельчитель. Определено общее количество покрышек, используемых автотранспортом, выявлены основные причины их повреждений. Рассчитаны затраты необходимые для ввода линии в эксплуатацию, построен график безубыточности.

Ключевые слова: автомобильная покрышка, автоматическая линия, абразивный измельчитель, резиновая пудра.

In article the question of economic efficiency of processing of the worn out automobile tyre covers by means of the automated line is considered, the cutting which tool is the abrasive grinder. The total of the tyre covers used by motor transport is defined, principal causes of their damages are revealed. Expenses lines necessary for input in operation are calculated, the break-even schedule is constructed.

Keywords: an automobile tyre cover, the automatic transfer line, an abrasive grinder, rubber powder

В журнале «Автотранспортное предприятие» №12 за 2008 год опубликована статья, посвященная вопросам переработки автомобильных покрышек. В статье рассматривалась технология безотходной переработки покрышек, а также анализировались различные направления использования продуктов переработки. Возникает вполне закономерный вопрос, переработка автомобильных покрышек это выгодно или убыточно? Авторы попытались получить ответ на этот вопрос применительно к условиям Пензенской области.

По данным сайта www.in-drive.ru в 2010 году количество автомобилей в городе Пенза на 1000 человек составляет 297 ед. Общая численность населения в г. Пензе по данным на 2010, согласно www.portal-penza.ru, составляет 509,2 тыс. чел. Таким образом, путем несложных расчетов получаем, что общее количество автомобилей в городе Пенза составляет 151232,4 ед.

Доля грузовых автомобилей и автобусов в общей массе автомобилей, согласно статистических данных [1], составляет 46,2%, что составляет около 69870 ед.

Если учесть тот факт, что все грузовые автомобили преимущественно 2-х и 3-х осные, то для расчета выберем среднее значение количество колес эксплуатируемых на автомобиле одновременно равное 6 ед. Таким образом общее количество покрышек эксплуатируемых грузовым автотранспортом и автобусами в городе Пенза составляет в пределах 419220 шт.

На основании статистических данных [1] установлено, что 65-70% шин снимается с эксплуатации преждевременно из-за разрушения каркаса, что не позволяет использовать

шины для наложения нового протектора. В большинстве случаев эти повреждения являются следствием некорректного вождения автомобиля, низкого давления в шинах, плохого состояния дорог. Примерно 30% шин снимается из-за повреждения боковин, 20% - из-за повреждения протектора. Остальные причины: отрыв борта (15%), расслоение каркаса и брекера (12%), износ до нитей корда (10%), производственный брак заводов-изготовителей и пр.

Таким образом, расчетным путем можно определить, что ежегодно в городе Пенза в среднем снимается с эксплуатации 272490,53 покрышки, которые подлежат утилизации.

Следует отметить, что данная величина будет не окончательной, так как через территорию Пензенской области проходят: федеральная магистральная автодорога М5 «Урал»; федеральные дороги 1Р209, 1Р158, где также имеются дорожные СТО, осуществляющие шиномонтаж, которые складировывают вышедшие из строя покрышки на своей территории и вынуждены искать выход с целью их уничтожения и утилизации, кроме того большое количество покрышек просто брошены на обочине.

Разработчиками предлагается оптимизированная технология переработки изношенных резиновых автомобильных покрышек с помощью автоматической линии, которая предполагает полный цикл безотходной переработки в продукт, в дальнейшем используемый, как сырье при производстве резинотехнических изделий. Режущим инструментом данной линии является абразивный измельчитель.[2]

В качестве параметров оптимизации были выбраны: скорость измельчения, величина подачи, диаметр абразивного зерна.[3]

В качестве критерия качества продукта переработки были выбраны линейные размеры резиновой крошки и её гомогенность. Результаты оптимизации были подтверждены на экспериментальном образце.

Расчеты показывают, что одна такая линия имеет производительность 120 кг/ч. Характеристики данной линии, измельчителя отражены в технических условиях.

Суточную производительность линии по переработке покрышек можно определить по следующей формуле:

$$P_c = A \cdot t \cdot n, \quad (1)$$

где А-производительность измельчителя, 120 кг/ч; t-время смены, 8 ч/д; n-количество смен, 2;

$$P_c = A \cdot t \cdot n = 120 \cdot 8 \cdot 2 = 1920 \text{ кг} / \text{д} = 1,92 \text{ т} / \text{д}.$$

Годовая производительность линии составит:

$$P_z = P_c \cdot D, \quad (2)$$

где D-количество дней работы в году, 263 д/год.

$$P_z = P_c \cdot D = 1920 \cdot 263 = 504960 \text{ кг} / \text{год} = 504,96 \text{ т} / \text{год}.$$

Технологический процесс подготовки покрышек для переработки предполагается оснастить основными производственными фондами (ОПФ) общей стоимостью 1 901 376 руб.

На одном предприятии г. Пензы планируется разработать такую линию, предварительная стоимость которой с учетом ее монтажа составит около 1,5 млн. руб.

Общая численность сотрудников, обслуживающих линию по переработке изношенных покрышек, составит 21 человек, с учетом работы в 2 смены.[4] Расчетные затраты на заработную плату в 2010 году составят 6 768 000 руб.

Для ввода линии в действие необходимы оборотные средства и затраты такие как: малоценные и быстроизнашивающиеся предметы (МБП), канцтовары, спецодежда, оплата водоснабжения, оплата электроэнергии, оплата тепловой энергии, оплата связи, оплата ремонта, обслуживания и содержания оборудования.

В качестве емкости для упаковки резиновой пудры предполагается использовать стандартный полипропиленовый 60 кг тарный мешок стоимостью 5 руб./ед. В данный мешок возможно упаковать 30 кг резиновой пудры. Учитывая производительность проектируемой линии и качество данной тары, получаем, что в год необходимо 59 000 шт. тарных мешков на сумму в 295 000 руб. Затраты на амортизационные отчисления составят 152 000 руб.

Общее количество материальных затрат отражено в таблице 1. Расчет массы исходного сырья представлен в таблице 2, доходы и затраты отражены в таблице 3.

Таблица 1 - Всего материальных затрат

№ п/п	Статья расходов	1 месяц, руб.	1 год, руб.
1	Связь	1 000	25 200
2	МБП	833,30	21 000
3	Канцтовары	2 000	24 000
4	Затраты на спецодежду	2 500	32 000
5	Затраты на воду	2 523,06	30 276,75
6	Затраты на электроэнергию	13 700	164 400
7	Затраты на тепловую энергию	2 100	25 200

8	Затраты на материалы	41 666,67	500 000
9	Аренда здания (помещение 600 м ² и санитарная полоса 300 м ²)	12 500	150 000
10	Налог на землю (санитарная полоса 300 м ²), 200 руб./1 сотка	2 500	30 000

Таблица 2 - Расчет необходимой массы исходного сырья

Наименование продукции	Год	Чистый вес, т	% от веса	Всего	
				общий вес, т	количество необходимых покрышек для переработки, ед.
Резиновая пудра (РП)	2010	504,9		605,9	727,1
Металл		75,7	15 % от РП		
Ткань нейлон		25,3	5% от РП		
Резиновая пудра	2011	530,2		636,2	763,4
Металл		79,5	15 % от РП		
Ткань нейлон		26,5	5% от РП		
Резиновая пудра	2012	555,4		666,4	799,7
Металл		83,3	15 % от РП		
Ткань нейлон		27,7	5% от РП		

Таблица 3 - Доходы и затраты

Номер строки	Показатели	2010	2011	2012
1	Доходы (выручка) от реализации без НДС	22 271 250	24 334 650	25 989 600
2	Полная себестоимость всего	17 722 116,88	18 980 387,18	20 274 101,71
	В том числе условно-переменные затраты	224 933,5	240 903,8	257 346,81
	Условно-постоянные затраты	10 851 389,55	11 621 838,19	12 413 966,76
3	Налоги относимые на финансовые результаты деятельности	124 575,64	133 420,52	142 514,53
4	Балансовая прибыль	4 874 557,48	5 220 842,3	5 572 983,76
5	Налог на прибыль	1 706 095,12	1 827 294,81	1 950 544,32

6	Чистая прибыль	3 168 462,36	3 393 547,49	3 622 439,44
7	Рентабельность продукции, %	17,87	17,87	17,87
8	Рентабельность продаж, %	14,22	13,94	13,94

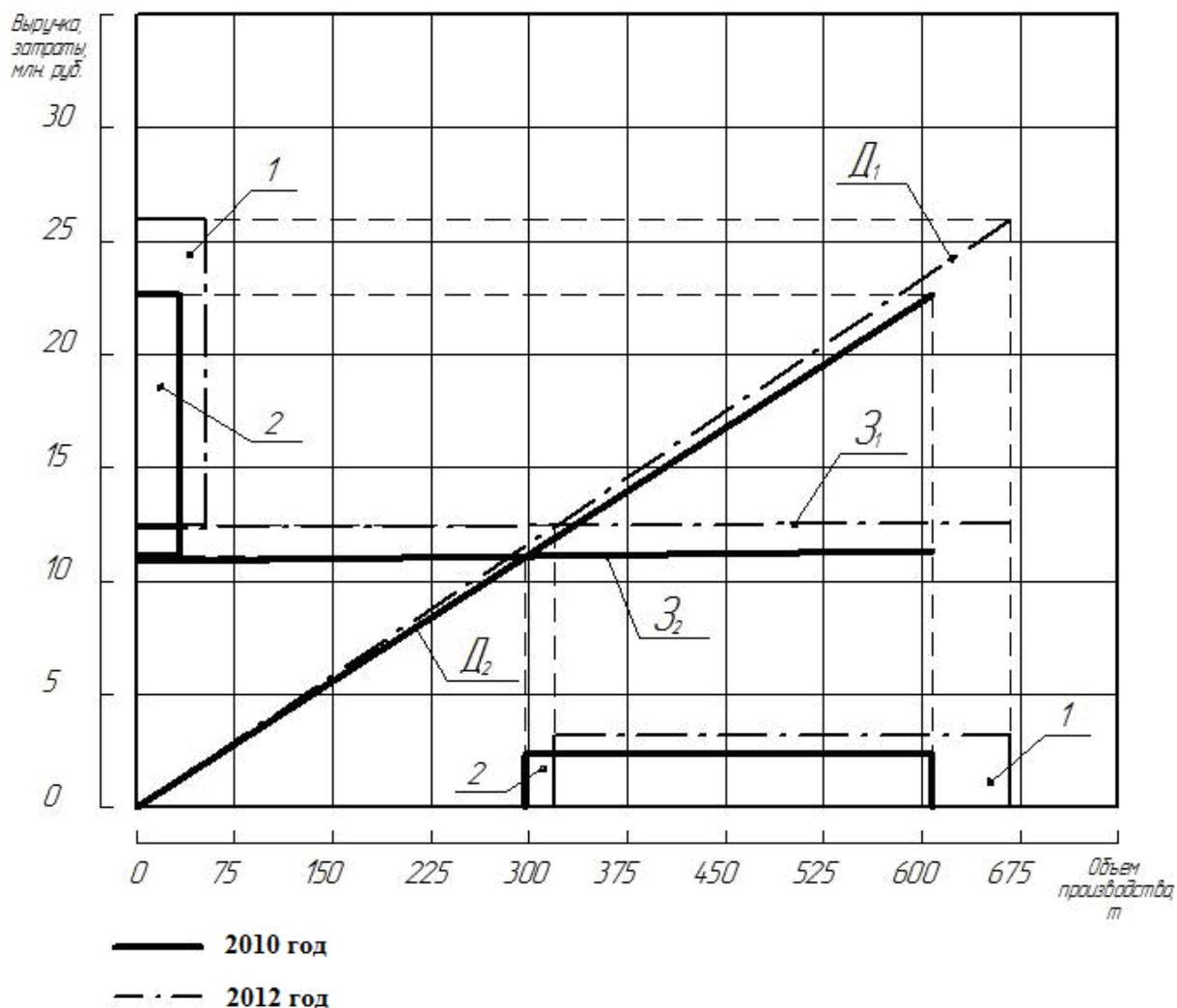


Рисунок 1 – График безубыточности
 1 – запас финансовой прочности в 2012 году; 2 – запас финансовой прочности в 2010 году;
 3₁, 3₂ – затраты на производство в 2012 и 2010 гг. соответственно;
 Д₁, Д₂ – доход (выручка) от реализации в 2012 и 2010 гг. соответственно

График безубыточности показывает, что с увеличением объема производства общие годовые затраты растут, но при этом величина удельных затрат на единицу снижается. Также с ростом объема производства изменяется зона прибыльности за счет сокращения площади суммарных затрат, рисунок 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учебник для вузов / под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Наука, 2001. – 534 с.
2. Пат. 2383436 Российская Федерация, МПК В 29 В 17 / 00, В 02 С 2/04. Установка по переработке изношенных автомобильных покрышек [Текст] / Кураков П. А. [и др.]; заявитель и патентообладатель Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. – № 2008100456/12; заявл. 09.01.2008; опубл. 10.03.2010, Бюл. № 7. – 4 с.: ил.
3. Петруха, П. Г. Технология обработки конструкционных материалов [Текст]: учеб. для машиностр. спец. вузов / П. Г. Петруха, А. И. Марков, П. Д. Беспяхотный [и др.]; под ред. П. Г. Петрухи. - М.: Высш. шк., 1991. - 512 с.: ил.
4. Сухова, Л. Ф. Практикум по разработке бизнес-плана и финансовому анализу предприятия [Текст]: учебное пособие / Л. Ф. Сухова, Н. А. Чернова. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 160 с.: ил.

Макаров Михаил Михайлович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство»
Тел.: +7 960 325 4812

Родионов Юрий Владимирович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
Доктор технических наук, профессор, директор Автомобильно-дорожного института
Тел.: (8412) 49 83 30
E-mail: dekauto@pguas.ru

Кожунова Светлана Борисовна

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
ст. преподаватель кафедры «Экономика, организация и инвестиции»
Тел.: +7 927 381 5950

Кураков Павел Андреевич

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
аспирант кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство»
Тел.: +7 906 395 5027
E-mail: cauchuk@mail.ru

Е.А. ПУЧИН, В.Н. СВЕЧНИКОВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В статье рассматривается экспериментальная установка и описана методика проведения испытания. В программной среде LabVIEW разрабатывается программно-аппаратный комплекс для тестирования, измерения, ввода данных и анализа эффективности системы воздушного охлаждения двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: система охлаждения, температура, давление, программно-аппаратный комплекс.

The article discusses the experimental setup and the technique of the test. In the software environment LabVIEW developed software and hardware for testing, measurement, data entry and analysis of the effectiveness of air cooling systems of internal combustion engines.

Key words: cooling system, temperature, pressure, software and hardware.

Эффективность системы охлаждения оценивается во время специального теста по температуре компонентов ДВС. Проверка того соответствует ли норме охлаждения двигателя в конкретной системе двигатель-машина, требует проведения тщательно разработанной программы испытаний в реальных эксплуатационных условиях. На результаты испытаний очень сильное влияние могут оказывать условия и методика их проведения. Перед тестом двигатель должен пройти обкатку. Нагрузка должна составлять примерно 75% от максимальной мощности (дроссельная заслонка открыта на 50%). Тест длится от 30 минут до 1 часа до момента стабилизации температуры компонентов двигателя. Установка позволяет измерить ряд параметров, которые имеют непосредственно важное значение при работе двигателя в различных условиях. Давление в камере сгорания и температура оказывает огромное влияние на правильную работу ДВС с ВО. Экспериментальные опыты проводятся на малогабаритных двигателях корпорации «Briggs & Stratton».

Установка является в определенной степени универсальной, так как позволяет исследовать рабочий процесс, в обусловленной последовательности при работе двигателя на жидком топливе, а также процесс сгорания обедненной и богатой топливовоздушной смеси. Исследования проводятся с помощью устройства сбора данных фирмы National Instruments compact DAQ, компьютера, термопар, датчика давления (рисунок 1). Измерительные преобразователи воспринимают действие физических явлений и преобразуют их в электрические сигналы согласно определенным пропорциям. В дальнейшем электрический сигнал поступает в прибор сбора данных compact DAQ, там аналоговый сигнал

преобразуется в цифровой сигнал и выводится на экран компьютера в графическом представлении. С помощью программной среды LabVIEW разрабатывается программно-аппаратный комплекс для тестирования, измерения, ввода данных, анализ и управление внешним оборудованием. Благодаря своей графической природе LabVIEW эффективно отображает и представляет данные в виде диаграмм, гистограмм и графиков.

Индицирование высокого давления осуществляется охлаждаемым датчиком, расположенным в головке цилиндра. Измерение значений нестационарного давления во впускной и выпускной системах проводятся соответственно датчиками давления другого типа.

Термометрирование гильзы, головки цилиндра, масла в картере осуществляется с помощью термопар типа К (алюмель-хомель). На гильзе вдоль образующей расположены 4 термопары (глубина заделки 0,6 мм от зеркальной поверхности). На тепловоспринимающей поверхности головки также выставлены 2 термопары, 1 термопара во впускном коллекторе и 1 термопара в выпускном коллекторе. На рисунке 1 указаны термопары, расположенные перед впускным и выпускным клапанов соответственно. В картер термопара вставляется через маслосливную крышку.

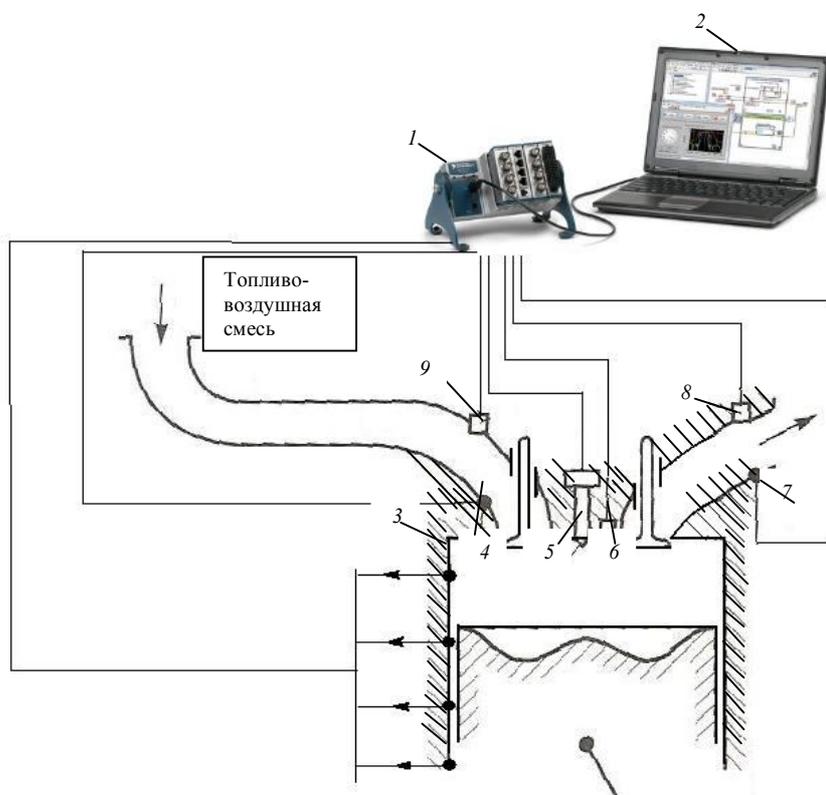


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки с одноцилиндровым отсеком четырехтактного бензинового двигателя: 1 – шасси CompactDAQ на базе интерфейса USB; 2 – компьютер; 3,4,7 –

термопары;

5 – свеча зажигания; 6 – датчики давления

Соответственно при проведении теста необходимо получить обороты двигателя. Для измерения оборотов коленчатого вала используется простая схема, состоящая из медного изолированного провода, намотанного на высоковольтный провод свечи зажигания (2 витка) и подключенного к прибору сбора данных. В этом случае частота появлений импульсов прямо пропорциональна частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Для обеспечения нормальной работой двигателя внутреннего сгорания тепловое состояние также должно быть нормальным. В связи с тем, что тепловое состояние существенно влияет на показатели двигателей, во многом определяя их экономичность, надежность и долговечность, к системам охлаждения предъявляются серьезные требования. На рисунках 2–3 приведены экспериментальные зависимости температур охлаждающего воздуха, масла в картере двигателя, выхлопных газов в выходном патрубке цилиндра от оборотов двигателя при температуре окружающей среды +38 °С.

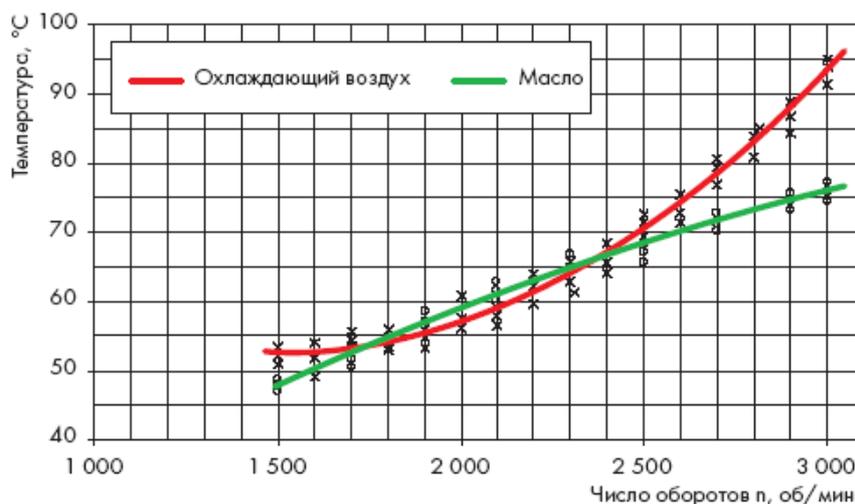


Рисунок 2 - Зависимость изменения температуры охлаждающего воздуха и масла в картере от оборотов двигателя

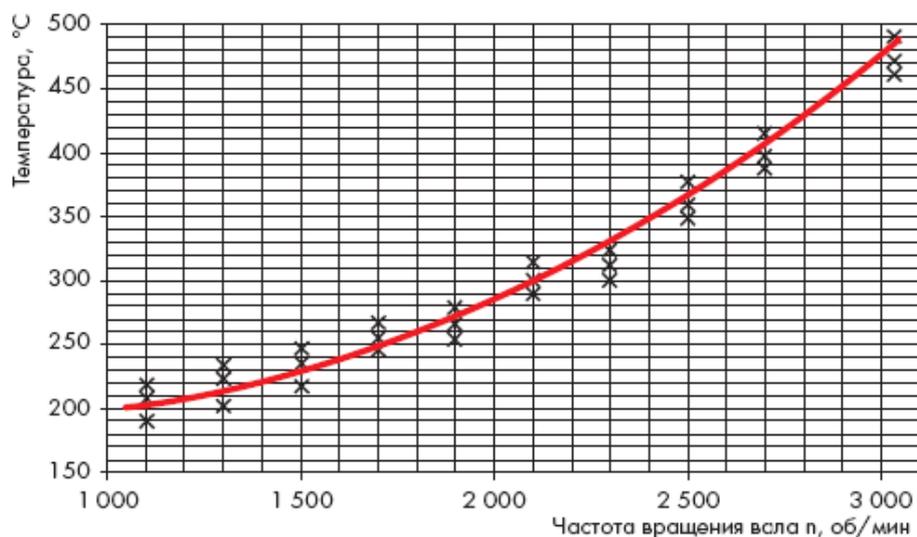


Рисунок 3 - Зависимость температуры выхлопных газов в выходном патрубке цилиндра от нагрузки двигателя

Данная установка позволяет оценить эффективность охлаждения двигателя во время испытания. Исследования системы воздушного охлаждения, в подавляющем большинстве, носят экспериментальный характер, а результаты, как правило, являются решением частных задач, не предусматривающих кардинального изменения конструкции или принципов ее проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кавтарадзе, Р.З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы [Текст] : Учебник для вузов / Р.З. Кавтарадзе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. – 720 с.:ил.
2. Трэвис, Дж. LabVIEW для всех [Текст] / Дж. Трэвис, Дж. Кринг.- М.: ДМК Пресс, 2011. – 94 с.
3. Данилов, В.И. Диагностирование двигателей «Briggs & Stratton» / В.И. Данилов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Полиграф сервис, 2008 – 86 с.

Пучин Евгений Александрович

Московский Государственный Агроинженерный Университет им.В.П.Горячкина
 Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Ремонта и надежности машин»
 Тел. +7 916 166 38 28

Свечников Владимир Николаевич

Московский Государственный Агроинженерный Университет им.В.П.Горячкина
 Магистрант кафедры «Ремонта и надежности машин»
 Тел. +7 963 607 94 93
 E-mail: svechnekov@gmail.com

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 621.867

О.А. ЛУСКАНЬ

**ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ
МОДЕЛЕЙ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ
НА ИМПУЛЬСНОМ РОЛИКОВОМ КОНВЕЙЕРЕ**

В статье представлены экспериментальные исследования процесса ориентирования штучных грузов с плоской опорной поверхностью на импульсном роликовом конвейере, подтверждающие функциональную работоспособность устройства и адекватность полученных теоретических исследований.

Ключевые слова: груз, ролик, механизм свободного хода, инерция, ориентирование, транспортирование.

In article experimental researches of process of orientation of piece cargoes with a flat basic surface on the pulse roller conveyor, devices confirming functional working capacity and adequacy of the received theoretical researches are presented.

Keywords: cargo, roller, the free wheeling mechanism, inertia, orientation, transportation.

На промышленных предприятиях и складах имеют место сложные транспортно-технологические операции, связанные с перегрузкой, реверсированием, накоплением и ориентированием штучных грузов. Указанные операции могут выполняться с остановкой основного транспортного конвейера, которая резко снижает производительность, или с применением дополнительного металло- и энергоёмкого оборудования, влекущее за собой повышенные капитальные и эксплуатационные затраты.

В настоящее время на российском рынке представлено большое количество решений в области транспортирования и распределения грузопотоков. Помимо иностранных поставщиков, свою продукцию активно продвигают и отечественные производители. Однако большинство предлагаемых конструкций имеют стандартные решения, отличаясь только материалом несущих конструкций и грузонесущих элементов с целью уменьшения металлоёмкости.

Исследования по разработке транспортно-технологических конвейеров нового поколения, выполняющих несколько операций, отвечающих требованиям малой энергоёмкости, быстрой переналадки и универсальности, являются актуальными и направлены на решение важной задачи, имеющей существенное научно-практическое значение в области механизации транспортно-технологических процессов.

Рассмотренные теоретические математические модели [1], характеризующие основные кинематические параметры ориентирования штучных грузов, требуют экспериментального подтверждения в натуральных условиях.

Экспериментальные исследования по обоснованию параметров ориентирования штучных грузов на импульсном роликовом конвейере, работающего только в режиме ориентирования груза, проводились в лаборатории «Машины непрерывного транспорта» Балаковского института техники технологии и управления.

Перед проведением экспериментальных исследований были разработаны: принципиальная схема экспериментального стенда, установлены вид, геометрические размеры и масса груза, спроектирован и изготовлен экспериментальный импульсный роликовый конвейер в виде ориентирующего устройства.

Экспериментальное ориентирующее устройство (рисунки 1 и 2), состоящее из рамы 1, на которой на общей оси установлены полуролики 2. Рама опирается на опорные катки 3, установленные на направляющих 4, и приводится в возвратно-поступательное движение приводом. Привод представляет собой кривошип, выполненный в виде диска 5 с изготовленными в нем отверстиями для изменения амплитуды колебаний рамы, шатун 6 в виде гладкого стержня шарнирно соединенного с рамой 1 и электродвигателя 7 постоянного тока, с возможностью регулирования частоты вращения. Полуролики 2 состоят из неподвижно закрепленной на раме оси, на которой на подшипниках скольжения установлены обечайки полуроликов. На полуролике изготовлена насечка, а на оси смонтирован входящий в контакт с насечкой грузик, позволяющий вращаться полуролику только в одну сторону. Для регистрации и контроля параметров используется видеочамера 8 и контрольно-измерительная аппаратура 9.

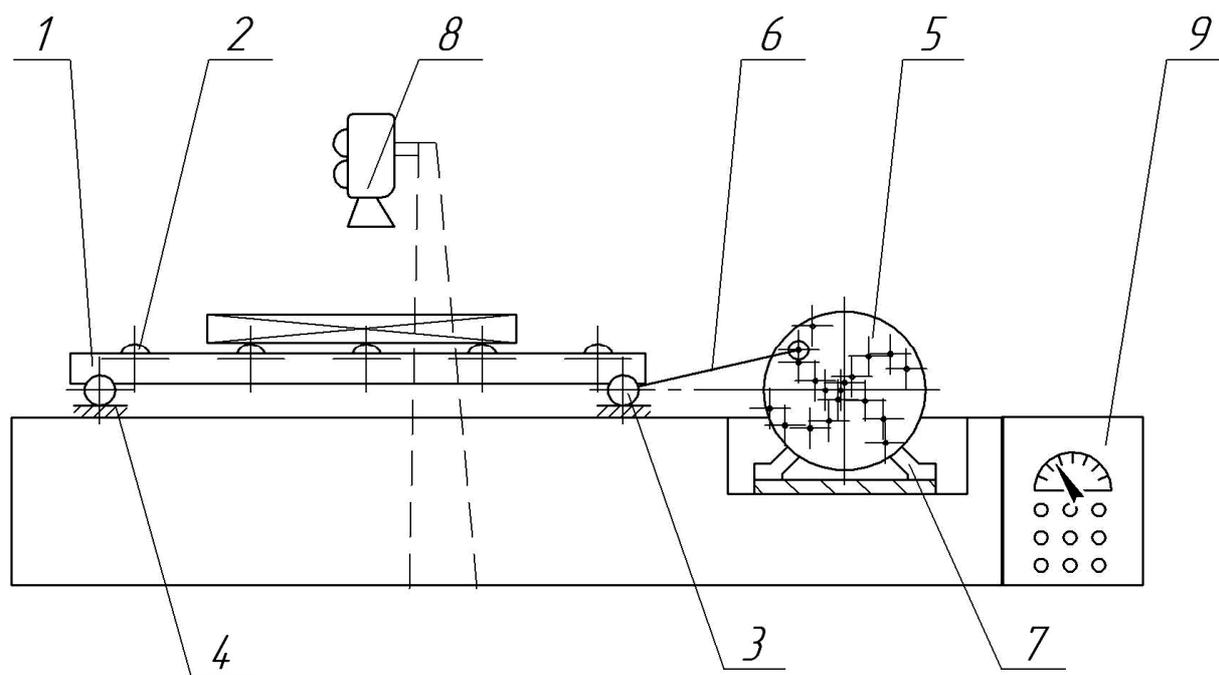


Рисунок 1 – Принципиальная схема экспериментальной установки

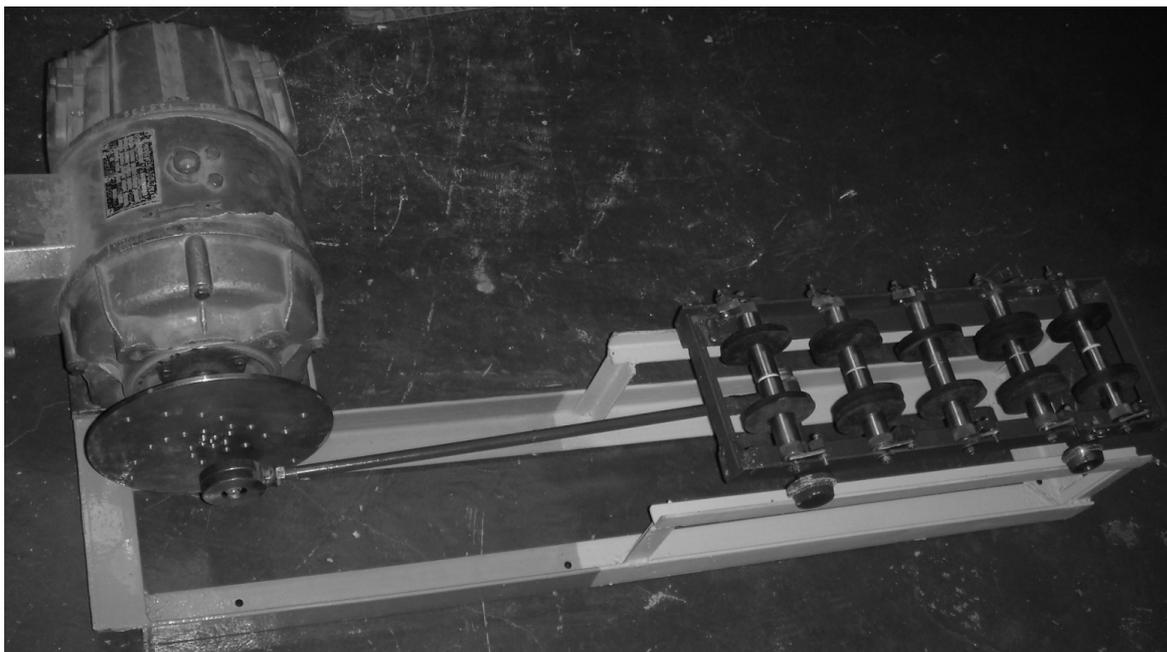


Рисунок 2 – Экспериментальное ориентирующее устройство

Экспериментальные исследования процесса ориентирования штучных грузов проводились в два этапа.

На первом этапе исследований изучалось влияние изменяющихся режимных параметров качания рамы конвейера (устройства) и массы ориентируемого груза на эффективную функциональную работоспособность. Этап проводился три раза с различными видами опорной поверхности груза при различных массах груза с нахождением средних угловых скоростей поворота груза и мощностей привода.

На втором этапе проводилось сопоставление и анализ результатов исследований первого этапа для формирования выводов и рекомендаций по проектированию конвейера (устройства).

Результаты теоретического исследования показали, что конструктивные и режимные параметры конвейера находятся в тесной взаимосвязи и не могут исследоваться отдельно друг от друга, как это принято в методике однофакторного эксперимента. Поэтому, при проведении экспериментальных исследований по определению величин рациональных режимных параметров ориентирующего устройства, использовалась методика исследований, базирующаяся на реализации многофакторного центрального композиционного плана [2]. Такой план позволяет при сравнительно небольшом числе опытов и простоте обработки экспериментальных данных получить количественную оценку степени взаимосвязи исследуемых параметров и их рациональное значение. В качестве априорной информации для планирования эксперимента использовались результаты предварительных, проводимых

по классической схеме опытов. Это позволило провести наиболее важную, неформализованную часть планирования эксперимента – выбор центра плана и интервалов варьирования факторов с высокой степенью достоверности.

Численные значения различных уровней изменяемых параметров и интервалов варьирования указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов экспериментальных исследований при ориентировании груза со стальной, деревянной и резиновой опорной поверхностью

Исследуемые факторы	Размерность	Уровни варьирования		
		-1	0	+1
X_1 – масса груза, $m_{гр}$	кг	4	7	10
X_2 – амплитуда колебаний рамы, A	м	0,01	0,03	0,05
X_3 – частота вращения привода, $n_{пр}$	об/мин	210	170	130

В качестве функций отклика на воздействие факторов, определяющих характер исследуемого процесса поворота штучного груза ориентирующим устройством, с точки зрения рациональности, исследований приняты: средняя скорость поворота груза $\Omega_{сп}^{cp}$ и мощность на привод ориентирующего устройства $N_{пр}$.

Анализ математических моделей процессов ориентирования груза и результатов предварительных экспериментов показывает, что поверхность отклика выделенных параметров имеет значительную кривизну, поэтому в качестве математических моделей процесса ориентирования исследований принят полином второго порядка:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{12} X_1 X_2 + b_{23} X_2 X_3,$$

где Y – параметр оптимизации;

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_{11}, b_{22}, b_{33}, b_{13}, b_{12}, b_{23}$ – коэффициенты регрессии;

X_1, X_2, X_3 – значения уровней варьирования графиков.

Кодирование осуществляется по зависимостям:

$$\tilde{X}_{j_{\text{в}}} = \frac{X_{j_{\text{в}}} - X_{j_{\text{о}}}}{J_j} = +1; \quad \tilde{X}_{j_{\text{н}}} = \frac{X_{j_{\text{н}}} - X_{j_{\text{о}}}}{J_j} = -1,$$

где $\tilde{X}_{j_{\text{в}}}, \tilde{X}_{j_{\text{н}}}$ - кодированное значение одного из факторов на верхнем и нижнем уровнях;

$X_{j_{\text{в}}}, X_{j_{\text{н}}}, X_{j_{\text{о}}}$ - натуральные значения одного из факторов на верхнем, нижнем и среднем уровнях;

J_j - интервал варьирования по каждому из факторов;

j - порядковый номер фактора.

Эта же зависимость используется для обратного преобразования кодированных значений в натуральные.

Обработка результатов эксперимента осуществлялась по общепринятым методикам [2] с определением коэффициентов регрессии, статистической проверкой адекватности полученных моделей.

После вычисления коэффициентов регрессии получена математическая модель для определения средней угловой скорости поворота груза и мощности привода.

Статистическая оценка значимости коэффициентов полученных моделей проводилась по критерию Стьюдента. Предварительно для определения дисперсии всего эксперимента было проведено четыре дополнительных опыта в центре плана. Теоретическое значение критерия Стьюдента для четырёх точек при доверительной вероятности 0,95 составило $t_{\mu} = 3,18$. После сопоставления коэффициентов, полученных математических моделей с величиной произведения теоретического значения критерия Стьюдента на среднее значение каждого коэффициента, были определены незначимые коэффициенты в моделях. Таким образом, после отсева незначимых коэффициентов математические модели представлены в виде:

ориентируемый груз имеет стальную опорную поверхность;

$$\omega_{sp}^{cp} = 0,193 + 0,128 X_2 + 0,048 X_3 - 0,019 X_1^2 - 0,023 X_2^2 - 0,023 X_3^2 + 0,042 X_2 X_3,$$

$$N_{np} = 0,050 + 0,011 X_1 + 0,055 X_2 + 0,040 X_3 - 0,012 X_1^2 + 0,010 X_2^2 + 0,013 X_3^2 + 0,011 X_1 X_2 + 0,008 X_1 X_3 + 0,038 X_2 X_3;$$

ориентируемый груз имеет деревянную опорную поверхность;

$$\omega_{sp}^{cp} = 0,174 + 0,139 X_2 + 0,055 X_3 - 0,012 X_1^2 - 0,023 X_3^2 + 0,053 X_2 X_3,$$

$$N_{np} = 0,045 + 0,012 X_1 + 0,064 X_2 + 0,037 X_3 + 0,025 X_2^2 + 0,013 X_1 X_2 + 0,009 X_1 X_3 + 0,043 X_2 X_3;$$

ориентируемый груз имеет резиновую опорную поверхность или устройство оснащено футерованными роликами;

$$\omega_{sp}^{cp} = 0,153 + 0,143 X_2 + 0,079 X_3 - 0,030 X_1^2 + 0,020 X_2^2 + 0,070 X_2 X_3,$$

$$N_{np} = 0,069 + 0,014 X_1 + 0,075 X_2 + 0,051 X_3 - 0,017 X_1^2 + 0,016 X_2^2 + 0,017 X_3^2 + 0,015 X_1 X_2 + 0,010 X_1 X_3 + 0,047 X_2 X_3.$$

Проверка полученных моделей на адекватность проводилась по критерию Фишера. Опытные значения критерия Фишера определялись как отношение дисперсии неадекватности к дисперсии воспроизводимости.

Таким образом, определено, что полученные уравнения описывают протекание рассматриваемых процессов с вероятностью не менее 95% и являются адекватными.

Графическая интерпретация математических моделей для определения средней угловой скорости ориентирования и мощности представлена на рисунках 3–8.

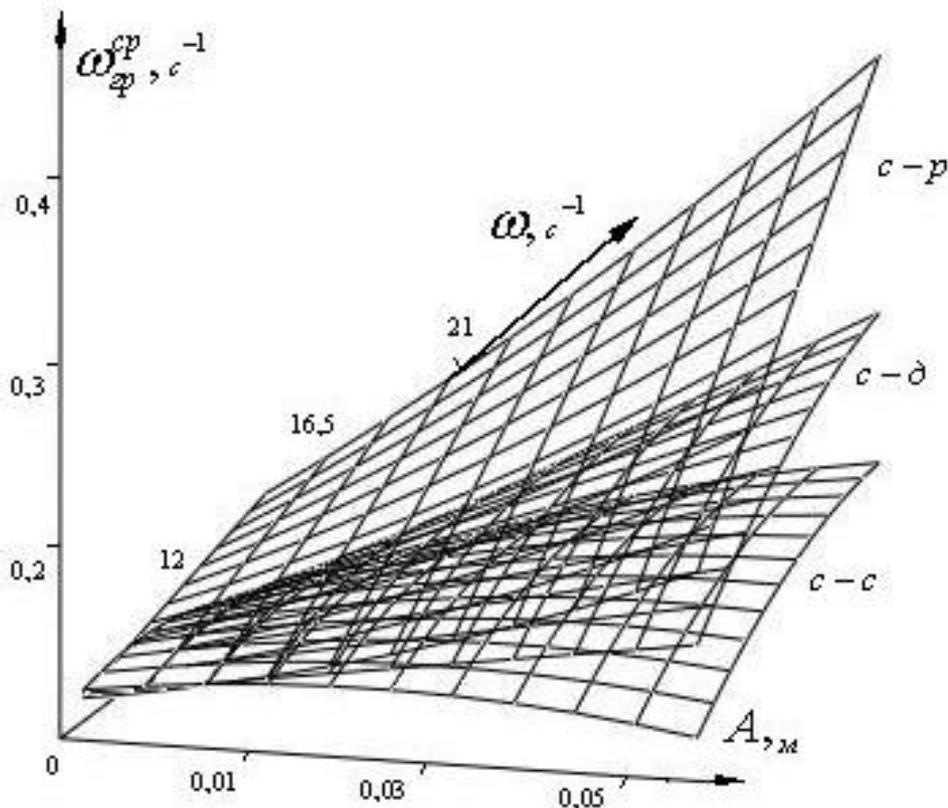


Рисунок 3 – Зависимость средней угловой скорости поворота ω_{sp}^{cp} от амплитуды колебаний рамы A и угловой скорости ω при разных видах опорной поверхности при массе груза $m_p=7$ кг

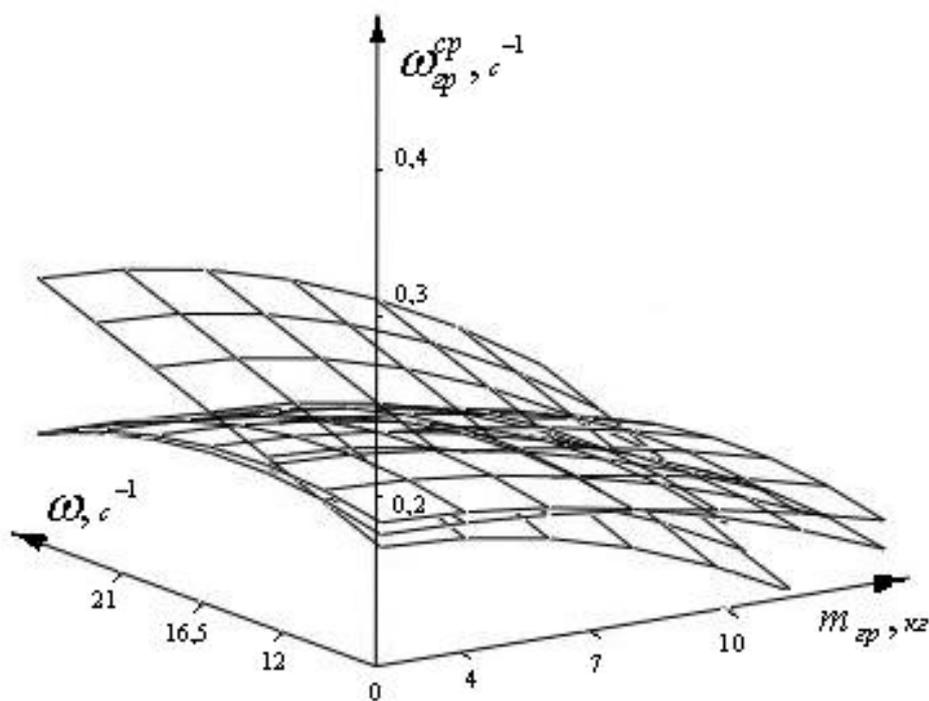


Рисунок 4 – Зависимость средней угловой скорости поворота ω_{zp}^{cp} от массы груза m_{zp} и угловой скорости привода ω при амплитуде $A=0,03$ м

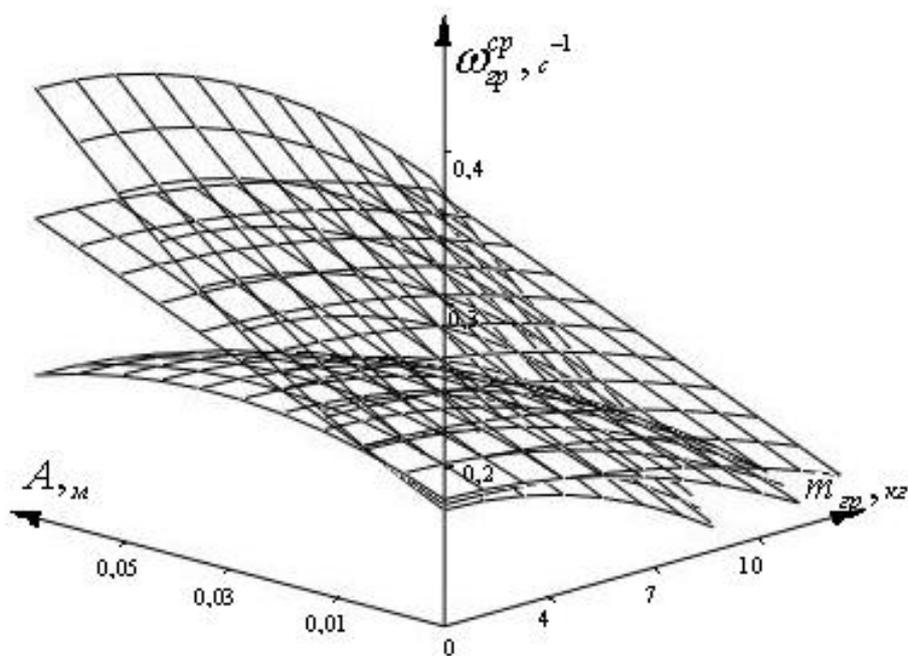


Рисунок 5 – Зависимость средней угловой скорости поворота ω_{zp}^{cp} от массы груза m_{zp} и амплитуды колебаний рамы A при угловой скорости привода $\omega=16,7$ с⁻¹

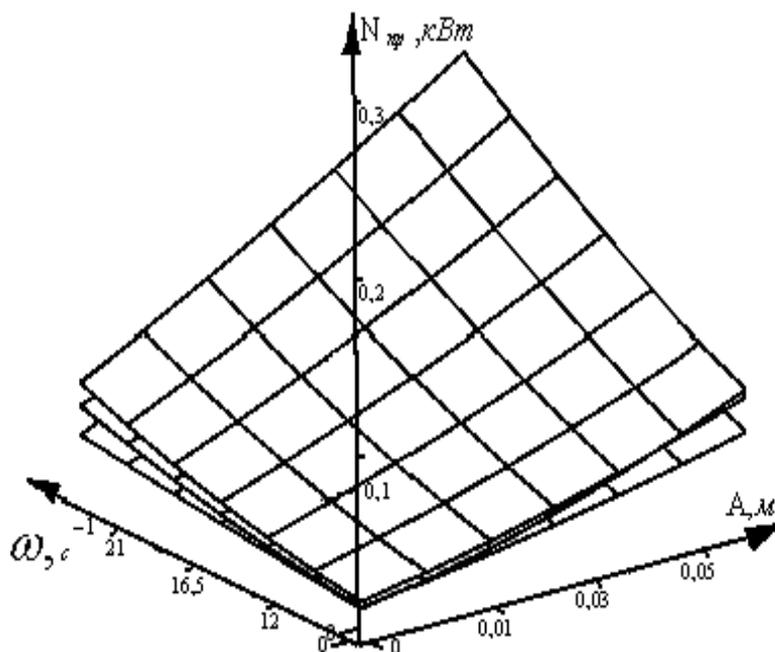


Рисунок 6 – Зависимость мощности привода $N_{пр}$ от амплитуды колебаний рамы A и угловой скорости привода ω при массе ориентируемого груза $m_{п}=7$ кг

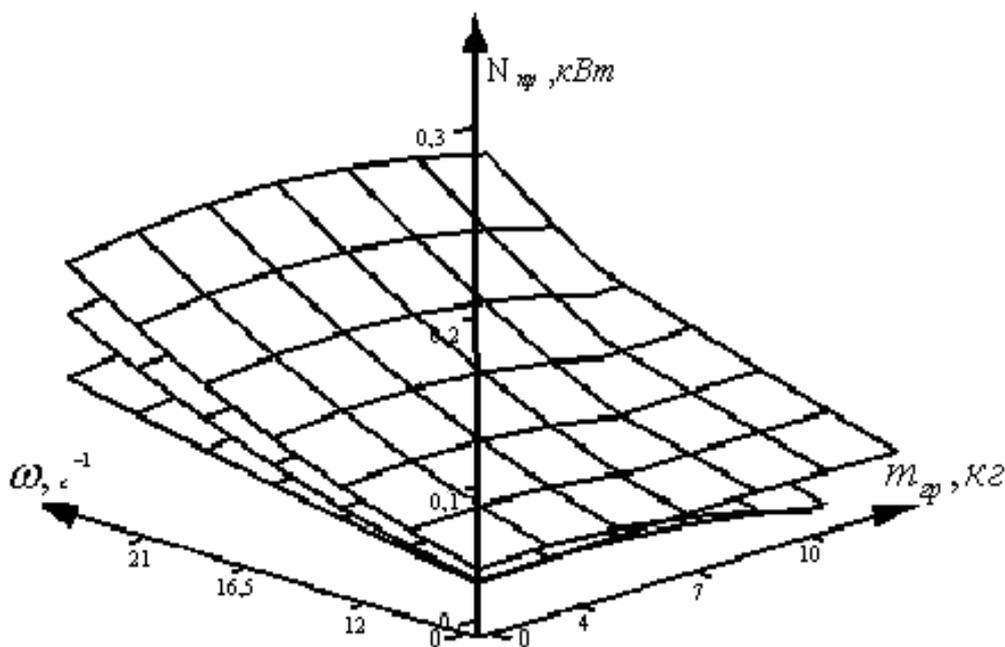


Рисунок 7 – Зависимость мощности привода $N_{пр}$ от массы груза $m_{п}$ и угловой скорости привода ω при амплитуде колебаний рамы $A=0,03$ м

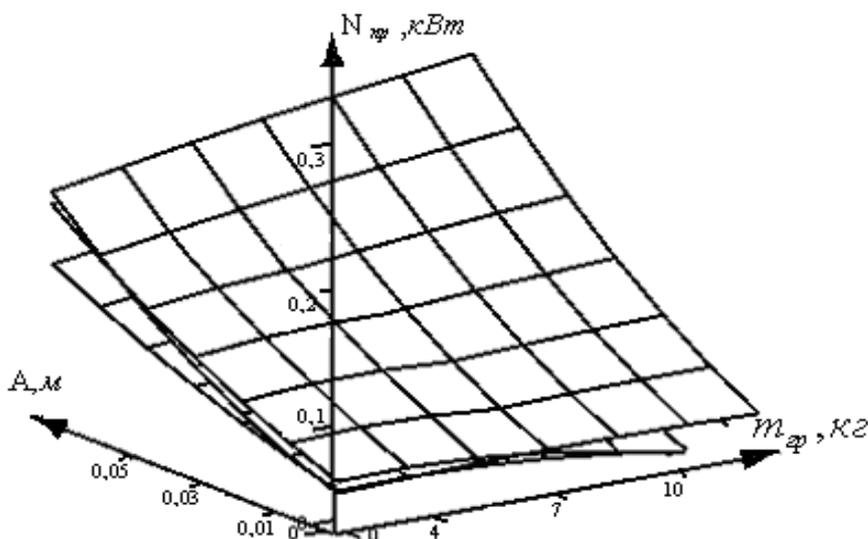


Рисунок 8 – Зависимость мощности привода $N_{пр}$ от массы груза $m_{гр}$ и амплитуды колебаний рамы A при угловой скорости привода $\omega = 16,7 \text{ с}^{-1}$

Анализ полученных графиков зависимости средней угловой скорости поворота груза определяет рациональную область значений параметров колебаний рамы. Для массы груза $m_{гр} = 7$ кг средняя скорость ориентирования максимальна ($\omega_{гр}^{cp} = 0,344 \div 0,408 \text{ с}^{-1}$, в зависимости от вида опорной поверхности, при амплитуде колебаний $A = 0,03$ м и угловой скорости привода $\omega = (15,7 \div 17,8 \text{ с}^{-1})$, при этом затрачиваемая мощность на перемещение указанного груза составляет $N_{пр} = 0,136 \div 0,194$ кВт. Из рисунка 4 следует, что средняя угловая скорость ориентирования будет возрастать при увеличении массы груза с одновременным увеличением угловой скорости привода и будет уменьшаться при постоянной угловой скорости и увеличивающейся массе груза. Рисунок 5 показывает, что доминирующее влияние на изменение средней угловой скорости ориентирования оказывает амплитуда колебаний рамы при фиксированной угловой скорости привода и массе груза.

Согласно рисунку 6 значительное увеличение мощности привода будет происходить при максимальных амплитудах и угловых скоростях привода.

Графики изменения мощности привода, показанные на рисунках 7, 8 сходны с графиками изменения средней угловой скорости ориентирования на рисунках 4 и 5, поэтому можно сделать вывод о прямой пропорциональности скорости ориентирования и мощности привода.

Полученные в результате экспериментов математические модели адекватны. Сравнение результатов численного анализа и экспериментальных исследований показало

расхождение не более 11-14%, что вполне допустимо. Удельная энергоёмкость процесса ориентирования штучных грузов ориентирующим устройством составляет $N_{уд}=0,02\div 0,06$ кВт·ч/т, что по сравнению с поворотными столами позволяет сделать вывод о снижении энергоёмкости процесса ориентирования в среднем на 30-35%.

Внедрение в производство транспортно-технологического импульсного конвейера для транспортирования и ориентирования штучных грузов с плоской опорной поверхностью позволит обслуживать производственный цикл по заданной программе и может конкурировать с традиционными видами транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лускань, О.А. Определение кинематических параметров ориентирования штучных грузов на транспортно-технологическом импульсном конвейере. [Текст] / О.А.Лускань // Мир транспорта и технологических машин. – Орёл ГТУ, 2010. - №1(28). – С.77-82.
2. Завадский, Ю.В. Планирование эксперимента в задачах автомобильного транспорта [Текст] / Ю.В.Завадский. – М.: МАДИ, 1978. – 156 с.

Лускань Олег Александрович

Балаковский институт техники, технологии и управления (филиал) ГОУ ВПО «СГТУ», г. Балаково
Кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры «Подъёмно-транспортные, строительные и дорожные машины»
Тел. +7(8453)68 12 21
E-mail: cap248@yandex.ru

УДК 621.643.624.13

В.М. ЗЕМСКОВ, Н.В. КРАСНОЛУДСКИЙ, И.С. МИХЕЛЬСОН

ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ УСТАНОВОК ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ МЕТОДОМ ВИБРОПРОКОЛА

В статье проводится обзор конструкций устройств для бестраншейной прокладки трубопроводов методом вибропрокола. Произведено сравнение эффективности их применения, выявлены достоинства и недостатки конструкций, представлена новая конструкция установки для бестраншейной прокладки трубопроводов и ее характеристики.

Ключевые слова: вибропрокол, горизонтальная скважина, рабочий наконечник.

In article the review of designs of devices for no-dig linings is spent the services methods are given in the article. Comparison of efficiency of their application is made, merits and demerits of designs are revealed, and the new design ustanov for no-dig linings of pipelines and its characteristic is presented.

Key words: vibrating moling, horizontal well, working tip.

Прокладка трубопроводов методом прокола является одним из наиболее простых и доступных способов бестраншейной прокладки коммуникаций. Таким способом можно получать скважины диаметром до 300 мм, что на 70% закрывает потребность городских коммуникаций. Однако, широкое применение этого способа сдерживают, в основном, две причины – большие напорные усилия и неточность прокладки трубопроводов, что является в значительной мере следствием первой.

Снижение напорных усилий при проколе позволит значительно снизить затраты на производство работ и увеличить точность и дальность прокола с одной установки. Решением этой проблемы долгое время занимались проектные и исследовательские институты, в результате этих работ они пришли к выводу, что наиболее эффективными являются установки для бестраншейной прокладки трубопроводов с применением вибрации.

Одной из первых попыток практического применения вибрации при проколе можно считать установки [1] УВП–1, УВП–2 (рисунок 1).

Установка состоит из направляющей рамы 1, вибратора направленного действия 3, расположенного на тележке 2 с катками 8 и соединенного с тележкой системой пружин 6, двигателя 7, привода вибратора, тяговой лебедки 4, каната 5, который пропущен через блоки, установленные на направляющей раме и на тележке, и закреплен на переднем конце рамы, напорной штанги 9 с рабочим наконечником 10.

Процесс прокола осуществляется следующим образом. Напорную штангу, роль которой, чаще всего, выполняет прокладываемый трубопровод, с закрепленным на переднем конце рабочим наконечником, устанавливают на тележку и крепят к нему

вибратор, включают двигатели привода вибратора и тяговой лебедки. Под действием возмущающей силы вибратора трубопровод с рабочим наконечником совершает направленные колебания вдоль оси прокола, а канат тяговой лебедки перемещает тележку с прокладываемым трубопроводом по направляющей раме в направлении прокола. После того, как тележка переместится в крайнее положение в забое, двигатели привода вибратора и тяговой лебедки выключаются, а тележку с вибратором перемещают в исходное положение и цикл повторяется.

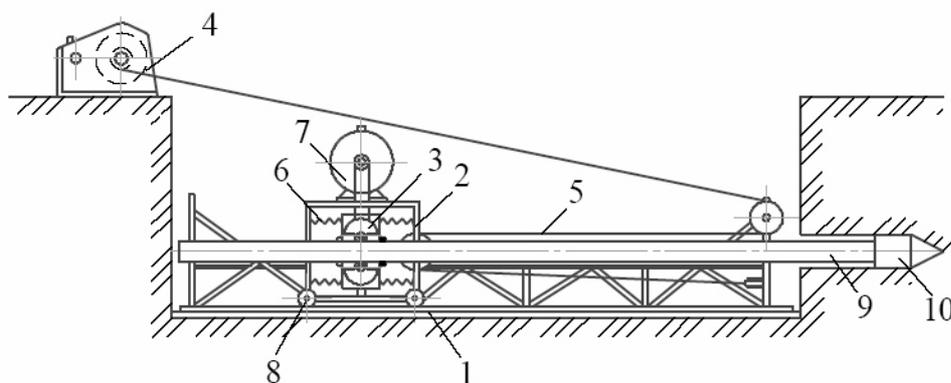


Рисунок 1 - Схема установок УВП-1 и УВП-2 для прокладки труб методом вибропрокола

С помощью установки УВП-1 было проложено в песчаных грунтах 15 труб диаметром 112 – 152 мм и длиной до 22 м. Средняя скорость проходки составила 0,5...0,7 м/мин, мощность привода вибратора 7 кВт, при этом усилие вибропрокола было примерно в 8...10 раз меньше усилия статического прокола.

Однако, широкого применения установки УВП-1, УВП-2 не получили. Основной причиной этого является то, что колебаниям, направленным вдоль оси, подвергается весь трубопровод, нагруженной осевой нагрузкой от усилия подачи, в результате чего для обеспечения необходимой амплитуды колебаний требуется значительная возмущающая сила вибратора. При этом с увеличением длины прокола увеличивается масса вибрирующего трубопровода, что, при постоянной возмущающей силе вибратора, ведет к уменьшению амплитуды колебаний наконечника, а следовательно, эффективности вибропрокола. Если учесть, что при большой длине трубопровода и величине возмущающей силы, направленной вдоль его оси, последний теряет устойчивость и начинает работать как демпфер, поглощая энергию колебаний, становится ясно, что длина прокола в таких конструкций ограничена, что и подтверждают проведенные испытания.

Стремление снизить негативные явления на процесс колебаний рабочего наконечника, связанные с колебаниями всей штанги, привело к созданию установок, в которых колебаниям подвергается не весь трубопровод, а только рабочий наконечник, соединенный с трубопроводом через упругий элемент. Существует достаточно много таких конструктивных решений. Одним из наиболее совершенных, на наш взгляд, является рабочий наконечник [2], изображенный на рисунке 2.

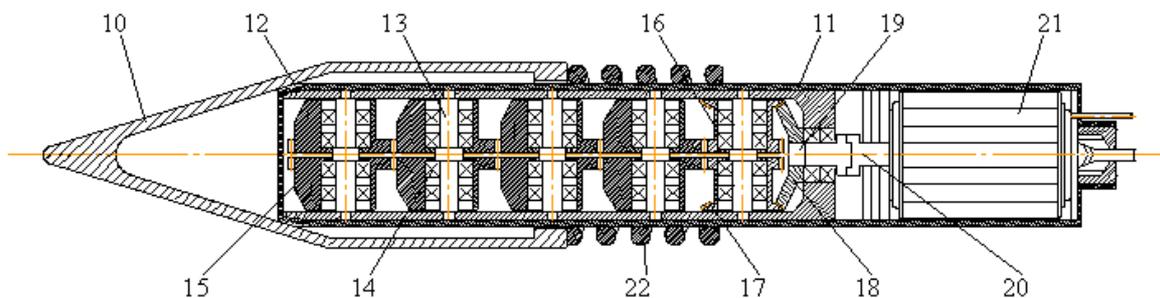


Рисунок 2 - Вибронаконечник

Наконечник включает корпус 11 с жестко закрепленным на нем конусным наконечником 10. Внутри корпуса установлен многоступенчатый редуктор в виде цилиндрического корпуса 12, в котором на неподвижных осях 13, на опорах качения 14, размещены по два зубчатых цилиндрических колеса с дебалансами 15. При этом первая пара колес-дебалансов 15 входит в зацепление с цилиндрическими колесами 16 блоков коническо-цилиндрической зубчатой пары, конические колеса 17, которые в свою очередь входят в зацепление с конической шестерней 18, расположенной на ведущем валу 19 редуктора, который через муфту 20 соединен с двигателем 21. Корпус наконечника 11 подвижно устанавливается внутри прокладываемого трубопровода 9 (рисунок 1), при этом между торцами конусного наконечника 10 и прокладываемого трубопровода 9 устанавливают пружину 22.

При включении двигателя коническо-цилиндрические блоки на первом валу вибратора вращаются в противоположные стороны, передавая такой же характер вращения колесам-дебалансам, расположенным на последующих ступенях редуктора, в результате противоположного вращения дебалансов создается возмущающаяся сила вибратора, направленная вдоль его оси, которая сообщает колебания наконечнику в направлении прокола. Так как корпус установлен в трубопроводе подвижно, то возмущающая сила, направленная в противоположную сторону проходки, через пружину воспринимается

прокладываемым трубопроводом, а при совпадении с направлением прокола обеспечивает динамическое воздействие на грунт.

В отличие от ранее рассмотренных установок УВП–1 и УВП–2 такая конструкция не подвергает колебаниям весь прокладываемый трубопровод, в результате чего значительно снижается потребная возмущающая сила вибратора, а длина прокладываемого трубопровода не оказывает влияния на параметры колебаний вибронаконечника. Однако такие конструкции не получили применения в практике из-за сложности размещения вибратора направленных колебаний с большой возмущающей силой в наконечниках малого диаметра.

Рассмотренные конструкции имеют низкую эффективность взаимодействия рабочего наконечника с грунтом, связанную с направленным вдоль оси характером колебаний рабочего наконечника, в результате чего часть возмущающей силы расходуется на вибрацию рабочего наконечника, а вторая – на прокладываемый трубопровод. При этом вторая составляющая является доминирующей при проколе.

При внедрении рабочего наконечника уплотнение в грунте происходит в результате структурных деформаций. Вследствие повышения напряжений вокруг рабочего наконечника частицы грунта перемещаются в зону меньших напряжений и занимают весь объем пор в зоне структурных деформаций, при этом эпюра распространения средних критических напряжений в плоскости, перпендикулярной оси проходки, представляет собой концентрическую окружность с центром на оси скважины [3].

Исходя из этой картины, становится ясным, что наиболее рациональными являются круговые колебания рабочего наконечника в плоскости, перпендикулярной оси проходки. В этом случае увеличивается интенсивность воздействия вибрации на грунт по всей зоне структурных преобразований, в результате чего значительно снижается усилие прокола. Эффективность такого способа колебаний рабочего наконечника была отмечена еще в 50-х годах прошлого века. Так, трестом Гидрострой Главкиевстроя был осуществлен вибропрокол скважины диаметром 350 мм, длиной 18 м во влажной супеси с помощью виброснаряда в виде конуса, закрепленного на отрезке трубы, в которой размещен вал с насаженными на нем дебалансами, электродвигатель мощностью 7 кВт и синхронной частотой вращения 3000 об/мин, соединенный муфтой с валом дебалансов. Протаскивание вибронаконечника осуществлялось канатом через лидерную скважину. Эксперимент показал снижение усилий более чем в 10 раз по сравнению со статическим проколом [4].

С целью применения способа протяжки вибрационного наконечника со встроенным вибратором круговых колебаний требуется разработка технологической схемы и технических средств для ее осуществления.

Основываясь на приведенных успешных работах, предлагается следующая технологическая схема проходки горизонтальных скважин способом вибрационного прокола с колебаниями рабочего наконечника перпендикулярно оси проходки (рисунок 3).

На первом этапе работ методом статического прокола выполняется проходка лидерной скважины (рисунок 3.а). На вышедшую в приёмный котлован штангу посредством каната закрепляется конусный наконечник со встроенным вибратором (рисунок 3.б). На третьем этапе обратным ходом осуществляется протяжка вибрационного наконечника и формирование скважины с прочными устойчивыми стенками. Также возможна протяжка вибрационного наконечника с одновременным монтажом пластиковой трубы в скважине и замена штанг в лидерной скважине канатом, при этом протаскивание наконечника может осуществляться тяговой лебедкой, что делает процесс образования скважины непрерывным.

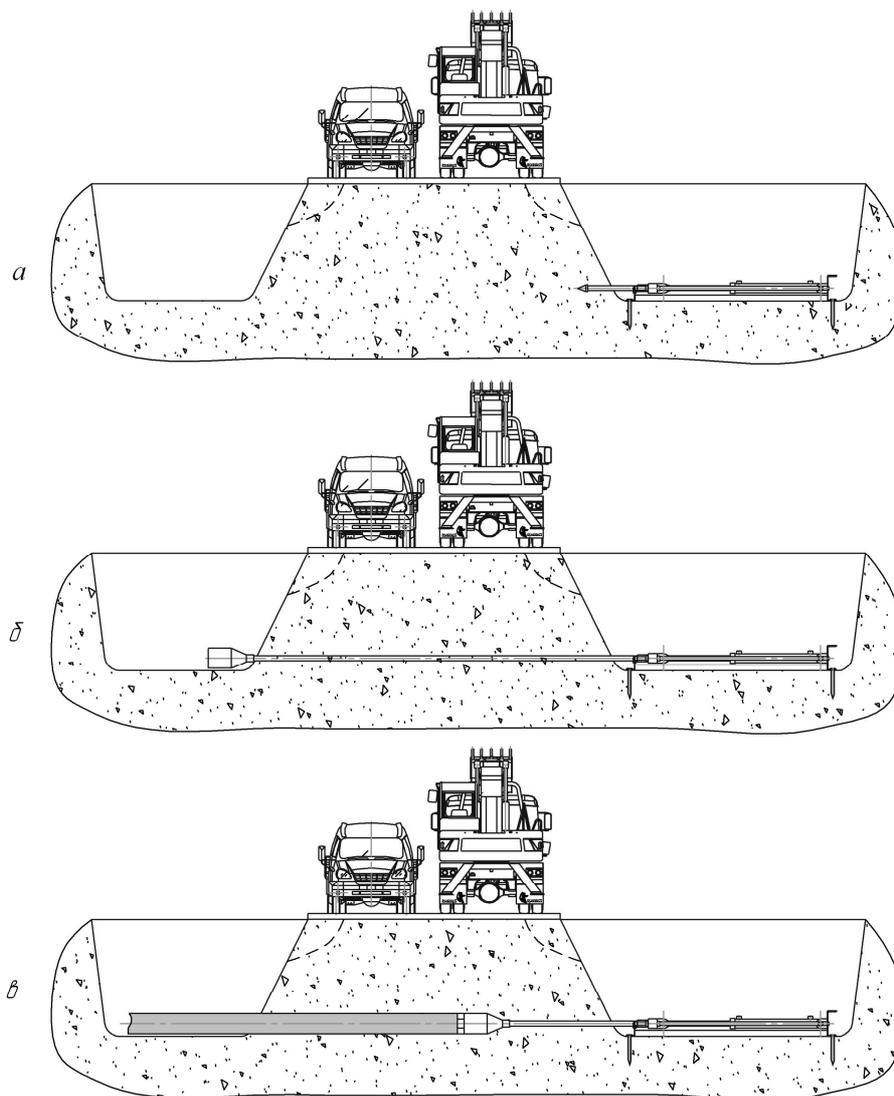


Рисунок 3 - Технологическая схема проходки горизонтальной скважины способом вибрационного прокола

Используя проведенный анализ и опыт производителей установок статического прокола (на примере ПУ-1 и ПУ-2 [5]) на кафедре «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины» Балаковского института техники, технологии и управления была сконструирована и изготовлена прокалывающая машина МПУ-16, представленная на рисунках 4, 5, технические характеристики приведены в таблице 1.



Рисунок 4 - Общий вид напорной установки МПУ-16

Машина МПУ-16 предназначена для бестраншейной прокладки труб диаметром до 250 мм методом прокола в грунтах любых типов под автодорогами, ж/д насыпями и другими препятствиями. В комплект машины МПУ-16 входят: напорная установка, осуществляющая прокол и расширение скважины с одновременным или последующим монтажом трубопровода; насосная станция для питания силовых гидроцилиндров напорной установки; комплект штанг; комплект вспомогательного оборудования, а именно расширители, адаптеры, запасные шланги.

Напорная станция состоит из рамы, двух гидроцилиндров ГЦ 80x56x630.11, создающих осевое усилие, траверсы, которая скользит по двум направляющим, установленным на раме. Особенность конструкции напорной установки заключается в том, что два гидроцилиндра и две направляющие расположены в одной плоскости, при этом траверса обеспечивает жесткую связь между штоками гидроцилиндров. Такая компоновка позволяет исключить эксцентричность приложения осевого усилия на штанги и в конечном итоге увеличить точность проходки. Кроме того, установка двух гидроцилиндров вместо одного позволяет снизить габариты установки по сравнению с одним гидроцилиндром (при прочих равных условиях).

Таблица 1 - Технические характеристики МПУ-16

Основные характеристики	Значения
Напорная установка	
Наружный диаметр штанги, мм	57

Длина штанги, мм	500
Количество штанг в комплекте, шт	80
Длина прокалываемого канала, м	40
Усилие на штоках гидроцилиндров: <ul style="list-style-type: none"> • при прокалывании, кН(т) • при расширении, кН(т) 	160,8 (16,4) 81,9 (8,4)
Необходимый расход масла при давлении 16 МПа, л/мин	5,6-21
Скорость прокола, м/мин	0,5-2
Длина установки, мм	2410
Масса установки, кг	200
Насосная станция	
Двигатель: <ul style="list-style-type: none"> • Тип двигателя • Максимальная теоретическая мощность, кВт/мин⁻¹ • Максимальный крутящий момент, Нм/мин⁻¹ • Потребление топлива, г/кВтч 	LIFAN 168F-2 Бензиновый 4-х тактный, OHV 4,8/3600 11/3000 394
Насос <ul style="list-style-type: none"> • Рабочий объём насоса, см³ • Давление на выходе, номинальное, МПа • Номинальная объёмная подача насоса, л/мин • Частота вращения, номинальная/максимальная, мин⁻¹ 	Шестеренный НШ10Д-3 10 16 21 2400/3600
Гидрораспределитель	ПГ74-24К
Регулятор расхода <ul style="list-style-type: none"> • расход масла, л/мин • рабочее давление, МПа 	МПП55-32 0,04-25 20
Масса станции, кг	70

Отличительной особенностью насосной станции является установка в гидравлической схеме регулятора расхода МПП 55-32 (рисунок 6), позволяющего регулировать скорость выдвижения (втягивания) штоков гидроцилиндров независимо от нагрузки. Это позволяет изменять скорость проходки скважины или расширения в зависимости от грунтовых условий.



Рисунок 5 - Общий вид насосной станции МПУ-16

Габариты машины МПУ-16 позволяют устанавливать напорную установку в рабочем прямке длиной 2,5м и шириной 1м. При этом шланги питания гидроцилиндров имеют длину 7 м, что позволяет поместить насосную станцию на дневной поверхности.

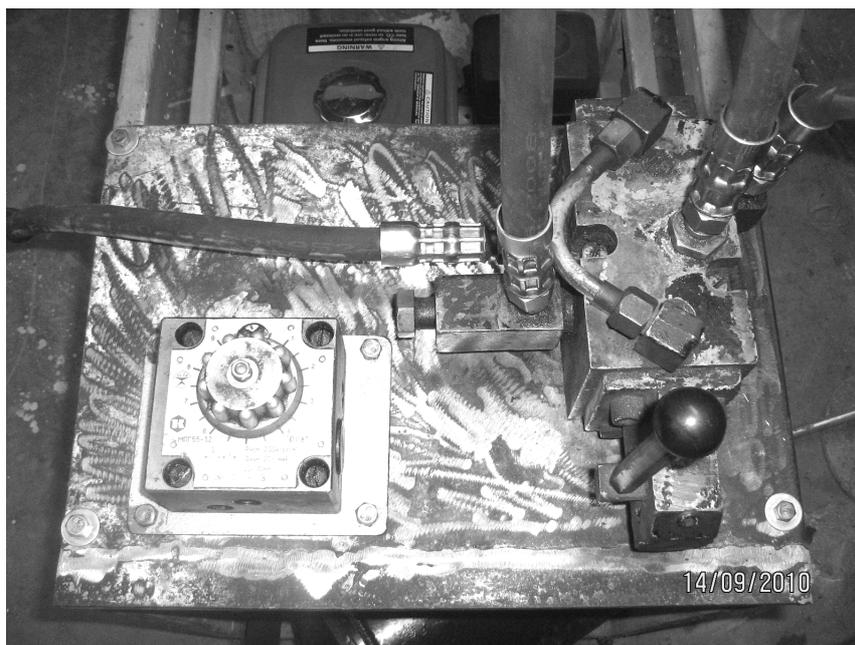


Рисунок 6 - Панель управления насосной станцией

По своим характеристикам машина МПУ-16 не уступает существующим установкам статического прокола такого же типоразмера, имея небольшие габариты по длине, сравнительно низкую массу, возможность регулирования скорости проходки или расширения скважины.

Таким образом, оборудование для проходки горизонтальных скважин вибрационным способом включает в себя установку статического прокола и рабочий инструмент для расширения скважин.

Рабочий инструмент для расширения скважин представляет собой вибрационный наконечник (рисунок 7) изготовленный на базе серийно выпускаемого электромеханического вибратора общего назначения ИВ-98Б, характеристики которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Технические характеристики вибратора ИВ-98Б

Наименование показателя	Значение
Номинальная частота колебаний, Гц (кол/мин)	50 (3000)
Максимальная вынуждающая сила, кН	20
Максимальный статический момент дебалансов, кг·см	11,4
Мощность номинальная потребляемая, кВт	0,9
Номинальное напряжение, В	380
Тип вибрационного механизма	Дебалансный регулируемый
Тип электродвигателя	Асинхронный трёхфазный с КЗР

После доработки формы корпуса вибратора, была демонтирована крышка дебалансов с одной из сторон вибратора и установлен полый конус диаметром 180 мм с крюком для протяжки. Крепление конуса к вибратору производилось по посадочному диаметру крышки посредством четырёх шпилек. На цилиндрической части конуса для восприятия реактивного момента на конусе от циркулирующей возмущающей силы были наварены четыре стабилизатора. Кабель питания помещался в защитную гофру и закреплялся к корпусу вибратора жестким хомутом.



Рисунок 7- Общий вид вибрационного наконечника

На сегодняшний день с помощью описанного оборудования были проведены исследования процесса проходки скважин с изменяемыми режимными параметрами. Ведутся работы по устранению выявленных дефектов в элементах и конструкции оборудования. Предполагается создание малого предприятия по оказанию услуг по бестраншейной прокладке коммуникаций, для чего в настоящее время разрабатывается бизнес-план.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, Н.В. Закрытая прокладка трубопроводов [Текст] / Н.В. Васильев. – М.: Изд-во «Недра», 1964. – 220 с., ил.
2. Urządzenie do wibracyjnego układania rurociągów w gruncie. OPIS PATENTOWY 60041 (Polska).
3. Вазетдинов, А.С. Опыт определения усилий внедрения и местоположения в грунте головного снаряда при проколе [Текст] / А.С.Вазетдинов // Водоснабжение и санитарная техника. - 1958. – №1.
4. Пестов, Г.Н. Закрытая прокладка трубопроводов [Текст] / Г.Н. Пестов. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1964. – 188 с., ил.
5. Теперь траншея не нужна: прокладка подземных коммуникаций методом прокола // Новости рынка спецтехники и промышленного оборудования [Электронный ресурс]. Вып. №121. – (<http://www.mrmz.ru/article/v121/article1.htm>).

Земсков Владимир Михайлович

БИГТУ (филиал) ГОУ ВПО «СГТУ», г. Балаково
Кандидат технических наук, доцент кафедры ПСМ БИГТУ
Тел.+7 (8453) 68 18 20
E-mail: zevlam@yandex.ru

Краснолудский Николай Викторович

БИГТУ (филиал) ГОУ ВПО «СГТУ», г. Балаково
Кандидат технических наук, доцент кафедры «ПСМ»
Тел.+7 (8453) 46 44 96, +7 927 127 3120
E-mail: kafpsm@bittu.org.ru

Михельсон Игорь Станиславович

БИГТУ (филиал) ГОУ ВПО «СГТУ», г. Балаково
Ассистент кафедры «ПСМ»
E-mail: mihelsoni@mail.ru

Л.В. ЛУКИЕНКО, М.Н. КАМЕНСКИЙ

ПРИМЕНЕНИЕ ЗУБЧАТО-РЕЕЧНОГО МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУНТОПРОКАЛЫВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

Показана возможность повышения эффективности грунтопрокалывающей установки за счёт применения зубчато-реечного механизма подачи. Предложены зависимости для определения его рациональных параметров.

Ключевые слова: *грунтопрокалывающая установка, зубчато-реечный механизм подачи.*

The opportunity of a heightening of efficiency no-dig installations is shown at the expense of application of rack and pinion gear. Dependences for definition of its rational parameters are offered.

Key words: *no-dig installation, a rack and pinion gear.*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В связи с ростом строительства в городских условиях прокладка и ремонт подземных инженерных коммуникаций проводится в стесненных условиях. Возрастающая сложность организации и проведения таких работ с внешней выемкой грунта при ужесточении экологических требований обуславливает применение бестраншейных технологий (например, методы прокола и горизонтального направленного бурения).

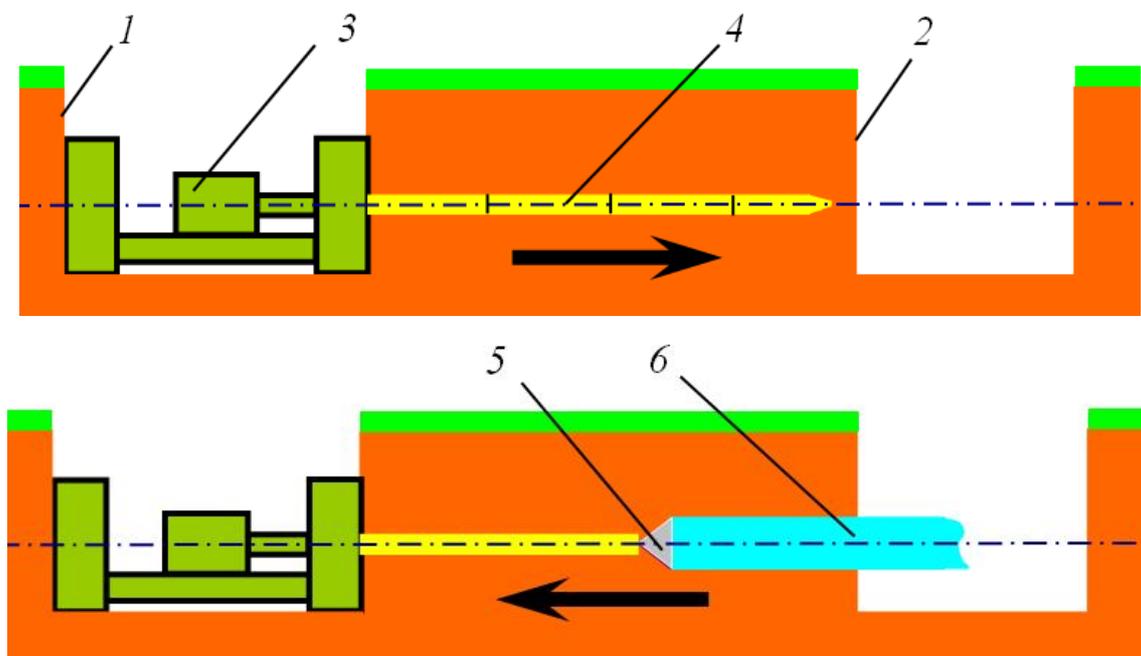


Рисунок 1 – Схема проведения прокола

Технология проведения прокола (рисунок 1) состоит из подготовки стартового 1 и приёмного 2 котлованов, крепления их боковых стенок, монтажа прокалывающей установки 3 в стартовом котловане 1, прокола пилотной скважины 4, расширения скважины обратным ходом с использованием риммера 5 и протягивания трубы 6.

В результате анализа конструкций грунтопрокалывающих установок выявлено, что гидравлические и цепные механизмы подачи, обладают рядом недостатков: различная величина усилия при работе штоковой и поршневой полостей гидроцилиндров; повышенные требования к чистоте рабочей жидкости и проблемы утечек из-за низкого ресурса уплотнителей; ограниченное использование в холодное время года; относительно низкая скорость подачи исполнительного органа; значительные габариты вспомогательного оборудования; цепная передача требует высокой точности изготовления, монтажа и непрерывного смазывания; износ звеньев приводит к провисанию цепи, ударным нагрузкам и неравномерности подачи исполнительного органа; возможность травмирования персонала при разрыве цепи.

Целью работы является повышение эффективности грунтопрокалывающей установки на основе применения и обоснования конструктивных параметров и режимов работы зубчато-реечного механизма подачи.

ИЗЛОЖЕНИЕ МАТЕРИАЛА И РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе анализа конструкций разработана структура грунтопрокалывающей установки (рисунок 2), включающая: исполнительный орган, электродвигатель, подвижную раму, редуктор, отличающаяся применением зубчато-реечного механизма подачи, состоящего из смонтированных на выходных валах редуктора приводных зубчатых колес движителя, расположенных в горизонтальной плоскости, обкатывающихся по реечному ставу, закреплённому на базовой платформе. Постоянство межосевого расстояния в паре колесо-рейка обеспечивается за счет опорно-направляющего устройства.

Анализ результатов исследований [1, 2] позволил установить, что вопросам исследования точности прокалываемой трассы инженерных коммуникаций при реализации бестраншейных технологий уделено достаточное внимание. Между тем исследований по применению в грунтопрокалывающих установках зубчато-реечных механизмов подачи, обеспечивающих снижение удельных энергозатрат на проведение прокола при обеспечении необходимого и достаточного усилия подачи, практически не проводилось.

Анализ подобных механизмов, используемых для перемещения тяжело нагруженных машин, показал, что в исследованиях [1] разработаны методы оценки и выбора

конструктивных схем, а также расчёта кинематических параметров и нагруженности реечных передач. Применяемые для этого математические модели, не позволяют провести сравнительный анализ различных геометрических характеристик передачи без проведения экспериментальных исследований. Значения интенсивности изнашивания получены для ограниченного количества материалов и при смене материалов, из которых будут изготовлены проектируемые элементы механизма подачи необходимо проведение экспериментов, что связано со значительными материальными, трудовыми и временными затратами.

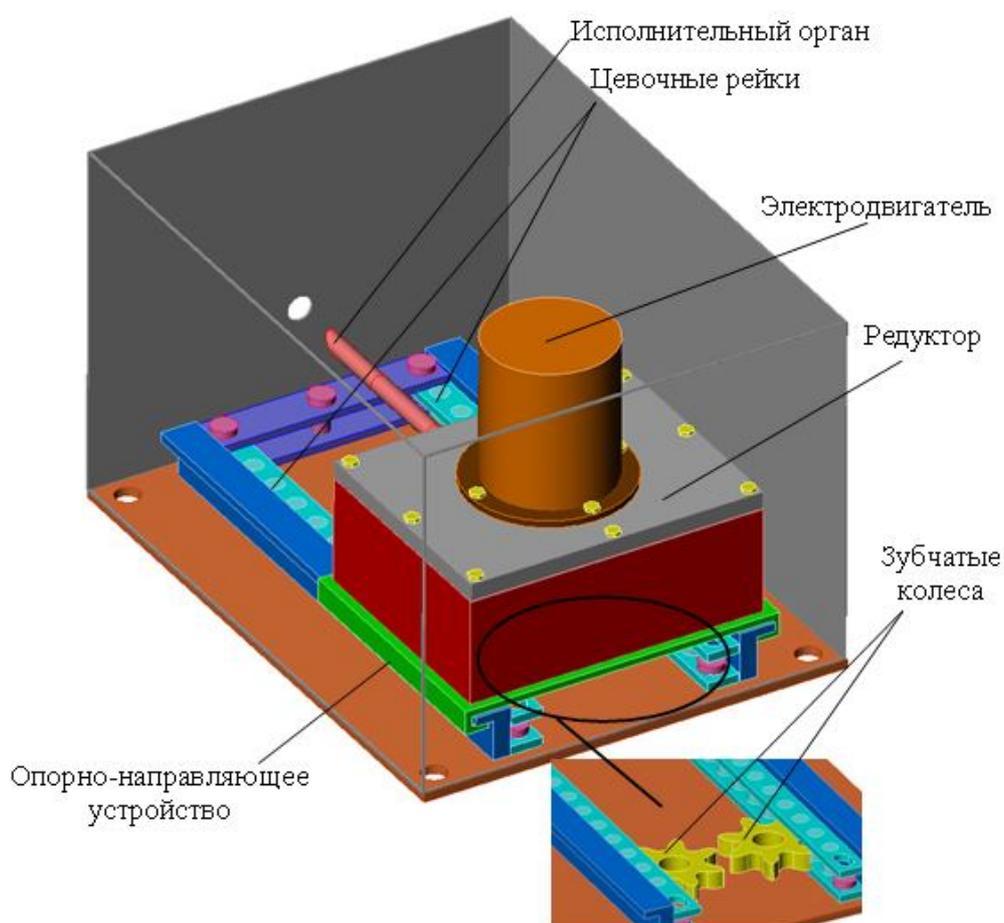


Рисунок 2 – Вариант общего вида грунтопрокальвающей установки

Проведенный сравнительный анализ по критерию удельных энергозатрат на проведение прокола при длине трассы 55 м и глубине прокола 2 м, показал, что удельные энергозатраты на проведение прокола для предлагаемой установки 0,236 кВт/м, тогда как для установки, принятой за базовую при проведении сравнения, эта величина составляет – 0,336 кВт/м. Таким образом, по критерию удельных энергозатрат на проведение прокола предлагаемая грунтопрокальвающая установка эффективнее базовой на 30%.

Для обоснованного выбора рациональных параметров зубчато-реечного механизма подачи грунтопрокалывающей установки на основе решения задачи многокритериального синтеза разработана усовершенствованная математическая модель, описывающая момент пересопряжения зубьев в паре зубчатое колесо-рейка, отличающаяся выбором усилия подачи за счет сравнения необходимого усилия прокола и возможного усилия, развиваемого механизмом подачи, а также учётом усовершенствованных показателей качества работы передачи и прочностных ограничений при использовании современных методов расчёта и программного обеспечения.

Исходными данными для моделирования являются необходимый диаметр и характеристики грунта трассы прокола, материал, из которого изготовлены элементы передачи, шаг зацепления рейки, необходимое межосевое расстояние, диаметр цевки, углы давления на входе и выходе из зацепления, высота зуба рейки, угол зацепления, радиус галтелей сопряжения, ширина зуба рейки на вершине, рабочий участок на профиле зуба рейки, угол трения в зацеплении колесо-рейка, коэффициент трения опор машины о направляющие.

Разработанная математическая модель зубчато-реечного механизма подачи грунтопрокалывающей установки структурно состоит из следующих основных частей: определение усилия прокола, геометрии зацепления, выбора наиболее рациональных геометрических параметров движителя на основе проверки соответствия качественным показателям скорости, ускорения и удельного скольжения в зацеплении, а также интерференции, и определения необходимой и достаточной металлоемкости на основе изучения напряженно-деформированного состояния выбранного конструктивного варианта.

Одним из основных ограничений синтеза проектируемой передачи, определяющих эффективность принимаемых конструкторских решений, является скольжение в зацеплении колесо-рейка. Предпочтительным для решения этой задачи, с учётом возможностей современных ЭВМ, является численная реализация метода векторных контуров (рисунок 3).

При этом план скоростей представляет собой треугольник, одной из граней которого является вектор скорости скольжения, на величину которого определяющее влияние оказывает угол поворота колеса относительно линии межосевого расстояния, радиус окружности, на которой расположены центры профилей, радиус кривизны профилей зубьев и другие геометрические параметры взаимодействующих элементов передачи.

Зависимость для определения скорости скольжения в зацеплении имеет вид:

$$V_{1n} = \sqrt{V_n^2 + (\omega r_k)^2 - 2V_n \omega r_k \sin\left(\alpha + \arcsin\left(\frac{r_{\text{шп}2}}{r_k} \cos(\varphi_i - \alpha)\right)\right)} \quad (1)$$

Применение зубчатых реек позволяет значительно поднять эффективность механизма подачи грунтопрокалывающей установки, так как удельное скольжение (рис. 4) по зубу в зубчатой рейке в 8 раз ниже удельного скольжения по цевке для цевочной рейки. При этом коэффициент удельного скольжения по зубу рейки должен быть $\lambda \leq 2$, по зубу колеса $\lambda \leq 3$.

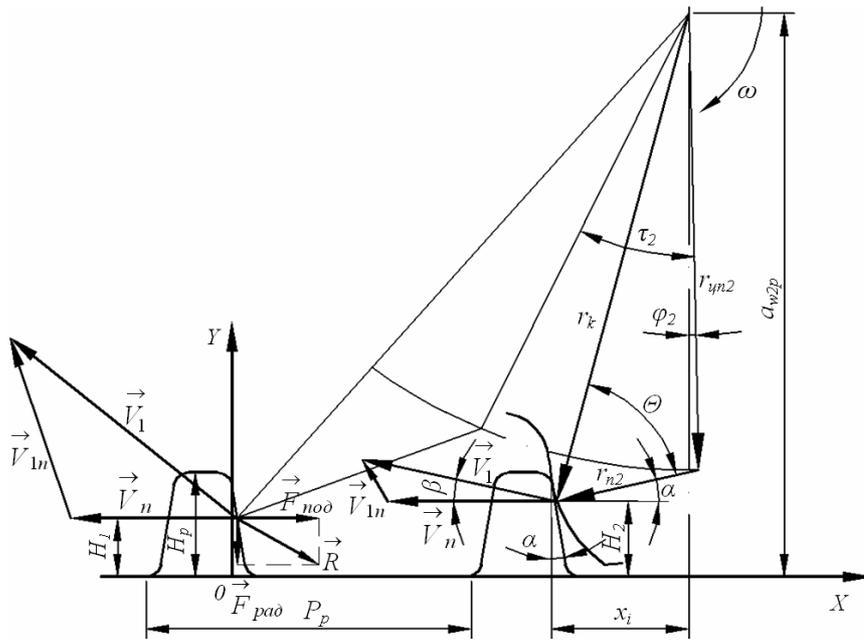


Рисунок 3 – Расчётная схема к определению скорости скольжения в зацеплении

r_k – радиус, определяющий положение точки контакта, мм; H_i – высота точки контакта зуба колеса с зубом рейки, мм; $r_{\text{шп}2}$ – радиус центров профиля зуба колеса, мм; φ_i – угол поворота приводного колеса, рад; α – угол наклона профиля зуба рейки, рад; ω – угловая скорость вращения колеса, с^{-1} ; r_{n2} – радиус профиля зуба колеса, мм; V_1 – окружная скорость колеса, мм/с; a_{w2p} – межосевое расстояние, мм; V_n – скорость подачи, мм/с; P_p – шаг зацепления, мм.

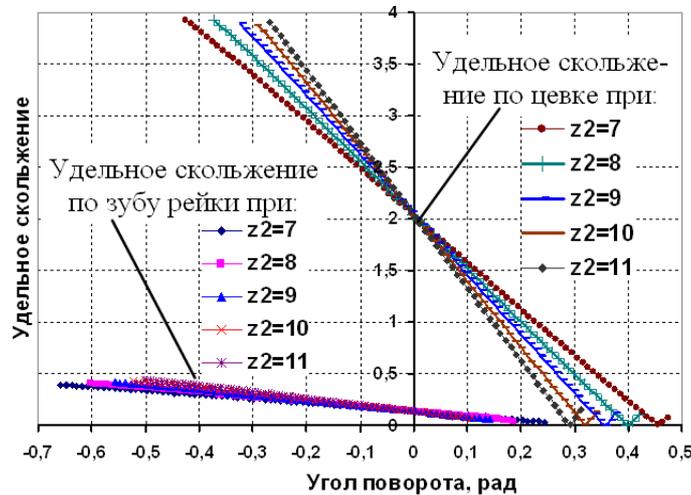


Рисунок 4 – Зависимость удельного скольжения от угла поворота колеса

Для расширения возможностей сравнения различных вариантов на стадии проектирования в работе предложено использовать критерий ускорения скольжения, которое при перемещении зуба колеса по рейке всегда вызывает повышенное истирание материала в полюсе зацепления, тогда как скорость скольжения не позволяет это оценить. Следовательно, введение в процесс проектирования передачи сравнительного анализа по критерию ускорения скольжения позволит выбрать геометрические параметры передачи, обладающей минимальным изнашиванием при эксплуатации. Для определения ускорения скольжения в зацеплении предложена зависимость:

$$U = \frac{1}{\sqrt{V_n^2 + V_1^2 - 2V_n V_1 \cos\beta}} \left((V_n - V_1 \cos\beta) \frac{dV_n}{d\varphi} + (V_1 - V_n \cos\beta) \frac{dV_1}{d\varphi} + V_n V_1 \sin\beta \frac{d\beta}{d\varphi} \right) \quad (2)$$

Анализ выражения 2 показывает, что величина скорости и ускорения скольжения зависит только от геометро-кинематических характеристик передачи. При увеличении числа зубьев приводного колеса с 7 до 11 скорость скольжения изменяется на 10%, тогда как ускорение скольжения – на 36%. При этом выбор радиуса профиля зуба колеса в диапазоне 45...64 мм позволяет избежать смены направления ускорения скольжения и улучшить условия работы передачи. Таким образом, показатель ускорения значительно более чувствителен к изменению геометрических параметров передачи, чем скорость скольжения и не должен превышать $U \leq |70| \text{ мм/с}^2$.

Для обоснования рациональной компоновки механизма подачи была принята одномассовая расчётная схема установки с учётом действующих внешних сил, жёсткости и диссипативных потерь в опорно-направляющем устройстве, которая адекватно отображает реальные процессы работы, так как исследуемая конструкция симметрична относительно продольной оси, а распределённые по базовой платформе массы редуктора и электродвигателя приведены к центру тяжести машины с использованием стандартных методов.

Уравнение, характеризующее колебания машины при компоновке движителя в вертикальной плоскости имеет вид:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = P - cx - \psi \frac{dx}{dt} - B \sin pt \quad (3)$$

где m – масса установки, Н; P – сила тяжести машины, Н; c – жёсткость опоры, кН/м; ψ – диссипативные потери в опоре, кН·с/м; B – радиальная составляющая усилия на движителе, Н; p – частота вынужденных колебаний, с^{-1} .

При исследовании устойчивости машины принято, что сила сопротивления среды и угловая скорость вращения приводного колеса – постоянны.

Представленное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка описывает вынужденные колебания машины, обусловленные изменением радиального усилия в двигателе за фазу зацепления. Анализ уравнения (3) позволяет сделать вывод, что при размещении передачи в вертикальной плоскости неизбежны значительные колебания (до 28 мм при различной жёсткости опор), обусловленные действием радиальной составляющей усилия в зацеплении. Поэтому предложено располагать передачу в горизонтальной плоскости. При этом исключается влияние силовой нагруженности механизма подачи на формирование трассы прокола.

В результате исследований определено, что для работы грунтопрокалывающей установки в грунтах с коэффициентом крепости по шкале М.М. Протоdjeяконова $f = 0,3 \dots 0,7$ в условиях умеренного климата усилие подачи составляет 400 кН при длине трассы прокола от 27 до 50 м на глубине 3 м в глинистых породах при различных параметрах прокалывающего става.

Для анализа прочностных характеристик тягового органа и опорно-направляющего устройства использован метод конечных элементов, реализованный в САД/САЕ САПР АРМ WinMachine, который позволяет оценить распределение напряжений по всей конструкции рейки и опорно-направляющего устройства.

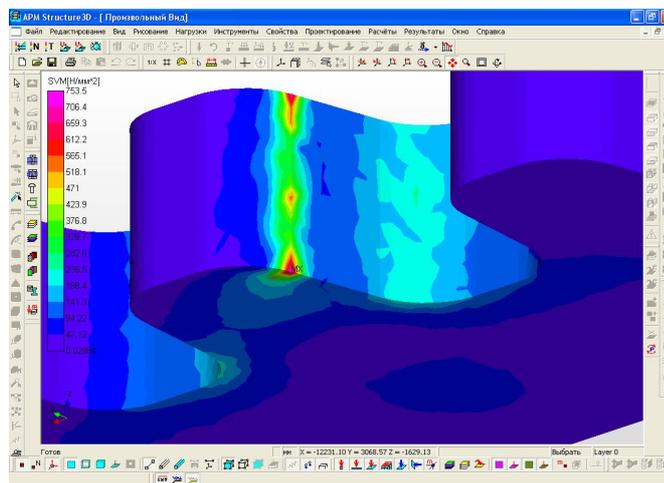


Рисунок 5 – Распределение эквивалентных напряжений в зубчатой рейке

Для исследования избран наиболее сложный случай, когда нагрузка приложена у верхнего сопряжения прямолинейного участка зуба рейки с переходной галтелью. В качестве креплений рассмотрены две шарнирно неподвижные опоры по краям секции рейки. Моделирование процесса перемещения зубчатого колеса по рейке при различной жёсткости опор позволило установить характер распределения напряжений в рейке (рис. 5) и диапазон

их изменения (до 22%), наиболее рациональную величину галтелей (23 мм при шаге зацепления 138 мм, высоте зуба рейки 75 мм и угле профиля зуба рейки 8°) и предложить критерий, к минимизации которого необходимо стремиться при проектировании механизма подачи:

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{\sigma_{max}} \cdot 100\%$$

где σ_{max} , σ_{min} – максимальные и минимальные эквивалентные напряжения в элементах рейки.

Установлено, что при продольной жёсткости опор $C_x=100$ Н/мм нагруженными являются зуб, к которому приложено усилие подачи и основания двух соседних зубьев по направлению этого усилия и противоположно ему. Увеличение продольной жёсткости опор в 5 раз приводит к снижению площади распространения эквивалентных напряжений в опорах рейки в два раза.

Определено, что в качестве тягового органа целесообразно применять цевочные рейки при усилии подачи до 200 кН. Аналитические исследования по определению загруженности цевок показали, что минимально допустимый диаметр цевки составляет 30 мм при шаге зацепления 50 мм. Однако, для улучшения качественных показателей работы передачи целесообразно принять диаметр цевки 50 мм при шаге зацепления 100 мм. Наиболее предпочтительным является установка шарнирно подвижных опор под пятью цевками с краёв при фиксации верхней полки рейки посредством шарнирно неподвижных опор. Это позволит повысить коэффициент запаса устойчивости рейки на 14,3%.

Для изучения нагруженности цевочных реек проведен сравнительный анализ перемещений в элементах рейки, в зависимости от места приложения нагрузки с учётом веса машины, приходящегося на рейку и без него (рейка воспринимает только тангенциальную составляющую усилия на приводном зубчатом колесе). Результаты исследования показали, что при проектировании тяговых органов необходимо разгружать рейки от восприятия веса машины, вводя дополнительные опорные направляющие. Это позволит снизить напряжения в элементах рейки на 42%.

Анализ напряжённо-деформированного состояния приводных зубчатых колес с использованием твердотельных моделей показал, что с увеличением радиуса сопрягающих галтелей при построении впадины колеса с 9 до 13 мм происходит снижение эквивалентных напряжений на 19%.

Силую нагруженность в опорно-направляющем устройстве определим по зависимости, построенной на использовании принципа Даламбера:

$$R = \sqrt{(F_{mp} + \Phi)^2 + G_{np}^2 + \left(\frac{M_2 \sin(\varphi_{mp} - \gamma)}{\cos(\varphi_{mp} - \gamma)(r_{un} \cos\varphi + r_n \sin\gamma) + \sin(\varphi_{mp} - \gamma)(x_0 - P_p - \cos\gamma) + r_m} \right)^2},$$

где F_{mp} – сила трения скольжения в опоре; Φ – сила инерции Д’Аламбера; G_{np} – приведенная сила тяжести машины, приходящаяся на одну опору; M_2 – крутящий момент на валу приводного колеса движителя; φ_{mp} – угол трения; r_m – радиус круга трения.

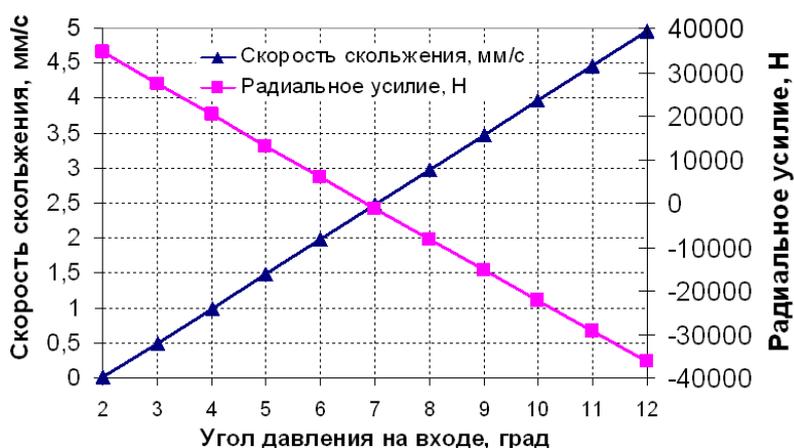


Рисунок 6 – Зависимость скорости скольжения и радиального усилия на входе в зацепление от угла давления

Проведённые исследования (рисунок 6) показали, что стремление при проектировании передачи к снижению углов давления приводит к значительному росту выталкивающих радиальных составляющих усилий в зацеплении, что отрицательно скажется на работоспособности опорно-направляющего устройства. Поэтому, выбор углов давления в проектируемой передаче весьма важен и при этом необходимо учитывать условия работы опорно-направляющего устройства.

Анализ графиков позволяет сделать вывод: при проектировании возможен выбор варианта, при котором радиальная составляющая усилия в зацеплении будет иметь минимальное значение и, следовательно, нагрузка на опорно-направляющее устройство также будет минимальна.

Проведенный сопоставительный анализ экономической эффективности производства цевочной и зубчатой реек показал, что зубчатая рейка по целому ряду критериев значительно эффективнее цевочной. Например, момент сопротивления сечения зуба в 6,5 раз больше цевки; потребность в электроэнергии для производства зубчатой рейки на 93% ниже

цевочной; затраты на режущий инструмент в 2,8 раза больше для изготовления цевочной рейки, чем для производства зубчатой.

ВЫВОДЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Для устранения недостатков, присущих цепным и гидравлическим механизмам подачи машин для бестраншейной прокладки труб разработана оригинальная конструктивная схема грунтопрокалывающей установки с применением зубчато-реечного механизма подачи, движитель которой расположен в горизонтальной плоскости. Это решение обусловлено необходимостью выполнения требования о постоянстве траектории трассы прокола. Эффективность предложенной установки выше на 30% по сравнению с базовой установкой по критерию удельных энергозатрат.

2. Разработана усовершенствованная математическая модель зубчато-реечного механизма подачи грунтопрокалывающей установки, учитывающая при определении усилия подачи тип грунта и особенности трассы прокола, а также дополнительные качественные характеристики проектируемой передачи: скорость, ускорение и удельное скольжение в зацеплении. Это расширяет возможности конструктора по выбору наиболее рациональных геометрических параметров за счет управления на стадии проектирования указанными характеристиками.

3. В результате анализа предложенных зависимостей скорости, ускорения и удельного скольжения в зацеплении от угла поворота колеса установлено, что применение зубчатых реек позволяет значительно поднять эффективность механизма подачи грунтопрокалывающей установки, так как удельное скольжение по зубу в зубчатой рейке в 8 раз ниже удельного скольжения по цевке для цевочной рейки. Многовариантные расчёты показали, что коэффициент удельного скольжения по зубу рейки должен быть $\lambda \leq 2$, по зубу колеса $\lambda \leq 3$, а ускорение скольжения $U \leq |70|$ мм/с². При этом необходимо стремиться к увеличению радиуса профиля зуба колеса, принимая его в диапазоне 45...64 мм, что позволяет избежать смены направления ускорения скольжения и улучшить условия работы передачи.

5. На основе сопоставления необходимого усилия подачи исполнительного органа, учитывающего характеристики грунта трассы прокола, влияние длины става и усилия вдавливания головной секции става в разрушаемый массив, с возможным усилием, показано, что зубчато-реечный механизм подачи грунтопрокалывающей установки обеспечивает длину трассы прокола от 27 до 50 м на глубине 3 м при усилии подачи 400 кН в глинистых породах при различных параметрах прокалывающего става.

6. При проектировании механизма подачи грунтопрокалывающей установки необходимо обеспечить минимизацию относительной разности действующих напряжений $\Delta\sigma \leq 20\%$. Увеличение радиуса галтелей зубчатой рейки с 6 до 23 мм приводит к снижению эквивалентных напряжений на 35% при сохранении качественных характеристик работы передачи. Для выбора материала при изготовлении элементов движителя предложено использовать соотношение стоимости материала и коэффициента запаса прочности. Этому соотношению в наибольшей степени соответствует сталь 35 ХГСА.

7. Определено, что в качестве тягового органа целесообразно применять цевочные рейки при усилии подачи до 200 кН. Наиболее целесообразным способом закрепления цевочных реек является размещение опор под пятнами цевками с краю для нижней полки рейки при фиксации по краям верхней полки при помощи шарнирно неподвижных опор. При этом коэффициент запаса устойчивости возрастает в 1,7 раза при увеличении толщины борта рейки с 14 до 16 мм. Разгрузка рейки от восприятия веса машины позволит снизить напряжения в её элементах на 42%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы проектирования горных машин и оборудования. Проектирование и конструирование машин для бестраншейной прокладки труб: учеб. пособие / Л.В. Лукиенко [и др.]. Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. 157 с.
2. Дорожные машины и производственная база строительства: учеб. пособие / Е.И. Захаров [и др.]. Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. 606 с.
3. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий (теория и практика). М.: ПрессБюро, 2005. 304 с.
4. Ушаков Л.С., Котылев Ю.Е., Кравченко В.А. Гидравлические машины ударного действия. М.: Машиностроение, 2000. 416 с.
5. Высокопроизводительные гидропневматические ударные машины для прокладки инженерных коммуникаций / Д.Н. Ешуткин [и др.]. М.: Стройиздат, 1990. 171 с.

Лукиенко Леонид Викторович

Новомосковский институт ГОУ ВПО Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Новомосковск
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Техническая механика»
Тел. (48762) 4-63-21
E-mail: lukienko_lv@mail.ru

Каменский Михаил Николаевич

Новомосковский институт ГОУ ВПО Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, г. Новомосковск
Аспирант кафедры «Техническая механика»
Тел. (48762) 4-63-21
E-mail: MKamensky@yandex.ru

УДК 629.367 (075)

А.В. ПАНИЧКИН, А.В. ФИЛЮШКИН

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БУЛЬДОЗЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ЗАГЛУБЛЕНИИ ОТВАЛА

Проведен анализ возникающих сопротивлений при заглубления бульдозерного отвала в грунт, при подвижной и неподвижной машине, проанализировано уплотнение грунта в зоне под отвалом бульдозера.

Ключевые слова: грунт, бульдозер, уплотнение, отвал.

The analysis of arising resistance is carried out at заглубления бульдозерного a sailing in a ground, at the mobile and motionless car, ground consolidation in a zone under a bulldozer sailing is analysed.

Keywords: a ground, the bulldozer, consolidation, a sailing.

Сопротивление заглубления ножа бульдозера при неподвижной машине

Заглубление рабочего органа бульдозера в грунт при неподвижной машине можно представить как вдавливание в массив штампа, имеющего сложную форму, на который действует сила, развиваемая механизмом привода. Под действием силы тяжести рабочего органа и силы, развиваемой приводом, в грунтовом массиве под ножом возникают напряжения, величина и распределение которых зависят от нагрузки, геометрических параметров ножа и параметров грунта.

Если взять площадку ограниченных размеров, плотно прилегающую к поверхности грунта, называемую в механике грунтов штампов, и ступенчато увеличивать нагрузку на нее, измеряя осадку S после каждого приложения нагрузки, то график зависимости осадки штампа от нагрузки имеет вид, показанный на рисунке 1. На графике можно выделить три фазы, протекающих последовательно и различающихся по характеру перемещений деформируемого грунта.

В первой фазе происходит почти исключительное уплотнение грунта под нагрузкой, частицы грунта при этом преимущественно опускаются вниз. Соответствующий участок кривой осадки θ - a у плотных грунтов близок к прямой линии. Осадки, соответствующие первой фазе - фазе уплотнения, обычно невелики. При дальнейшем возрастании нагрузки наряду с продолжающимся уплотнением грунта все большее значение приобретает явление выжимания грунта из-под штампа, связанное с возникновением сдвигов и пластического течения в отдельных точках грунта. Второй фазе деформации соответствует участок кривой a - b .

По мере роста нагрузки осадки делаются все более неравномерными. При достижении нагрузкой некоторой критической величины постепенно образующиеся в грунте зоны

сдвигов, сливаясь образуют сплошную поверхность скольжения, по которой происходит выдавливание грунта из-под штампа, сопровождающееся его резким погружением (участок кривой $b-c$). Под штампом образуется уплотненное ядро, раздвигающее грунт при просадке штампа. Просадка происходит почти мгновенно. Переход из одной стадии деформации в другую, особенно из второй в третью, не бывает резко выражен. Поэтому разграничение между ними производится условно. Работа грунтового массива в условиях значительного развития в грунте зон пластических деформаций и перехода к третьей фазе деформации по Н.М. Герсеванову может быть оценена расчетной схемой полупространства, находящегося в условиях предельного равновесия [3].

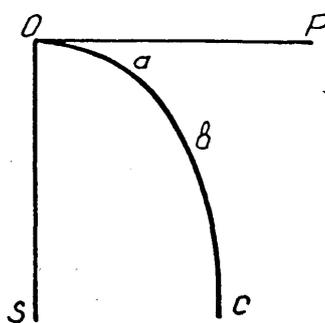


Рисунок 1 - Зависимость осадки штампа от нагрузки

Таким образом, заглубление ножа в грунт при неподвижной машине сопровождается увеличением пассивного отпора грунта, действующего на грани ножа. По мере заглубления пассивный отпор грунта, действующий на заднюю грань ножа BC возрастает прямо пропорционально величине заглубления. С увеличением угла резания пассивный отпор грунта, действующий на грани ножа уменьшается. Следовательно, заглублять рабочий орган бульдозера в грунт при неподвижной машине нужно при больших углах резания.

Сопrotивление заглубления ножа бульдозера при движении машины

Заглубление рабочего органа в грунт является начальным и важным этапом копания, оказывающим существенное влияние на рабочий процесс землеройной машины. Для создания условий оптимального кинематического режима внедрения ножа в грунт при расчете механизма управления рабочим органом необходимо знать величину усилий, действующих на нож в процессе заглубления. При внедрении ножа в грунт перед ним создается напряженное состояние второго вида, так называемое предельное напряженное состояние. Строгое решение задач о предельном состоянии грунта приводится в аналитической форме в работах В. В. Соколовского и графически в работах С.С. Голушкевича [2]. Взаимодействие рабочего органа с грунтом рассматривается с точки зрения

тех положений теории предельного равновесия, которые связаны с определением пассивного давления грунта на подпорные стенки.

Процесс заглупления рассматриваем как периодически повторяющиеся сколы элементов вырезаемой стружки, вызываемые внедрением ножа с ломаной передней гранью в образовавшийся при предыдущем сколе откос массива на величину h_3 . Расчет состоит из двух этапов:

I - определение поверхностей скольжения в грунтовом массиве при помощи характеристических кругов С.С. Голушкевича [2];

II - определение аналитическим путем давлений, воспринимаемых гранями ножа. При расчетах пассивного отпора грунта, действующего на грани ножа, пользуемся методикой, предложенной профессором К.А. Артемьевым [1].

При заглуплении ножа в грунт имеет место фактически сопротивление грунта резанию, так как количество грунта на рабочем органе незначительно и прочие сопротивления копанью относительно невелики. Для определения общего сопротивления внедрению ножа в грунт необходимо определить сопротивления резанию каждой гранью ножа. Сопротивления резанию определяются для ножа шириной 1 м, без учета сопротивлений сколу по боковым граням.

При внедрении отвала бульдозера в грунт в процессе движения машины перед режущим ножом создается напряженное состояние грунта только с одной стороны, расположенной перед ножом по ходу движения. Поэтому, сопротивления заглуплению отвала при движении машины меньше, чем при его внедрении в грунт при неподвижной машине. Таким образом, это позволяет внедрять отвал в грунт при меньших значениях угла резания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев, К.А. Основы теории копания грунта скреперами [Текст]: дис. ... д-ра тех.наук. - Омск, 1984. - 778с.
2. Голушкевич, С.С. Статистика предельных состояний грунтовых масс [Текст] / С.С. Голушкевич. М.: Гостехтеориздат, 19857. - 288с.
3. Цытович, Н.А. Механика грунтов. - М.: Изд-во по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1993. - 636с.
4. Паничкин, А.В. Разработка грунтов бульдозерным оборудованием при регулировании угла резания / Д.В. Данилевич, А.В. Паничкин, В.С. Бочаров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГТУ – 2004.

Паничкин Антон Валерьевич

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины»

Тел. +7(4862)73 43 54

E-mail: teppa79@yandex.ru

Филюшкин Анатолий Викторович

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Магистрант кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины»

Тел. +7(4862)73 43 54

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ

УДК 629.3:004.9](043.3)

В.В. ВАСИЛЬЕВА

АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА АКУСТИЧЕСКУЮ СРЕДУ ГОРОДА

В статье рассматриваются источники шумового воздействия на окружающую среду, а так же основные направления деятельности по снижению шумового воздействия от автотранспорта в городе. Приводятся нормативные сведения и данные состояния акустической среды в г.Орле, главным загрязнителем которой является автомобильный транспорт.

Ключевые слова: *окружающая среда, автотранспортный шум, экологичность.*

In article sources of noise influence on environment, and as the basic lines of activity on decrease in noise influence from motor transport in a city are considered. Standard data and the given conditions of the acoustic environment in Oryol which main pollutant is the motor transport are resulted.

Keywords: *environment, motor transportation noise, ecological compatibility.*

В настоящее время население городов находится в условиях постоянного акустического дискомфорта как на производстве и транспорте, так и в быту. Поэтому стали актуальными вопросы исследования и разработки методов снижения шумового воздействия различных техногенных источников на окружающую среду городских территорий.

В таблице 1 показано распределение основных видов городского шума по создаваемым уровням звука (в дБА), а также (в процентном соотношении) по количеству поступающих от городского населения жалоб на шум.

Таблица 1- Источники городского шума

Вид шума	Уровень звука, дБА	Жалобы населения на шум, %
Бытовой	75-85	12-22
Производственный	75-80	8-12
Транспортный	85-100	66-80

Вопреки бытующему мнению, привыкания человека к шуму нет. Вегетативная нервная система человека на любой шум реагирует отрицательно. Медики установили, что физиолого-биохимическая адаптация человека к шуму невозможна. Особенно тяжело

переносятся внезапные звуки высокой частоты. Акустическое загрязнение окружающей среды влияет на человека не меньше, чем разрушенный озоновый слой или кислотные дожди. Длительное шумовое воздействие рассматривается как один из факторов, вызывающих повышенную заболеваемость. Так, изменения функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, повышение содержания холестерина в крови встречаются чаще у лиц, проживающих в шумных районах.

Величины эквивалентного уровня шума $L_{экв}$, воздействующего на человека от различных техногенных источников, не должны превышать для конкретных условий предельных величин, установленных санитарными нормами (таблица 2).

Таблица 2 - Предельно допустимые уровни (ПДУ) шума

Характер территории	ПДУ шума, дБА	
	с 23 до 7 часов (ночь)	с 7 до 23 часов (день)
Селитебные зоны населенных мест	45	60
Промышленные территории	55	65
Зоны массового отдыха и туризма	35	50
Санитарно-курортные зоны	30	40

Шум свыше 80 дБА вреден для человеческого организма, а при его уровне свыше 90 дБА возможна частичная потеря слуха. Болевой порог лежит в пределах 120-130 дБА.

Шумовое воздействие на акустическую среду в городах практически всегда имеет локальный характер и преимущественно вызывается транспортными средствами (до 80% шума), при этом автомобильный транспорт оказывает наиболее неблагоприятное воздействие, так как автомобили являются преобладающими источниками интенсивного и длительного шума и, к тому же, распространены по всей территории города.

Транспортный шум имеет наибольшие негативные последствия для населения, чем производственный или бытовой, так как сфера его действия значительно шире, а физические параметры, характеризующие влияние шума на организм человека, несравненно выше. На схеме рисунка 1 продемонстрированы источники транспортного шума, имеющиеся в г. Орле с указанием создаваемых при их эксплуатации уровней звука (в дБА).

В условиях интенсивной автомобилизации образование зон акустического дискомфорта в городах в основном определяется транспортными потоками, движущимися по автодорогам, проблема транспортного шума приобретает как социальное значение, так и

становится одной из важнейших проблем эксплуатации автотранспорта и организации дорожного движения.

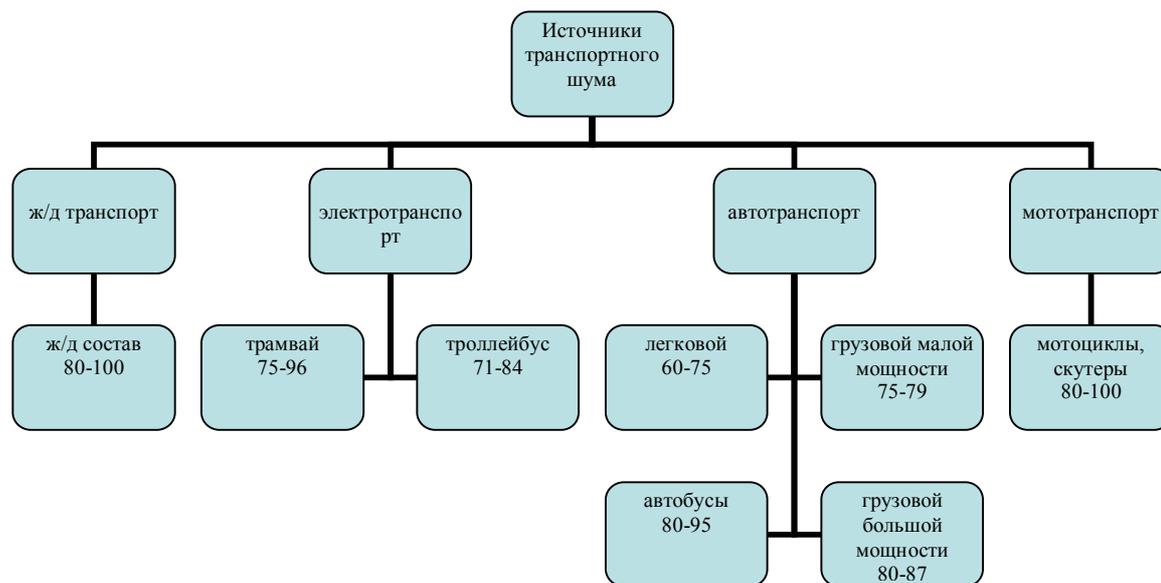


Рисунок 1 - Источники транспортного шума г. Орла и характеристики их уровней

Отмечу, что шумовое воздействие, которое испытывает население в зоне влияния автодорог, является практически постоянным и не может регулироваться самими людьми без проведения координальных планировочных мероприятий (например, замены окон с простыми стеклами на шумозащитные).

Шумовое воздействие от автотранспорта испытывают как люди, находящиеся (в том числе проживающее) в зоне влияния автодорог, так и находящиеся непосредственно в транспортном средстве (водители и пассажиры).

Требования к шумовым характеристикам автомобилей непрерывно ужесточаются и сейчас во многих странах введены нормы, ограничивающие шум автотранспортных средств. Так, в странах Западной Европы введены ограничения по шуму – Правило № 51, которое не входит в «Евро», а является отдельным ограничением.

В таблицах 3 и 4 представлены действующие в России допустимые уровни внутреннего и внешнего шума, которые не должны превышать более, чем на 1 дБА базовые модели автомобилей, предназначенные для эксплуатации на общей сети автодорог. Внутренний шум определяется в точках, расположенных в кабине или салоне автомобиля, внешний – в точках, находящихся вне транспортного средства [ГОСТ 27435-87 «Внутренний шум автотранспортных средств», ГОСТ 27436-87 «Внешний шум автотранспортных средств»].

Таблица 3 - Допустимые уровни внутреннего шума базовых моделей АТС

Тип автомобиля	Уровни шума АТС, производство которых начато, дБА	
	до 01.01.91	с 01.01.91
Легковые и грузопассажирские	80	78
Грузовые и автопоезда для международных перевозок	82	80
Остальные грузовые и автопоезда	84	82
Автобусы с передним расположением двигателя:		
- рабочее место водителя	82	80
- пассажирское помещение	81	80
Автобусы с другим расположением двигателя:		
- рабочее место водителя	78	78
- пассажирское помещение (кроме городского автобуса)	82	80
- пассажирское помещение городского автобуса	84	82

Таблица 4 - Допустимые уровни внешнего шума базовых моделей АТС и их модификаций (с 01.01.89)

Тип автомобиля	Уровни шума, дБА
Легковые и грузопассажирские	77
Грузовые и автопоезда с полной массой свыше 3500 кг и с двигателем мощностью, кВт:	
- < 75	81
- ≥ 75, но < 150	83
- ≥ 150	84
Автобусы и грузовые автомобили с полной массой, кг:	
- ≤ 2000	78
- > 2000, но < 3500	79

Как видно из таблиц шумовое воздействие, оказываемое даже базовыми АТС, приближено к уровню, вредному для организма человека (более 80 дБА), тем более этот факт приобретает особое значение, если учесть, что транспортные потоки создают постоянную шумовую нагрузку на акустическую среду в зоне влияния автодорог. Более того, допустимые уровни шума, указанные в таблицах 3 и 4, не распространяются на АТС, уже находящиеся в

эксплуатации, которые, безусловно, оказывают большее звуковое давление на акустическую среду.

Основными направлениями деятельности по снижению шумового воздействия от автотранспорта должны стать:

- разработка мероприятий, имеющих шумопонижающий эффект, при разработке городских программ и схем развития транспортных систем города Орла, а также при разработке целевых городских программ, в которых затрагиваются вопросы, связанные с изменением шумового режима;

- разработка и реализация мероприятий по защите от сверхнормативного шумового воздействия государственных объектов социальной сферы и учебных заведений города Орла;

- внедрение применения шумопонижающего дорожного покрытия при проведении строительства, реконструкции и капитального ремонта дорог в городе;

- разработка системы ограничительных мер в части движения в ночное время по территории спальных районов города отдельных видов транспортных средств (например, мотоциклов и большегрузного транспорта);

- применение шумопонижающих технологий при реконструкции и строительстве трамвайных путей, а также при поэтапной замене трамваев;

- обеспечение внедрения современных шумозащитных технологий в дорожно-мостовом строительстве;

- разработка мероприятий, имеющих шумопонижающий эффект, при подготовке раздела "Мероприятия по охране окружающей среды" в составе разрабатываемого Генерального плана комплексного развития транспортной системы города Орла;

- внедрение системы контроля соблюдения требований к внешнему уровню шума автомобилей при прохождении государственного технического осмотра транспортных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битюкова, В.Р. Социально-экологические проблемы развития городов России [Текст] / В.Р.Битюкова. – М.: Едиториал УРСС, 2005. – 448с. – ISBN 5-354-00770-4.
2. Болбас, М.М. Транспорт и окружающая среда [Текст]: учебник / М.М.Болбас [и др.]: под общ. ред. М.М. Болбаса. - Мн.: Технопринт, 2006. - 262 с.: ил. - ISBN 985-464-263-1.
3. Воробьев, А.Е. Автомобиль - дорога - окружающая среда [Текст] / А.Е. Воробьев, В.И. Сарбаев, О.С. Шилкова. - М.: Изд-во МГИУ, 2007. – 180 с.

4. Денисов, В.И. Защита окружающей среды при эксплуатации автомобильного транспорта [Текст] / В.И.Денисов. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1984. -120с.

5. Денисов, В.Н. Проблемы экологизации автотранспорта [Текст]: учебное и научно-практ. издание/ В.Н. Денисов, В.А. Рогалев; научн. редактор: проф. Л.К. Горшков. – СПб.: МАНЭБ, 2006. – 213 с.: ил. – ISBN 5-900277-05-4.

6. Амбарцумян, В.В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта [Текст]: учебное пособие для вузов / В.В.Амбарцумян, В.Б.Носов, В.И.Тагасов, В.И.Сарбаев. – М.: ООО Издательство «Научтехлитиздат», 2009. – 208с.

7. Васильева, В.В. Проблемы акустической экологии городской среды [Текст] / В.В.Васильева // Проблемы обеспечения экологической безопасности автотранспортного комплекса: Сб. научных статей / Под ред. А.Н.Новикова. – Орел, 2004. – С.68-71.

Васильева Виктория Владимировна

Орловский государственный технический университет, г.Орел

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел. +7(4862) 73 43 50

E-mail: sirm@ostu.ru

УДК 620.192.4:621.794.61

В.В. ЖУКОВ, А.В. МАВЛЮБЕРДИНОВА

АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ НА РЫНКЕ АВТОСЕРВИСНЫХ УСЛУГ

Проведено исследование современного состояния рынка автосервисных услуг. Проанализирована динамика рынка автосервисных услуг в Федеральных округах и некоторых городах Российской Федерации. Проведена сегментация рынка услуг. Выявлено, что большую часть рынка независимых автосервисов занимают предприятия сети «Bosch Auto Service». Определено, что качество услуг является определяющим фактором их конкурентоспособности.

Ключевые слова: рынок услуг, предприятия автомобильного сервиса, Bosch Auto Service, конкурентоспособность

A study of the modern state of the market car services. Analyze the dynamics of the market-lysed auto-service in the federal districts and some cities-dah of the Russian Federation. Conducted market segmentation services. Revealed that most of the market of independent service stations occupy the enterprise network «Bosch Auto Service». Determined that service quality is the determining factor in their competitive-STP.

Key words: market services, automotive services, Bosch Auto Service, competitive.

В Российской Федерации последние годы отмечены высокими темпами автомобилизации, как в отдельных регионах, так и по стране в целом. Темпы роста составили 2,8 млн. шт. в год. Автопарк легковых автомобилей в России в настоящее время насчитывает 32 млн. шт. В свою очередь увеличение численности автомобилей привело к увеличению рынка услуг автомобильного сервиса (АС). К концу 2009 года в Российской Федерации насчитывалось 17 593 официально зарегистрированных предприятий АС, объем предоставляемых услуг, которых суммарно составлял 92,6 млрд. рублей.

Основная доля рынка услуг предприятий АС в РФ приходится на Центральный федеральный округ (рисунок 1), что связано с наиболее благоприятной экономической ситуацией в регионе и наиболее высоким уровнем автомобилизации населения.

Анализ динамики рынка АС услуг в РФ выявил общие тенденции для всех регионов (рисунки 2, 3). С 2005 г. по 2008г. наблюдался стабильный рост рынка услуг, однако кризис конца 2008г. привел к резкому его падению в 2009г.

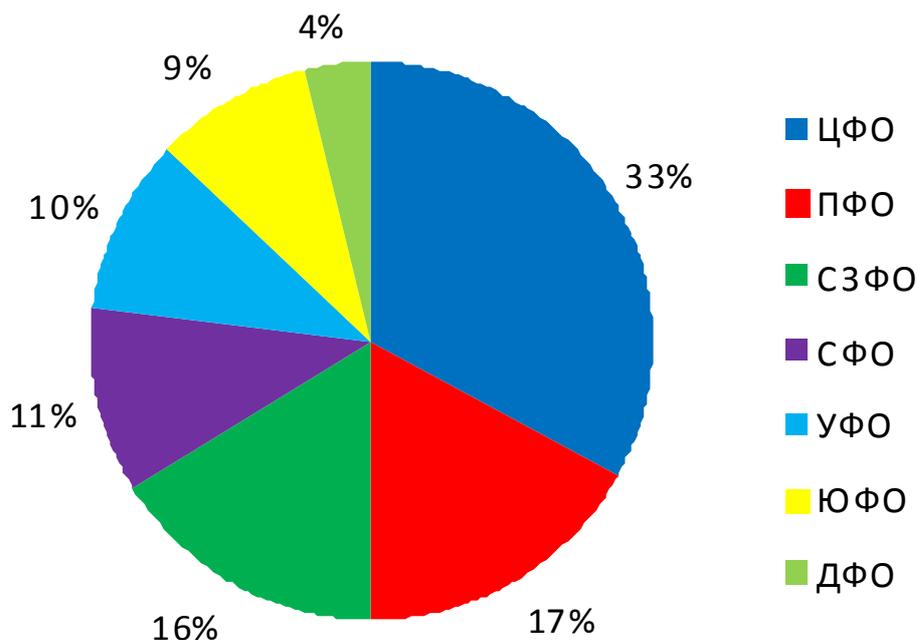


Рисунок 1 – Распределение рынка услуг предприятий АС в Российской Федерации по федеральным округам

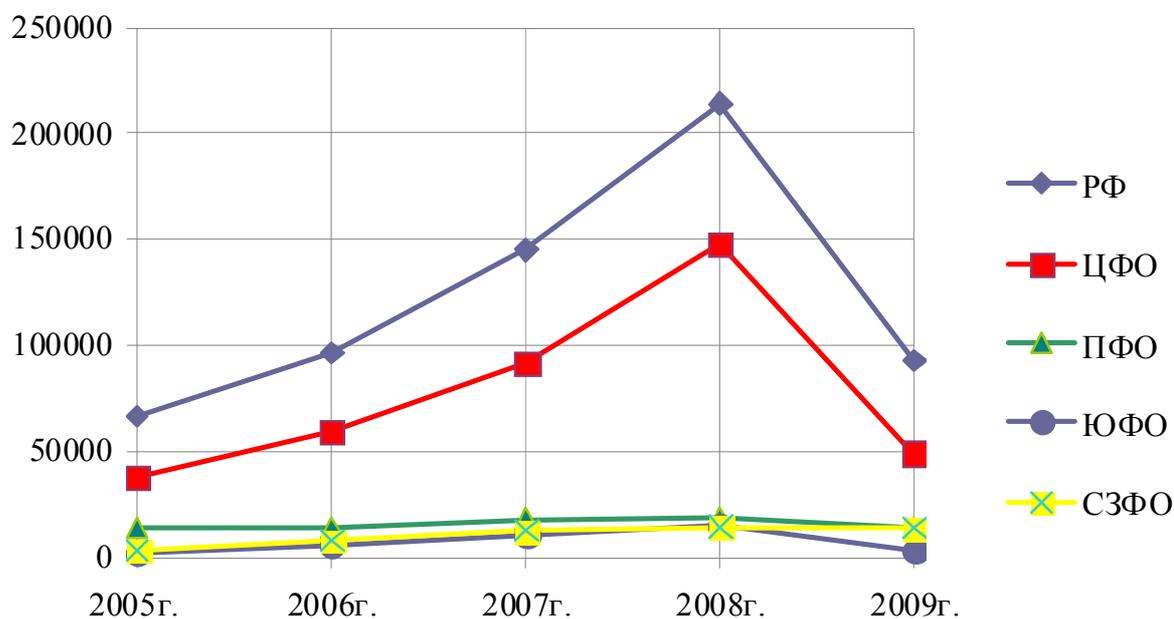


Рисунок 2 – Динамика рынка услуг предприятий АС в Российской Федерации по федеральным округам, млрд. руб.

В настоящее время наблюдается рост объемов рынка АС услуг и постепенный выход на докризисный уровень. В ближайшие годы по прогнозам специалистов рост продолжится.

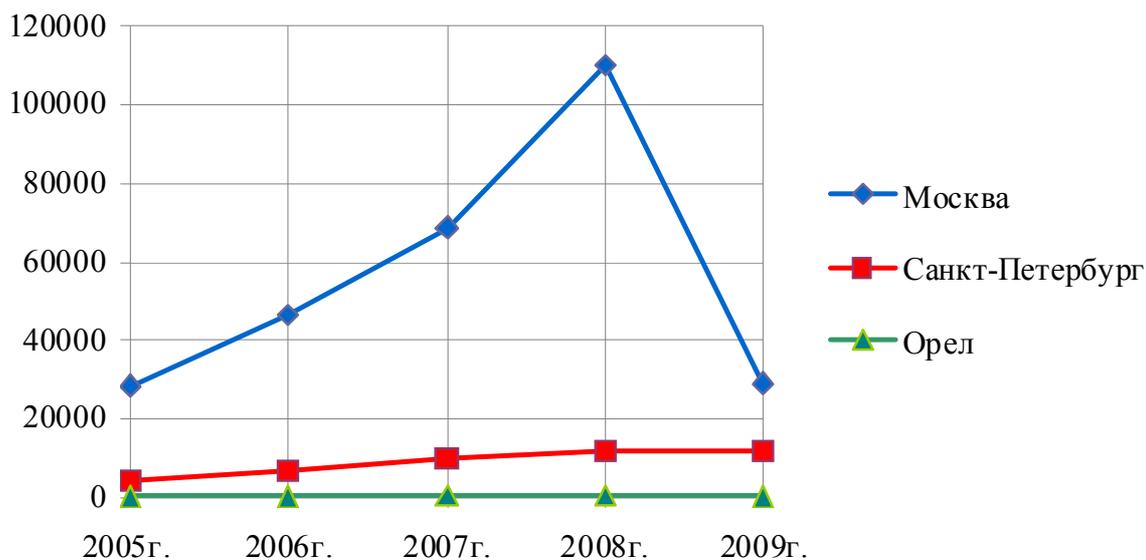


Рисунок 3 – Динамика рынка услуг предприятий АС в некоторых городах Российской Федерации, млрд. руб.

Объективные условия развития рынка автосервисных услуг в Российской Федерации привели к его разделению на три основных сегмента (рисунок 4):

- первый – это дилерская сеть, которая занимает 20% рынка и характеризуется относительно высоким качеством обслуживания и высокой ценой;
- второй, занимающий 65% доли рынка – это независимые автосервисные предприятия (одиночные и сетевые);
- третий, занимающий 15% рынка – индивидуальные мастерские, которые составляют инфраструктуру технического сервиса, обеспечивающую обслуживание автомобилей послегарантийного периода эксплуатации.

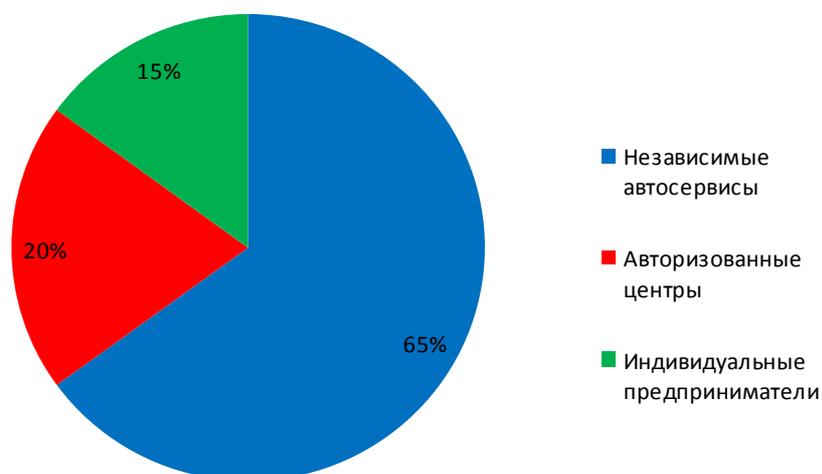


Рисунок 4 – Структура рынка услуг автомобильного сервиса в Российской Федерации, %

Общее количество дилерских центров на российском рынке составляет 3,5 тыс., в то время как количество независимых автосервисов оценивается на уровне 11 тыс. Из них порядка 8-10 тыс. приходится на одиночные автосервисы и только 1-2 тыс. центров представлены как независимые сети автосервисов. Большую часть рынка независимых автосервисов занимают предприятия сети «Bosch Auto Service». К концу 2009 г. этих предприятий в России насчитывалось – 341 центр.

В сложившейся ситуации вероятно увеличение конкуренции в данном сегменте рынка между независимыми предприятиями АС. Данные исследования [2] показывают, что малые и средние компании конкурируют обычно по следующим семи позициям: цена; качество; обратная связь с потребителем; новые продукты и услуги; доставка; разнообразие продукции; забота о клиентах и сервис.

Конкурентные преимущества определяются разными характеристиками продукта, среди которых для услуг базовым и решающим является характеристика персонала. Критерии конкурентоспособности для услуг можно объединить в 4 блока: функциональные характеристики; цена и доступность услуги; имидж предприятия сервиса [3]. Целесообразно сформировать шесть групп факторов конкурентоспособности услуг: временные; экономические; доступность и ассортимент услуг; надежность услуги; эффективность контактов с персоналом; репутация (имидж) предприятия сервиса (таблица 1).

Таблица 1 - Общая классификация факторов конкурентоспособности услуг

Группы факторов	Основное значение факторов для потребителя
Временные	Потери времени, планирование своей деятельности
Экономические	Расходы, удобство платежа
Доступность и ассортимент услуг	Возможность и удобство получения услуги
Надежность услуги	Уверенность в получении ожидаемых и обещанных услуг
Эффективность контактов с персоналом	Удовлетворение вкуса и симпатий в результате общения, уверенность в персонале, восприятие психологического климата в фирме
Репутация (имидж) сервисной организации	Удовлетворенность и уверенность в фирме и персонале, убежденность в правильности выбора

Одним из факторов определения конкурентоспособности предприятий автомобильного сервиса является качество оказываемых ими услуг. Несмотря на то, что понятие качества

сервиса и его основные детерминанты отличаются нечеткостью и неопределенностью, важность этого понятия для предприятия и его клиентов очевидна. В связи с этим среди экономистов и специалистов по менеджменту сервиса главенствует утверждение о том, что качество услуг является определяющим фактором их конкурентоспособности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Маркетинговое исследование «Российский рынок автосервисных услуг». Консалтинговая компания «Амико», 2010.
- 2.Cassel C., Nadin S., Gray M.O. The use and effectiveness of benchmarking in SMEs // Benchmarking: An International Journal, 2001. - Vol. 8, No. 3. - p. 212-222.
- 3.Головин, С.Ф. Факторы конкурентоспособности машин и услуг / С.Ф. Головин.– М.: Изд-во МАДИ(ГТУ), 2002. – 23 с.

Жуков Вячеслав Васильевич

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (4862) 732994
E-mail: zhukov-sl@mail.ru

Мавлюбердинова Анна Викторовна

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
Доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (4862) 732994
E-mail: anvic@oreloblato.ru

А.Н. НОВИКОВ, Г.В. БУКАЛОВА

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

Авторами обобщается опыт организации курсового проектирования в условиях технологии модульно-рейтингового обучения; раскрывается совокупность научно-педагогических идей нормирования результата профессионального образования технического профиля посредством совокупности компетенций выпускника вуза.

Ключевые слова: курсовое проектирование, образовательно-педагогические нормы, результат образования, компетенции, технология модульно-рейтингового обучения.

The authors have summarized the experience in organizing a course design in terms of technology module-rating training, revealed a set of scientific and pedagogical ideas of normal formation result of vocational education through a technical profile with a totality-competence of the graduate school.

Key words: Foreign exchange design, education and teaching standards, the results tat education, competence, technology module-rating training.

Образовательно-педагогические нормы в условиях компетентностно-ориентированного образовательного процесса выступают в качестве детерминированных моделей, в соответствии с которыми должны формироваться компетенции выпускника вуза. Новая образовательная парадигма обуславливает новый тип профессионального образования и новый тип нормирования содержания его результатов. Переход к современной компетентностной ориентации профессионального образования технического профиля влечет за собой реальные изменения в выражении его результативно-целевых основ [1].

В соответствии с этим актуальным представляется выделение основных аспектов образовательно-педагогических норм наиболее существенных для инженерной подготовки. Один из этих аспектов выражается фиксированными разновидностями указанных норм, которые в своей совокупности призваны оказывать регулирующее воздействие на содержание результата образовательной деятельности. Второй аспект отражает содержание образовательно-педагогических норм в отношении их соответствия объективным социально-экономическим задачам нормативного регулирования качественных характеристик трудовых ресурсов соответствующей сферы производства. Третий аспект рассмотрения связан с задачами педагогической практики, решение которых необходимо для реализации установленных норм результата образования.

Выполнение курсового проектирования в условиях компетентностно-ориентированного образовательного процесса с использованием модульно-рейтинговой технологии обучения имеет определённые особенности. Курсовое проектирование является заключительным этапом освоения студентами определенных компетенций, соответствующих содержанию данной учебной дисциплины. Как правило, курсовое проектирование в области дисциплин

технического профиля направлено на систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний студентов, развитие общетехнических компетенций, связанных с выполнением технических расчётов, графических работ, а также – профессионально-специализированных компетенций, выражаемых в способности решать конкретные технологические и конструкторские проблемы. Кроме этого в ходе курсового проектирования студенты должны продемонстрировать сформированность компетенций, связанных с умением анализировать возможные варианты инженерных решений в аспекте их технической и экономической целесообразности.

На основании многолетнего опыта автора в преподавании дисциплин технического профиля с использованием технологии модульно-рейтингового обучения целесообразным представляется следующий вид организации курсового проектирования. В период, предшествующий курсовому проектированию, необходимо составление плана-графика выполнения курсового проекта с указанием максимального рейтинга выполнения отдельных элементов курсового проектирования. Основу этого плана-графика составляют периоды, отводимые для ознакомления с литературой, даты контрольных просмотров выполнения элементов курсового проекта, периоды выполнения его графической части. Выделяется также период представления курсового проекта для проверки преподавателем и указывается возможный период его защиты. В состав каждого модуля изучения дисциплины в качестве отдельных учебных элементов вводится выполнение частей курсового проекта в соответствии с указанным выше планом-графиком. Целесообразно следующее распределение суммарного рейтинга курсового проекта. Баллы рейтинга начисляются за своевременное представление на просмотр элементов курсового проекта в соответствии с планом-графиком, а также в зависимости от полноты их выполнения. Своевременная сдача курсовой работы на проверку оценивается 2-мя баллами. Таким образом, рейтинг каждого модуля учебной дисциплины оказывается связанным с полнотой и своевременностью выполнения студентом определенной части курсового проекта. В период проверки полностью выполненного курсового проекта соответствующим количеством баллов оценивается целесообразность и обоснованность, правильность представленных студентом технических и технологических решений. При этом также оценивается правильность и качество выполнения графической части курсового проекта. Завершающим этапом курсового проектирования является открытая его защита, которая также оценивается определенным количеством баллов рейтинга. Нормативные требования предусматривают проведение защиты курсового проекта в присутствии комиссии: двух-трёх преподавателей в соответствии с распоряжением заведующего кафедрой. Опыт показывает целесообразность организации открытой защиты, т.е. в присутствии студентов, изъявляющих

для этого желание (обычно это студенты из одной группы или с одного потока с защищающимися, приглашаются также студенты с младших курсов). Открытая защита курсового проекта организуется по принципу "круглого стола". Участники располагаются лицом друг к другу, преподаватели также располагаются в этом круге. При этом создаётся менее формальная обстановка, способствующая интеллектуальному раскрепощению студентов, обеспечивающая возможность для включения любого из присутствующих студентов в обсуждение рассматриваемого проекта. Защита курсового проекта каждым студентом начинается с его доклада, где он представляется задание, содержание и результаты курсового проектирования. Затем защищающемуся студенту предлагается сесть и начинается обсуждение его работы. В обсуждении имеют возможность принять участие и преподаватели, входящие в состав комиссии, и присутствующие студенты. Таким образом, каждый участник открытой защиты имеет "право" на интеллектуальную активность. Об этом перед началом процедуры защиты предупреждаются присутствующие студенты.

Подобная форма защиты курсового проекта воссоздаёт особенности профессионального общения соответствующего профиля, когда между специалистами устанавливаются коммуникативные связи по поводу анализа оптимальности инженерных решений. В результате, выстраивается структура коллективного профессионального взаимодействия в виде общения преподавателей и студентов, а так же студентов между собой. При этом предметом общения становится проблемно представленное содержание защищаемых результатов курсового проектирования. Особая роль, в данном представлении технических решений, безусловно, принадлежит преподавателю, организующему подготовительную работу по выделению основных проблем в заданиях курсовых проектов, которые будут рассматриваться в ходе защиты. Другими словами, необходимо осуществить дидактическую обработку содержания заданий курсовых проектов, чтобы реализовать дидактический принцип проблемности. Для этого необходимо таким образом представить результаты курсового проектирования, чтобы они могли быть использованы в качестве основы для организации дискуссии, обсуждения оптимальности разработанных технических решений. Следует отметить, что в ходе данной дискуссии с высокой степенью объективности выявляется уровень сформированности общенаучных и профессионально-специализированных компетенций студента. Необходимо учитывать, что защита курсового проекта является именно контрольной процедурой, в определенной степени, определяющей уровень профессиональной компетентности будущего работника соответствующей сферы производства.

Эффективность защиты курсового проекта как элемента определенного модуля учебной дисциплины во многом зависит от умения преподавателя её организовать, реализуя принцип

проблемности, а также - уделив внимание специальной подготовке студентов к участию в дискуссии. Компетентностная ориентация образовательного процесса, в нормативной форме предусматривающая формирование у студентов коммуникативных компетенций [2]. В силу этого, как необходимое, требуется создание таких условий образовательной среды, которые обеспечили бы для студентов широкую возможность получения опыта диалогического профессионального общения – опыта дискуссии с преподавателем, с сокурсниками как с коллегами. Опыт показывает, что представление преподавателем в проблемном аспекте содержания рассматриваемого проекта "втягивает" студентов, присутствующих на защите курсовых проектов, в заинтересованное обсуждение технических решений. Присутствующие студенты начинают со вниманием следить за ходом дискуссии защищающегося студента и преподавателей, задают вопросы, высказывают критические замечания по предмету обсуждения, активно включаясь в общение на любом этапе дискуссии. Необходимость формирования у студентов совокупности различных компетенций требует рассмотрения в ходе защиты курсовых проектов их содержания с различных позиций: в отношении экономической и экологической целесообразности, практической реализуемости и т.д. Многоаспектное рассмотрение курсовых проектов заставляет присутствующих студентов сравнивать различные варианты предлагаемых технических решений, присоединяться к той или иной точке зрения, формировать свою особую позицию в этом отношении. Опыт показывает, что такая форма проведения защиты курсовых проектов неизменно вызывает интеллектуальный и эмоциональный отклик студентов, их уровень активности бывает, сопоставим с активностью преподавателей, входящих в состав комиссии. Известно, что высокая степень интеллектуальной и поведенческой активности обучающихся является характерным признаком действительного формирования их профессиональной компетентности [3]. Однако следует отметить, что основу этой активности, составляет опыт, полученный студентами в ходе предыдущих занятий: проблемных лекций, лабораторных работ, организуемых в соответствии с основными принципами компетентностного подхода. При этом предшествующий опыт обучающихся поддерживает их уверенность, в том, что несогласие с позицией преподавателя не вызовет неприязни и, что важно, не повлечёт за собой снижения баллов рейтинга. Защита курсового проекта является заключительным этапом модульной программы изучения дисциплины. К этому периоду компетентностно-ориентированного учебного процесса для студентов становятся привычными условия интеллектуальной раскрепощенности, снижения барьеров общения с преподавателем в области обсуждения профессиональных проблем, т.е. привычными становятся условия, обеспечиваемые педагогикой сотрудничества.

Защита курсовых проектов представленным образом является отражением контекста профессиональной деятельности в учебном процессе, способствует формированию профессиональных компетенций в результате систематизации, концентрации и выделения наиболее значимых элементов содержания обучения, предоставляет возможность студентам продемонстрировать свой способ профессионального мышления. Подобная организация защиты курсового проекта вводит каждого студента во взаимодействие и общение с преподавателями и студентами, а ведь это является моделью взаимодействия членов профессионального сообщества. Профессиональная деятельность, моделируемая в учебных условиях, предполагает определённый контекст социальных отношений. Студент, находящийся в диалогической позиции по отношению к другим студентам и преподавателям, в одном потоке своей активности и демонстрирует, и усваивает нормы компетентных профессиональных действий, нормы профессиональных отношений, что и обеспечивает действительное формирование компетенций социального взаимодействия.

Оценивание открытой защиты курсовых проектов в баллах рейтинга создаёт повышенный эмоциональный фон процедуры защиты, заставляет студентов максимально ответственно относиться к подготовке доклада и формулированию ответов на вопросы, задаваемые в ходе защиты проекта. Следует отметить, что именно эти условия необходимы для формирования у обучающихся группы ценностно-смысловых компетенций и компетенций самоуправления. По окончании защиты курсовых проектов проводится совещание преподавателей, входящих в состав комиссии. Они принимают решение об оценке открытой защиты каждого защищавшегося студента в соответствующих баллах рейтинга. В начальный период курсового проектирования ведущим преподавателем должен быть определен максимально возможный суммарный рейтинг выполнения курсового проекта. Эти данные должны быть своевременно доведены до сведения студентов. Следует учесть, что только наличие этих сведений уже создает необходимые условия для формирования таких компетенций, как готовность к достижениям, стремление к личной эффективности. После того, как определен рейтинг защиты курсового проекта, рассчитывается общий рейтинг курсового проектирования путем сложения суммарного рейтинга, оценивающего выполнение курсового проекта и рейтинга его защиты. Этот расчёт достаточно прост и он выполняется ведущим преподавателем сразу же по окончании совещания комиссии, оценивавшей защиту курсовых проектов. После этого по заранее заготовленной шкале согласования, преподаватель переводит для каждого студента общий рейтинг курсового проектирования в оценку по 4-х бальной системе.

Особенностью курсового проектирования в условиях модульно-рейтинговой

технологии обучения является создание ситуации необходимости динамичной самостоятельной работы студентов, в силу того, что рейтинг выполнения каждого этапа курсового проектирования входит составляющей в суммарный рейтинг каждого модуля учебной дисциплины. Опыт организации курсового проектирования в условиях модульно-рейтинговой технологии обучения показывает, что 75...80% от общего количества студентов, выполнявших курсовое проектирование завершают выполнение курсовых проектов в соответствии с планом-графиком (за месяц до окончания семестра) [4]. При этом результаты анкетирования показывают, что студенты не испытывают дефицита бюджета времени. На вопрос: "Достаточен ли период времени, отводимый в модульной программе на выполнение курсового проекта?" 86% опрошенных студентов ответили положительно, 14% студентов затруднились ответить, отрицательных ответов не было отмечено. При проведении анкетирования студентам предъявлялась просьба указать свое особое мнение, если они сочтут это необходимым. Характерным высказыванием на данный вопрос было следующее: "Если бы, не модули, я никогда не сделал бы курсовой проект за этот срок".

Технология модульно-рейтингового обучения создает определенные возможности индивидуализации процесса обучения в соответствии со способностями и интересами обучающихся. Наряду с заданиями на курсовое проектирование обычного уровня сложности для студентов, выбравших более высокую «траекторию» обучения, возможно предложение заданий повышенной сложности (соответственно и более высокого рейтинга).

Компетентностно-ориентированный образовательный процесс способствует переходу одного от одного типа деятельности студентов – познавательного, в другой – профессиональный. При этом происходит соответствующая смена мотивов, целей, результатов обучения – формирование профессиональной компетентности будущего работника в соответствии с установленными стандартными образовательно-педагогическими нормами. В качестве вывода следует отметить, что практика автора по использованию технологии модульно-рейтингового обучения в преподавании дисциплин технического профиля позволяет утверждать, что необходимое условие для достижения качества профессионального образования – адекватность форм учебной деятельности студентов формам профессиональной деятельности инженера. Данное условие может быть реализовано за счет применения не отдельно взятых форм организации учебно-познавательной деятельности студентов, а в результате использования всей совокупности этих форм: по своим видам - традиционных, но обогащенных особенностями компетентностного подхода. Особо следует подчеркнуть возможность использования традиционных форм обучения в условиях компетентностно-ориентированного образовательного процесса профессиональной подготовки технического

профиля. Традиционные формы обучения при этом вовсе не утрачивают своей педагогической ценности. Особенность их применения состоит в обеспечении постепенной трансформации чисто учебной деятельности студентов в другие формы деятельности, все более приближающиеся к реальным формам профессиональной деятельности. В результате этого создается естественный переход от учения к производственному труду. Интеграция же традиционной и модернизированной форм обучения в единое целое в содержательно-педагогическом выражении означает появление обучения нового типа, обеспечивающего с высокой степенью вероятности, достижение обучаемыми уровня профессиональной компетентности, определенного образовательно-педагогическими нормами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеер, Э.Ф. Реализация компетентного подхода в профессиональном образовании [Текст] / Э.Ф.Зеер, Д.П.Заводчиков, Е.Г.Лопес. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2007.
2. Бермус, А.Г. Проблемы и перспективы реализации компетентного подхода в образовании [Электронный ресурс] / А.Г.Бермус. - Режим доступа: www.rspu.edu.ru/journals/lexicography/conference/%20N.htm.
3. Тебекин, А.В. Управление персоналом [Текст] / А.В.Тебекин. – М.: КНОРУС, 2009.
4. Букалова, Г.В. Компетентный подход к обеспечению качества подготовки специалиста: монография / Г.В.Букалова. - Орел: ОрелГТУ, 2009.

Новиков Александр Николаевич

Орловский государственный технический университет
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (4862) 734350
E-mail: srmostu@mail.ru

Букалова Галина Васильевна

Орловский государственный технический университет
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (4862) 734350
E-mail: astra10151@mail.ru

Т.В.САМОЙЛОВА

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АКТИВИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Обсуждаются проблемы формирования правовой грамотности студентов технического вуза. На основе анализа понятий «правовая культура», «правовая компетентность» и «правовая грамотность» доказывается, что необходимым условием реализации технологии обучения правовой грамотности выпускников технического вуза является высокая эффективность участников процесса обучения – преподавателей и студентов. Причем активность студента в этом процессе является решающей.

Ключевые слова: правовая грамота, правовая культура, правовая компетенция.

In article problems of formation of legal literacy of students of technical college are discussed. On the basis of the analysis of concepts "the legal culture", "legal competence", and "legal literacy", is proved that necessary condition of realization of technology of training of legal literacy of graduates of technical college is high efficiency of participants of process of training - teachers and students. And activity of the student in this process is solving.

Key words: legal literacy, legal culture, legal competence.

В современных условиях реформирования системы высшего образования Российской Федерации доминирующим фактором, определяющим политику вуза, является присоединение к Болонской конвенции, намечающаяся коммерциализация высшего образования, ожидаемое снижение числа абитуриентов в ближайшие годы.

Реформы, проводимые в России, имеют курс на построение правового государства. В этом случае основным рычагом взаимоотношений между гражданами и государственными структурами является закон. Поток нормотворчества в последние годы как на федеральном, так и на региональном уровне широкомасштабен. Специалистам в различных областях профессиональной деятельности знание законов становится жизненно-необходимым. Проблема реализации своих прав и обязанностей зависит от знания и умения ориентироваться в законодательной базе. Правовая грамотность специалиста становится важным инструментом для реализации своих прав и интересов предприятия.

Необходимость безусловного исполнения и соблюдения законодательства во всех уровнях производства приблизила закон к работникам всех категорий, особенно это коснулось выпускников технических вузов.

На современном этапе развития общества изменились требования к выпускникам высших учебных заведений. Если несколько десятилетий назад для характеристики квалифицированного специалиста было достаточно оценить его профессиональные знания, умения, навыки, то в настоящее время перечень требований расширился. Перед высшей технической школой ставятся задачи формирования таких качественных характеристик

будущих специалистов, как управленческая культура, информационная компетентность, конфликтологическая культура, правовая культура и т.п. Нетрудно увидеть, что эти характеристики определяют, при прочих равных условиях, прежде всего конкурентоспособность выпускника на рынке труда.

Работодатель предъявляет повышенные требования к качеству, структуре знаний и навыков молодых специалистов. Конкурсная система отбора специалистов, разработанная кадровыми службами ведущих компаний, включает многочисленные знания и навыки, необходимые претендентам для трудоустройства. Одним из критериев конкурентоспособности инженера являются знания и навыки в области юриспруденции.

В новых условиях функционирования нашего государства, основная задача, прежде всего, состоит в формировании у студентов учебных заведений правовой культуры, чтобы они, во-первых, были достойными гражданами своей страны, понимали свою роль, возможности и ответственность в обществе, знали свои права и обязанности; во-вторых, чтобы они получили необходимые для их профессиональной деятельности правовые знания и приобрели навыки, позволяющие им самостоятельно понимать действующие законы, юридические нормы, умело разбираться в них и применять в профессиональной деятельности.

Теоретический анализ понятий «правовая культура», «правовая компетентность», «правовая грамотность» показал, что эти характеристики отражают этапы формирования правового сознания специалиста. Важнейший из них - этап формирования правовой грамотности, обеспечивающий приобретение студентами базовых знаний по общим и специальным вопросам будущей трудовой деятельности, отраженных в законодательстве страны.

Целью настоящего исследования является анализ проблем формирования правовой грамотности студентов технического вуза. В настоящее время в литературе нет общепринятого термина правовой грамотности специалиста.

Конкретное содержание понятия «грамотность» исторически изменчиво, имеет тенденцию к расширению с ростом общественных требований к развитию индивида: от элементарных умений читать, писать, считать - к владению некоторым комплексом различных общественно необходимых знаний, навыков, умений, позволяющих человеку сознательно участвовать в социальных процессах.

Исследование понятия «правовая грамотность» позволило сформулировать его следующим образом: это совокупность профессионально ориентированных и граждански значимых знаний государственных законов, умений и определенных навыков

руководствоваться ими в конкретной области трудовой деятельности на основе гражданской позиции личности.

За более чем десятилетний срок значительно изменилась экономико-политическая ситуация и правовая среда в стране. За указанный период вступили в силу Гражданский, Налоговый, Трудовой, Земельный кодексы и др. Это явилось причиной многочисленных поправок, внесенных в текст кодексов (например, в Трудовой кодекс с момента его принятия с 2001 по 2008 год было внесено более 950 поправок), что приводит к сложностям при их правовом использовании и усложняет процесс изучения правовых документов.

Состояние российской экономики, российского общества последних пятнадцати лет породило в среде молодежи настроения, которые не способствуют стремлениям к глубоким знаниям, к посвящению себя деятельности, связанной с нелегким умственным трудом, тем более не обещающей быстрого материального удовлетворения. У нее нет достаточно сильной мотивации к получению качественного образования.

В сложившихся современных условиях наиболее рациональным путем формирования правовой грамотности у студентов технического вуза является мотивация обучения, которая существенно зависит от умения преподавателя привить и поддерживать устойчивый интерес студентов к изучению преподаваемой дисциплины. Способствуют положительной мотивации на учение методически продуманные и хорошо прочитанные лекции.

Лекция - это творческий процесс, в котором участвуют одновременно и лектор и студенты. Основная задача при слушании лекций - учиться мыслить, понимать идеи, излагаемые лектором.

Лекции наиболее полно усваиваются теми студентами, которые накануне лекции уделяют минут пятнадцать- двадцать повторению предыдущей лекции.

В образовательный процесс вошли и широко применяются разнообразные формы и методы активного обучения. Такие методы ориентированы на использование проблемного обучения, учебных дискуссий, деловых игр.

Исследователями установлено, что при лекционной подаче материала усваивается не более 70% информации, в то время как в ходе деловой игры - около 90%.

Существует несколько особенностей, отличающих деловые игры от традиционных методов обучения:

- максимальное приближение процесса обучения к реальной практической деятельности руководителей и специалистов;
- игровой метод обучения, при котором все участники выступают в тех или иных ролях и принимают управленческие решения, сообразуясь интересами своей роли;

- в деловых играх решение вырабатывается коллективно;
- определенный эмоциональный настрой игроков.

Регулярная самостоятельная работа студентов является необходимым условием качества подготовки современных специалистов, которая дает возможность заниматься творческой поисковой работой, организовывать самообразование в соответствии со своими интересами и способностями.

Необходимым условием реализации технологии обучения правовой грамотности выпускников технического вуза является высокая активность участников процесса обучения - преподавателей и студентов. Причем активность студента в этом процессе является решающей.

Осознанное активное учение, интерес к приобретению знаний и стремление самостоятельно их добыть формируют творческого специалиста, способного быстро адаптироваться в условия рыночной экономики, проявлять инициативу, решать поставленные задачи. Такой специалист всегда будет востребован на рынке труда.

Совокупность профессионально ориентированных и граждански значимых знаний государственных законов, умений и определенных навыков, умение руководствоваться ими в конкретной области трудовой деятельности, на основе гражданской позиции личности формирует правовую грамотность студентов, которая должно стать одной из педагогических целей профессиональной подготовки специалистов в техническом вузе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агарновская, Е.В. Правовая культура и обеспечение прав личности [Текст]/ Е.В. Агарновская. - М.: Наука, 1998. - 120 с.
2. Голубин, Д.В. Формирование информационной компетентности педагога в системе повышения квалификации [Текст] / Д.В. Голубин. – Калининград: ГОУ ВПО РГУ им. И.Канта, 2005. - 25 с.
3. Кларин, М.В. Инновации в мировой педагогике: обучение на основе исследования, игры и дискуссии. (Анализ зарубежного опыта) [Текст] / М.В. Кларин. - Рига: НПЦ «Эксперимент», 1995.
4. Фирсов, Г.А. Формирование правовой культуры в учреждениях профессионального образования [Текст]: автореф. дисс...докт. пед.наук. - М.: ЦТНО ИТиИП РАО. - 2006. – 44 с.

Самойлова Татьяна Валентиновна

Мценский филиал ГОУ ВПО Орловского государственного технического университета
Кандидат педагогических наук, зав.кафедрой «Автомобили и автомобильное хозяйство»
Тел.+7 (48646) 2 06 41

И.П. ЕМЕЛЬЯНОВ, В.С. ПАНИЩЕВ

СПЕЦИФИКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЙ СЕРВИСНО-СБЫТОВОЙ СЕТИ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье рассмотрена организационно-производственная структура предприятий сервисно-сбытовой сети автомобилей и выявлена ее специфика. Обоснована необходимость внедрения беспроводных средств связи в производственный процесс.

Ключевые слова: структура предприятия, мониторинг производственного процесса, беспроводная связь.

In article the organizational-industrial structure of the enterprises of a dealer network of cars is considered and her specificity is revealed. Necessity of introduction of wireless communication facilities for production is proved.

Keywords: enterprise structure, production monitoring, a wireless communication.

Организационно-производственная структура предприятий сервисно-сбытовой сети автомобилей в основном определяется масштабом и принятой формой организации продаж и ремонта. Несмотря на то, что функции предприятий сервисно-сбытовой сети одинаковые, их структура может значительно отличаться друг от друга. Обычно она состоит из следующих подразделений: отдел продаж (оформления), отдел снабжения, производственный отдел (технического обслуживания и ремонта), отдел кадров, бухгалтерия. На рисунке 1 представлена схема наиболее распространенной организационно-производственной структуры дилерского автомобильного предприятия. Рассмотрим основные функции каждого подразделения.

Отдел продаж непосредственно принимает новые автомобили и документы на них от производителя, организует выставку автомобилей и аксессуаров к ним, консультирует клиентов по вопросам покупки и эксплуатации, принимает заявки на покупку и формирует очередь из покупателей, планирует объемы продаж, ведет учет проданных и заказанных автомобилей, осуществляет продажу автомобилей и оформление соответствующих документов и т.д. Отдел продаж подчиняется заместителю директора по продажам и включает в себя работников следующих должностей: начальник отдела продаж, менеджер по продажам и диспетчер.

Отдел снабжения обеспечивает планирование, закупку, хранение и выдачу работникам предприятия необходимого количества запасных частей и расходных материалов. Отдел снабжения подчиняется заместителю директора по производству и включает в себя работников следующих должностей: менеджер по снабжению и кладовщик.

Производственный отдел осуществляет прием заказов на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) (в том числе по предварительной записи); консультирует клиентов по вопросам эксплуатации автомобилей; планирует объем работ по ТО и ТР; проводит диагностику, ТО и ТР автомобилей (в том числе гарантийный); испытывает отремонтированные автомобили; осуществляет расчет стоимости выполненных работ; оформляет необходимые документы и. т.д.

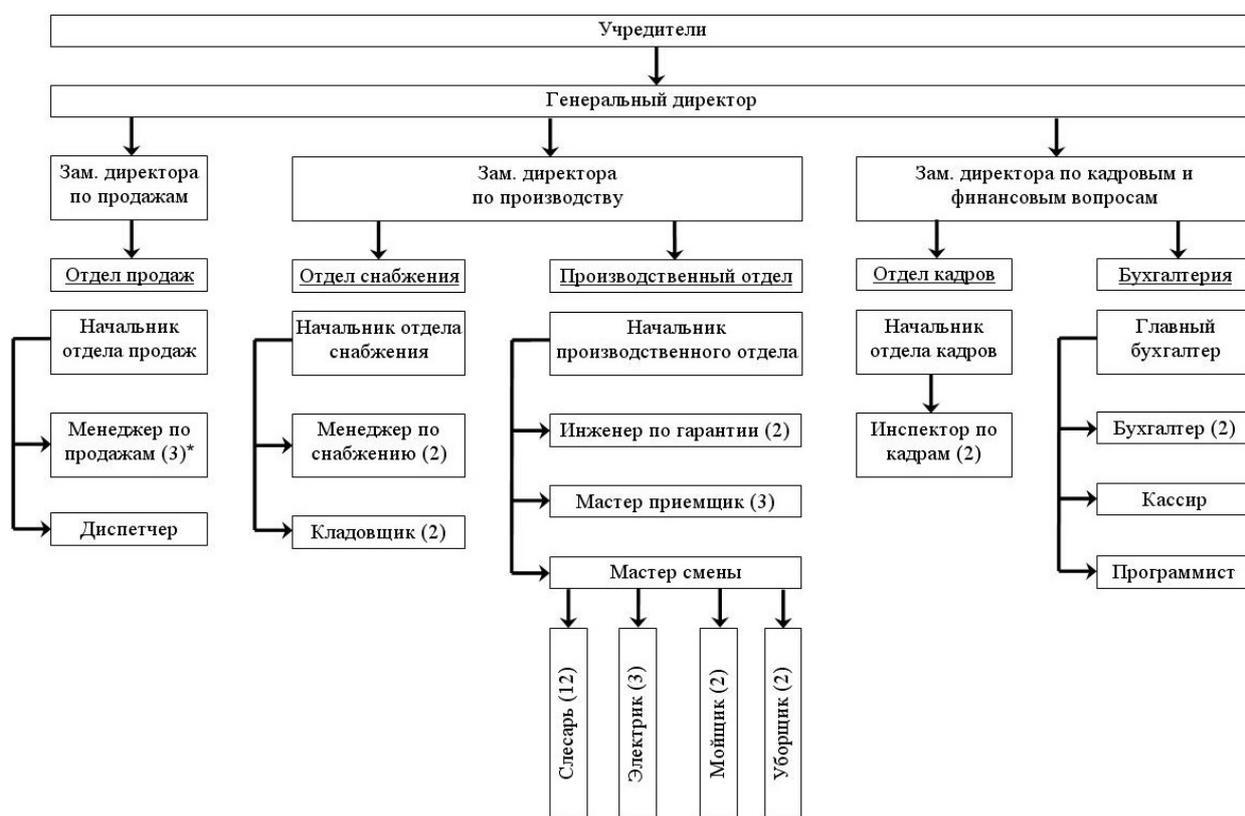


Рисунок 1 – Схема организационно-производственной структуры предприятий сервисно-сбытовой сети автомобилей

* - в скобках указано примерное количество работников данной должности (в случае если их два и более человек) для одной смены

Отдел кадров оформляет прием, перевод и увольнение работников в соответствии с трудовым законодательством РФ; хранит и заполняет трудовые книжки, ведет документацию по делопроизводству; организует контроль за состоянием трудовой дисциплины и правил внутреннего трудового распорядка и т.д.

Бухгалтерия организует бухгалтерский учет и отчетность на предприятии; ведет учет имущества, обязательств и хозяйственных операций; обеспечивает расчеты по заработной плате; начисляет и перечисляет налоги и сборы в соответствующие бюджеты и др.

При необходимости дилерское предприятие может пользоваться услугами сторонних организаций для выполнения каких-либо редко требующихся или сопутствующих видов работ.

Например, привлечение предприятий, специализирующихся на уборке помещений (клининговые службы), организаций по обслуживанию коммунального хозяйства и производственного оборудования, предприятий общественного питания и др [1].

Как видно из схемы, представленной на рисунке 1, производственный отдел является самым крупным отделом на предприятии, как по структуре, так и по численности сотрудников. Мастеру смены производственного отдела приходится управлять наибольшим количеством работников (примерно 19 чел.), выполняющих различные функции. Также он должен контролировать и координировать множество производственных процессов, от согласованности которых зависит объем и качество выполняемых работ, постоянно владеть реальной информацией о степени загрузки цеха и планируемом объеме работ в ближайшее время. Спецификой, которая создает сложности в работе мастера смены, является широкий спектр оказываемых предприятием услуг и наличие нестандартных ситуаций в ходе технологического процесса технического обслуживания или ремонта автомобиля. Например, обломанная шпилька или сорванная резьба в корпусе узла или агрегата автомобиля (незапланированные работы) может значительно увеличить время выполнения работ, что приведет к нарушению запланированного графика со всеми вытекающими последствиями.

Для эффективного мониторинга и координации всех этапов производственного цикла, а также для оперативного принятия решений в спорных или нестандартных ситуациях мастер смены должен иметь возможность непрерывно получать информацию от мастеров-приемщиков, инженеров по гарантии, сотрудников отдела снабжения и своих подчиненных о ходе технологического процесса, а также иметь доступ к базам данных о клиентах, запасных частях, видах и стоимости выполняемых работ и др. посредством компьютерной сети. Учитывая то, что мастер смены по роду своей деятельности не может находиться на одном месте, оборудованном стационарным персональным компьютером, он должен быть обеспечен беспроводным электронно-вычислительным средством с возможностью доступа к локальной компьютерной сети организации. Также для повышения мобильности и эффективности работы беспроводным средством связи должны быть обеспечены и мастера-приемщики.

Слесари, электрики и мойщики, в свою очередь, должны иметь средства связи с мастером смены для оперативного информирования его о состоянии дел на том или ином этапе выполняемой работы.

Такие средства связи могут быть стационарными (расположенными вблизи рабочих мест - постов) или мобильными (перемещающимися вместе с автомобилем) и должны предоставлять возможность сообщать мастеру о следующих ситуациях:

1) **автомобиль готов** для определения на другой пост или выдачи владельцу – все необходимые работы на данном этапе производственного процесса выполнены;

2) **требуется согласование** – выявлена необходимость выполнения незапланированных работ или возникла нештатная ситуация, требующие согласования.

После того как мастер получил сообщение «**автомобиль готов**», отправленное от кого-то из своих подчиненных, он может планировать (в зависимости от текущей загрузки цеха) какие работы и на каком посту будут выполняться в отношении данного автомобиля в дальнейшем. Одновременно он может планировать загрузку освободившегося поста, уменьшая тем самым время простоя. В случае если мастер получил сообщение «**требуется согласование**» с какого-либо поста он выясняет причины возникновения, сроки выполнения и наличие необходимых средств выполнения незапланированных работ; принимает решение в отношении возникших обстоятельств и вносит коррективы в план загрузки цеха с учетом увеличения времени занятости данного поста.

Рассмотренной организационно-производственной структуре предприятий сервисно-сбытовой сети автомобилей присуща такая особенность как неоднородная загрузка сотрудников производственного отдела. Мастеру смены приходится выполнять большой объем работ (по сравнению с другими сотрудниками отдела) с которым он физически может не справиться, что приведет к нарушению производственного процесса. Обеспечение мастера смены беспроводным средством связи с локальной компьютерной сетью предприятия позволит значительно повысить эффективность его работы и обеспечить стабильность производственного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туровец, О.Г., Бухалков М.И. Организация производства и управление предприятием: Учебник / О.Г. Туровец, М.И. Бухалков; под ред. О.Г. Туровца. – Изд. 2-е. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 544 с.

Емельянов Иван Павлович

Юго-Западный государственный университет, г. Курск
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Машиностроительные технологии и оборудование»
Тел. +7(4712) 52 38 01, 8 960 694 2799
E-mail: yuzgu@yandex.ru

Панищев Владимир Славиевич

Юго-Западный государственный университет, г. Курск
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Вычислительная техника»
Тел. +7(4712) 58 71 05
E-mail: gskunk@yandex.ru

*Научные работы защищенные в диссертационном совете ДМ 212.182.07
при Орловском государственном техническом университете*

**ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Тема: **«Улучшение эксплуатационных характеристик прицепных автотранспортных средств на основе эффективных научно-технических решений»**

Автор: **Сливинский Евгений Васильевич**

Дата защиты: 22 октября 2010 г.

Специальность: 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта.

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина» и ГОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет»

Научный консультант: Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор **Корчагин Виктор Алексеевич**

**ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Тема: **"Обоснование параметров оборудования для укрепления стенок скважин в водонасыщенных грунтах"**

Автор: **Бондаревский Алексей Владимирович.**

Дата защиты: 22 октября 2010 г.

Специальность: 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины .

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент **Мартюченко Игорь Гаврилович**

Тема: **"Повышение эффективности эксплуатации автомобилей на основе создания инновационного диагностического комплекса".**

Автор: **Павленко Евгений Александрович.**

Дата защиты: 21 октября 2010 г.

Специальность: 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта.

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет»

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор **Корчагин Виктор Алексеевич**

Тема: **"Повышение эффективности функционирования диагностических линий технического осмотра транспортных средств".**

Автор: **Кулев Максим Владимирович.**

Дата защиты: 21 октября 2010 г.

Специальность: 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта.

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Орловский государственный технический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор **Новиков Александр Николаевич**

Тема: **"Организация пассажирских автомобильных перевозок в курортном городе с учетом экологического фактора".**

Автор: **Бузников Виталий Юрьевич.**

Дата защиты: 21 октября 2010 г.

Специальность: 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта.

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет»

Научный руководитель: Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор

Корчагин Виктор Алексеевич

**Научные работы защищенные в диссертационном совете ДМ 212.182.07
при Орловском государственном техническом университете**

Кулев Максим Владимирович.

Тема: *«Повышение эффективности функционирования диагностических линий технического осмотра транспортных средств».*

Специальность: 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, (технические науки).

Бузников Виталий Юрьевич.

Тема: *«Организация пассажирских автомобильных перевозок в курортном городе с учетом экологического фактора».*

Специальность: 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, (технические науки).

Павленко Евгений Александрович.

Тема: *«Повышение эффективности эксплуатации автомобилей на основе создания инновационного диагностического комплекса».*

Специальность: 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта, (технические науки).

Бондаревский Алексей Владимирович.

Тема: *«Обоснование параметров оборудования для укрепления стенок скважин в водонасыщенных грунтах».*

Специальность: 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины (технические науки).

Адрес редакции:
Орловский государственный технический университет
302019, г.Орел, Наугорское шоссе, 29
(4862)43-48-90, 41-98-60
www.ostu.ru
E-mail: nmu@ostu.ru

Технический редактор, корректор,
компьютерная верстка И.В. Акимочкина
Перевод В.М. Хрошин

Сдано в набор 16.12.2010 г.
Подписано в печать 28.12.2010
Формат 70x108 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,5
Тираж 500 экз.
Заказ № _____