



Научно-технический
журнал

Орловского государственного
технического университета

Издается с 2003 года

Выходит четыре раза в год

№ 3/26(570)2009

июль-сентябрь

Мир транспорта и технологических машин

Известия ОрелГТУ

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

Содержание

Эксплуатация, ремонт, восстановление

<i>Аникин Н.В., Локорев Г.Д., Ремболович Г.К., Успенский И.А., Юхин И.А. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства</i>	3
<i>Бокарев А.В. Оценка эксплуатационных режимов работы дизеля КАМАЗ-ЕВРО.....</i>	7
<i>Локорев Г.Д., Успенский И.А., Николотов И.Н. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта.....</i>	10
<i>Корнеев В.М., Устинов М.Ю. Оценка технического состояния элементов системы питания дизеля и их влияние на технико-экономические показатели его работы.....</i>	15
<i>Кувшин И.Ю. Особенности разработки средств диагностики автомобилей на основе микроконтроллеров.....</i>	19
<i>Николотов И.Н., Прохоренков В.Д., Петрашев А.И. Защита автотранспорта от коррозии в Моршанском АТП</i>	23
<i>Никулин А.А., Колмыков В.И., Тутов Н.Д. Низкотемпературное цинкование автомобильных деталей, восстановленных электролитическим железнением.....</i>	27
<i>Пак А.Л. Методы совершенствования конструкций шин автотранспортных средств.....</i>	31
<i>Полуян В.А., Иванков Г.В. Определение температуры прогрева при восстановлении тонкостенных деталей подшипников скольжения, изготовленных из медных сплавов.....</i>	35
<i>Пучин Е.А., Исайкин А.С. Технология очистки сетчатых дисков масляного фильтра двигателя 6 DV.....</i>	41
<i>Северный А.Э., Щеголов Е.В., Павищевцев В.П., Юсипов И.С., Икрянников А.Е., Дзартарнек Р.Г. Повышение защитной способности консервационных составов.....</i>	44
<i>Северюков И.Т., Гайдар С.М. Защита крепежных узлов автотранспортной техники резьбовой смазкой на основе однокомпонентного маслярастворимого ингибитора коррозии.....</i>	48
<i>Серебровский В.И., Колмыков Д.В., Колмыков В.И. К вопросу о прочности железных гальванических покрытий, применяемых для восстановления деталей автомобилей.....</i>	51
<i>Сергеев А.А., Филатов С.К. Алгоритмическая модель прогнозирования потерь при транспортировке</i>	55

Технологические машины

<i>Данилина О.Н. Проектирование защитного каркаса для обеспечения безопасности тракториста при опрокидывании трактора.....</i>	58
<i>Корнеев Е.Н., Корнеев Ю.С., Гордон В.А. Метод интегрирования по шагам для решения уравнений динамики.....</i>	65
<i>Паничкин А.В. Рациональная компоновка ходового оборудования гусеничных СДМ.....</i>	70

Вопросы экологии

<i>Бодров А.С., Ломакин Д.О. Современные проблемы утилизации автотранспортных средств.....</i>	73
<i>Ешуткин Д.Н., Кулев М.В. Анализ проблемы экологической и дорожной безопасности автотранспортных средств в России.....</i>	79
<i>Латин А.П., Новиков А.Н., Шопов Д.Н., Садыков Р.Р. Применение интегрального показателя качества при оценке биотехнических систем по критерию безопасности.....</i>	83
<i>Недолужко В.В. Проблемы охраны труда и окружающей среды при ремонтном окрашивании автомобилей.....</i>	90

Образование и кадры

<i>Брезгин Ю.И. Культурологическая база диверсификации подготовки инженера.....</i>	95
<i>Букалова Г.В., Новиков А.Н. Профессиональная компетентность как дидактическая категория образовательного процесса.....</i>	104
<i>Родионов Ю.В., Шнякин А.С. Определение риска водителей автомобилей.....</i>	110

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.
Члены редакционного совета

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.

Редколлегия:

Агуреев И.Е. д-р техн. наук, проф.

Бондаренко Е.В. д-р техн. наук, проф.

Дидманидзе О.Н. д-р техн. наук, проф.

Корчагин В.А. д-р техн. наук, проф.

Латин 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:

Недолужко В.В.

Адрес редколлегии:

302030, г. Орел, ул. Московская, 77

(4862) 73-43-50

www.ostu.ru

E-mail: Sirm@ostu.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, 2009



The scholarly journal
of the Orel State
Technical University

The journal is published since 2003
The journal is published 4 times a year

№ 3/26(570)2009

July – September

World of transport and technological machinery

The founder – The State Higher Education Professional Institution
Orel State Technical University

Editorial Council:

V.A. Golenkov *Doc.Sc.Tech., Prof. Chairman*

S.Y. Radchenko *Doc.Sc.Tech., Prof. Vice-Chairman*

M.I. Borzenkov *Can. Sc. Tech., Prof.*

Members of the Editorial Council

V.I. Kolchunov *Doc.Sc. Tech., Prof.*

I.S. Konstantinov *Doc.Sc.Tech., Prof.*

A.N. Novikov *Doc.Sc. Tech., Prof.*

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

Y.S. Stepanov *Doc.Sc.Tech., Prof.*

Editor-in-Chief

Novikov A.N. *Doc.Sc.Tech., Prof*

Editorial Board:

I.E. Agureyev *Doc.Sc.Tech., Prof.*

E.V. Bondarenko *Doc.Sc.Tech.*

O.N. Didmanidze *Doc.Sc.Tech.*

V.A. Korchagin *Doc.Sc.Tech.*

A.P. Lapin *Doc.Sc.Tech., Prof.*

E.A. Puchin *Doc.Sc.Tech., Prof.*

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

Y.V. Rodionov *Doc.Sc.Tech., Prof.*

S.P. Sazonov *Can.Sc.Tech., Prof.*

L.S. Ushakov *Doc.Sc.Tech., Prof.*

Responsible for edition:

Nedoluzhko V.V.

Address:

302030, Orel, Moskovskaya, 77

(4862) 73-43-50

www.ostu.ru

E-mail: Sirm@ostu.ru

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

The certificate of registration:

ПИ № ФС77-35717

from 24.03.2009

Index on the catalogue of the «**Pressa
Rossii**» 16376

© OSTU, 2009

Contents

Operation, Repair, Restoration

<i>N.V. Anikin, G.D. Kokorev, G.K. Rembalovich, I.A. Uspensky, I.A. Yukhin</i> Agricultural products delivery improving by means of vehicle suspension upgrading.....	3
<i>A.V. Bokaryov, G.D. Kokorev, I.A. Uspensky, I.N. Nikolotov</i> Operation conditions assessment of a diesel engine KAMAZ-EURO....	7
<i>G.D. Kokorev, I.A. Uspensky, I.N. Nikolotov</i> Strategies in motor transport technical servicing.....	10
<i>V.M. Korneyev, M.Yu. Ustinov</i> Technical state assessment of feed system elements in diesel engines and their effect on performance characteristics of their operation.....	15
<i>I.Yu. Kuverin</i> Peculiarities in development of motor transport diagnostics means based on microcontrollers.....	19
<i>I.N. Nikolotov, V.D. Prokhorenkov, A.I. Petrashev</i> Rust protection of motor transport in Morshansky Motor Transport Company.....	23
<i>A.A. Nikulin, V.I. Kolmykov, N.D. Tutov</i> Low-temperature cyanidation of motor parts restored by electrolytic dry topping.....	27
<i>A.L. Pak</i> Perfection techniques for motor-car tyre design.....	31
<i>V.A. Polyak, G.V. Ivankov</i> Warming-up temperature definition at recovery of slide bearing thin-walled parts made of copper alloys.....	35
<i>E.A. Puchin, A.S. Isaykin</i> Refinement technology of screen discs in oil strainers of engine 6DV.....	41
<i>A.E. Severny, E.V. Shcheglov, V.P. Pavshentsev, I.S. Yusipov, A.E. Ikryanikov</i> Protective capacity increase of preservative mixtures.....	44
<i>I.T. Sevryukov, S.M. Gaidar</i> Fastening units protection in motor transport by thread lubrication based on single oil-soluble corrosion inhibitor.....	48
<i>V.I. Serebrovsky, D.V. Kolmykov, V.I. Kolmykov</i> To the problem of strength of metal plating used for motor-car parts recovery.....	51
<i>A.A. Seryogin, S.K. Filatov</i> Algorithmic model for transport loss forecasting	55

Technological Machinery

<i>O.N. Danilina</i> Protective frame design for tractor driver safety at traktor turn-over...	58
<i>E.N. Korneyeva, Yu.S. Korneyev, V.A. Gordon</i> Step-type integration method for solution of dynamics equations.....	65
<i>A.V. Pantchkin</i> Rational assembling of running gears in caterpillar machinery for road building.....	70

Ecological Problems

<i>A.S. Bodrov, D.O. Lomakin</i> Present-day problems of motor transport disposal.....	73
<i>D.N. Yeshoutkin., M.V. Koulev</i> Ecological and traffic safety analysis of motor transport in Russia.....	79
<i>A.P. Lapin, A.N. Novikov, D.N. Shopov, R.R. Sadykov</i> Quality integral index use at assessment of bio-technical systems based on safety criterion.....	83
<i>V.V. Nedoluzhko</i> Problems of labour and environment protection at motor-car colouring.....	90

Education and Personnel

<i>Yu.I. Brezgin</i> Culturological basis for diversification of engineer education.....	95
<i>G.V. Boukalova, A.N. Novikov</i> Professional competence as didactic category in educational process.....	104
<i>Yu.V. Rodionov, A.S. Shnyakin</i> Definition of risk of motor car-drivers.....	110

УДК 631.356.4

Н.В. АНИКИН, Г.Д. КОКОРЕВ, Г.К. РЕМБАЛОВИЧ, И.А. УСПЕНСКИЙ, И.А. ЮХИН

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРЕВОЗКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ПОСРЕДСТВОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДВЕСКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Снижение уровня повреждений и повышение производительности перевозок – это одни из основных факторов, повышающих эффективность производства картофеля. В статье представлены результаты экспериментальных исследований уровня повреждений клубней при перевозке, проведенные преподавателями, аспирантами и студентами кафедры «Техническая эксплуатация транспорта» Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева.

Ключевые слова: уровень повреждений; картофель; транспортное средство; перевозка.

Damage decrease and transportation productivity increase are among basic factors increasing efficiency of potato production. In the paper there are presented results of experimental researches of tubers damage degree at transportation which were carried out by lecturers, post graduate students and students of the department “Technical maintenance of motor transport” of the Kostychev State Agro-technological University of Ryazan.

Key words: damage degree, potato, transport, transportation.

Картофель является одной из важнейших продовольственных и сырьевых культур. Его производство связано с большими энерго- и трудозатратами. Одной из главных операций технологического процесса уборки картофеля (на её долю приходится от 60 до 70% общих затрат на весь процесс возделывания данной культуры) является вывоз выращенного продукта с поля (на его долю приходится 10-12% общих затрат на весь процесс возделывания данной культуры). В настоящее время для этого, наиболее часто, применяются грузовые автомобили, тракторные прицепы и полуприцепы общего назначения. На внутрихозяйственных перевозках до 46% грузов перевозятся тракторными транспортными агрегатами, их движение происходит по дорогам, находящимся в неудовлетворительном состоянии, а зачастую при полном отсутствии твердых ровных покрытий. В результате возникают значительные вертикальные ускорения, величина которых достигает 3,5g (g – ускорение свободного падения), приводящие к нарушению сохранности груза.

Уровень повреждений является одним из важнейших факторов, определяющих себестоимость продукции, а соответственно эффективность сельскохозяйственного производства. Известно, что стоимость поврежденного картофеля на 30-50% меньше чем неповрежденного. Кроме того, наличие в закладываемом на хранение картофеле поврежденных клубней приводит к потерям товарного картофеля. По данным ряда исследователей при хранении они могут достигать 50-60% от общей массы клубней.

Вместе с тем, высокий уровень повреждений перевозимого продукта так же сдерживает повышение производительности транспортного процесса. Транспортные средства вынуждены двигаться по полю с низкой скоростью (менее 10 км/ч), что приводит к увеличению сроков проведения уборочных работ. В результате часть урожая может быть потеряна под воздействием неблагоприятных климатических условий. Поэтому снижение уровня повреждений и повышение производительности перевозок — это одни из основных факторов, повышающих эффективность производства картофеля, что является актуальной проблемой, имеющей важное народнохозяйственное значение.

На уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции влияют, в основном, две составляющие:

характеристика груза и транспортного средства (физико-механические свойства перевозимой продукции, способ ее затаривания и упаковки, тип кузова транспортного средства); показатели, характеризующие плавность хода транспортного средства (амплитуда, частота, скорость и ускорение колебаний грузовой платформы транспортного средства и груза).

Проблемой перевозки сельскохозяйственных грузов занимались А.З. Комаров и В.В. Повороженко [1, 2], В.И. Борновский [3] и другие ученые.

По данным, приведенным в работах Комарова А.З. и Повороженко В.В. [1, 2] установлено, что в 70% случаев причиной порчи сельскохозяйственных грузов являются механические повреждения. К важнейшим физико-механическим свойствам, определяющим их травмостойкость, относят их прочностные характеристики. Под травмостойкостью понимают способность плодов и овощей противостоять механическим повреждениям в результате различных воздействий, происходящих в процессе выполнения транспортного процесса [2]. Основной причиной механических повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции являются: действие статических и динамических нагрузок, возникающих в процессе доставки сельскохозяйственной продукции к местам постоянного либо временного хранения; давление, испытываемое нижними слоями груза от верхних и пр. Эти воздействия влияют не только на внешнюю целостность оболочки, вызывая трещины, нажимы и проколы, но и нарушают внутреннюю целостность плодов, клубней, проявляющуюся в виде размягчения тканей, раздавливания и т.д. У продукции с механическими повреждениями жизнедеятельные процессы протекают более активно, чем у здоровой. Кроме того, механические повреждения часто служат причиной возникновения вторичных заболеваний во время перевозки и хранения продукции. Следовательно, плоды и овощи, подготовленные к перевозке должны быть без механических повреждений и других дефектов.

Значительный вклад в определение основных физико-механических свойств овощей и фруктов при их перевозке в условиях сельского хозяйства внес В.С. Заводнов [4]. Им было установлено, что при действии вертикальных колебаний на насыпной груз наблюдается передача силового воздействия от слоя к слою. В результате верхние плоды или клубни, не передавая этого воздействия другим, расходуют его полностью на подскок, который заканчивается при последующем падении ударом о нижележащий слой. Таким образом, в неблагоприятных условиях находятся верхний и нижний слой, так как нижний воспринимает полностью силовой импульс и при падении соударяется не с плодами, а с доской, имеющей значительно большую жесткость. Такие неодинаковые условия силовых воздействий и приводят, при перевозках, к большему повреждению плодов, лежащих на периферии. Лабораторные исследования по повреждаемости различных слоев плодов «Ренета Симеренко» на частотах колебаний 2,5; 6,7; и 10 Гц, амплитудах 3,5 и 44 мм, при высоте загрузки в 300 и 500 мм были проведены Заводновым В.С. Анализ результатов этих исследований указывает на то, что наименьший уровень повреждений наблюдается у второго снизу слоя, а повреждаемость нижнего слоя, как правило, меньшая, чем верхнего.

Влияние амплитудно-частотных характеристик колебаний на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции представлено в работах А.Т. Бурякова [5]. Было установлено, что на уровень повреждения клубней картофеля при вибрациях с частотой от 2 герц и выше оказывает основное влияние скорость соударения клубней с вибрирующей поверхностью. В целом весь механизм влияния различных частот и амплитуд колебаний на сохранность перевозимой продукции изучен недостаточно.

Одним из факторов, в значительной мере влияющих на уровень повреждений перевозимой продукции, является плавность хода транспортного средства, определяющаяся, в основном, амплитудой и частотой колебаний. В наиболее распространенном при движении диапазоне частот от 1 до 8 герц для большинства легкоповреждаемых продуктов может быть использована следующая зависимость допустимой амплитуды колебаний от частоты [4]:

$$A_0 = \frac{P + \sqrt{P^2 + 2 \cdot \omega^2 \cdot H^2}}{\omega^2}, \quad (1)$$

где ω — частота колебаний, Гц;

P и H — эмпирические коэффициенты (приведены в таблице 1), см/с².

Таблица 1 – Коэффициенты, определяющие допустимую амплитуду колебаний транспортного средства [4]

Культура и состояние ее зрелости	Эмпирические коэффициенты	
	H , см/с ²	P , см/с ²
Яблоки	30...142	503...522
Помидоры красные	283...430	546...570
Помидоры зеленые	424...700	570...616
Картофель свежесобраный	562...700	593...616
Дыни и тыквы	562...838	593...638
Слива	562...1114	593...683
Огурцы	838...1114	638...683

Отсутствие во многих случаях сельскохозяйственных дорог с твердым и ровным покрытием и тенденция к повышению производительности транспортных средств приводит к недостаточной плавности хода и вызывает увеличение уровня повреждений перевозимой продукции. Низкая плавность хода транспортных средств связана с большим числом возмущающих воздействий, различающихся по своей природе, характеру действия и направлению. Силы эти обусловлены как внутренними, так и внешними причинами. Внутренними причинами являются неуравновешенность деталей и неравномерность их вращения, эти причины вызывают обычно высокочастотные колебания (вибрации). Внешними причинами являются неровная поверхность дороги, изменение скорости и направления движения транспортного средства и другие. По характеру действия внешние возмущающие силы делятся на единичные и постоянно действующие. Единичные возмущения возникают при повороте транспортных средств, трогании с места, при разгоне, а также вследствие случайных воздействий отдельных глубоких выбоин на дороге, порывов ветра, резких торможений. Непрерывно действующие возмущения, вызванные движением по дороге с неровной поверхностью, имеют, как правило, случайный характер, хотя иногда и действуют по закону, близкому к периодическому.

Для изменения амплитудно-частотной характеристики колебаний транспортного средства применяются различного типа подвески. Однако данный путь дает небольшое снижение повреждений перевозимой продукции. Наиболее целесообразно для этого применение транспортных средств с системой поддрессирования грузовой платформы [6, 7], что позволяет снизить скорости и ускорения ее колебаний, а соответственно груза.

С целью снижения уровня повреждений клубней, путем уменьшения скорости колебаний грузовой платформы транспортного средства нами был предложен упругий элемент подвески кузова транспортного средства, основными элементами которого являются две пружины, каждая из которых включается в работу при определенной степени использования грузоподъемности транспортного средства (патент на полезную модель №47312 опубл. 27.08.2005) [8]. Такая конструкция обеспечивает изменение жесткости упругого элемента в зависимости от загрузки транспортного средства.

Для определения эффективности применения разработанного устройства на серийном транспортном средстве возникла необходимость выявления его потенциальных возможностей путем определения конструктивных параметров, обеспечивающих минимальный уровень повреждений клубней при максимальной производительности перевозки.

Для определения степени виброзащиты картофеля при использовании системы поддрессирования грузовой платформы транспортного средства с разработанными упругими эле-

ментами был смоделирован процесс его колебаний.

В результате теоретических исследований было установлено, что максимальная скорость вертикальных колебаний грузовой платформы, при которой уровень повреждений не превышает 4%, составляет 2,38м/с для деревянных кузовов и 1,78м/с для металлических. При этом скорость движения серийного тракторного прицепа в первом случае составляет 22,1км/ч, во втором — 18,0км/ч; при использовании системы поддрессорования с разработанными упругими элементами — 25,9км/ч и 22,3 км/ч соответственно.

Исходя из условия отсутствия ударов грузовой платформы о раму тракторного прицепа, определена жесткость пружин упругих элементов, которая составила: для первой ступени (работа при частичной загрузке) — 29,6кН/м, для второй ступени (работа при полной загрузке) — 59,4кН/м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров, А.З. Совершенствование технических средств и организации перевозки скоропортящихся грузов. / А.З. Комаров, В.В. Повороженко и др. Тр. ИКТП. – М.: Транспорт, 1974, 162 с.
2. Повороженко П.В. Разработка методов оценки влияния различных факторов на сохранность перевозимых грузов / П.В. Повороженко - Автореф. дис. канд. техн. наук, М., 1980, 27 с.
3. Борновский В.И. Исследование качества перевозок грузов автомобильным транспортом и методов его повышения / В.И. Борновский - Автореф. дис. канд. техн. наук, М., 1980, 17 с.
4. Заводнов В.С. Исследование физико-механических свойств овощей и фруктов и условий их перевозки в сельском хозяйстве. / В.С. Заводнов - Дисс. канд. техн. наук, М., 1968, 160 с.
5. Буряков А.Т. Исследование процесса вибротранспортирования клубней картофеля. / А.Т. Буряков - Дисс. канд. техн. наук, М., 1965, 223 с.
6. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода. / Р. В. Ротенберг – М.: Машиностроение, 1972, 329 с.
7. Яценко Н. Н. Плавность хода грузовых автомобилей. / Н. Н. Яценко, О. К. Прутчиков – М.: Машиностроение, 1969, 217 с.
8. Патент на полезную модель №47312 МПК В62D 33/10. Подвеска кузова транспортного средства. Н.В. Аникин, В.Н. Чекмарев, И. А. Успенский. Опубл. 25.08.2005.

Аникин Н.В.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань
Кандидат технических наук, старший преподаватель
Тел.: +7 4912 55 38 74
E-mail: KGD5408@RAMBLER.RU

Кокорев Г.Д.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань
Кандидат технических наук, доцент
Тел.: +7 4912 55 38 74
E-mail: KGD5408@RAMBLER.RU

Рембалович Г.К.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань
Кандидат технических наук, доцент
Тел.: +7 4912 55 38 74
E-mail: KGD5408@RAMBLER.RU

Успенский И.А.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань
Доктор технических наук, профессор
Тел.: +7 4912 55 38 74

Юхин И.А.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань
Студент студента 5-го курса автодорожного факультета
Тел.: +7 4912 55 38 74

А.В. БОКАРЕВ

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ КАМАЗ-ЕВРО

Влияние скоростных и нагрузочных режимов на интенсивность изнашивания основных сопряжений автомобиля, в том числе и цилиндропоршневой группы и подшипников коленчатого вала зависит в значительной степени от агрегатов и узлов автомобиля, характеризующиеся величиной нагрузки на детали, скоростью относительного перемещения деталей и их температурой, а также степенью их изменения во времени [1].

Ключевые слова: автомобиль, двигатель, коленчатый вал, эксплуатационные режимы, амплитуда, частота, скоростной режим, нагрузочный режим.

The effect of speed and load rates on the wear-rate strength of motor-car basic joints including that of a piston and cylinder unit and bearings of a crankshaft depends to a considerable degree on motor-car units and assemblies characterized by a value of load on parts, rate of a relative displacement of parts and their temperature and also the degree of their change in the course of time.

Key words: motor-car, engine, crankshaft, operation modes, amplitude, frequency, speed mode, load mode.

Для автомобильных агрегатов и узлов характерны переменные эксплуатационные режимы (до 98% времени работы). Характеристиками таких режимов могут быть средний уровень показателя, определяющий общую напряженность режима (например, средняя частота вращения коленчатого вала двигателя), средняя амплитуда и средняя частота изменения показателя режима во времени. Эксплуатационные режимы разделяются на постоянные и переменные. На постоянных режимах их показатели не изменяются во времени на довольно длительных промежутках. Установившимися при этом будем называть такие режимы, при которых есть определенный закон изменения показателей во времени (постоянный, синусоидальный, и др.), а не случайный, при котором режим неустановившийся.

Автомобильные агрегаты работают в неустановившихся режимах. Амплитуда и частота изменения показателя режима в данном случае носят условный характер, так как режимы имеют в каждый интервал времени различную амплитуду и частоту. При применении средних значений амплитуды и частоты режим работы условно заменяется переменным, установившимся с постоянной амплитудой и частотой. Амплитуда и частота такого эквивалентного режима определяется как характеристики распределения показателей по результатам режимометрирования.

Применяемые способы диагностики и прогнозирования пока не достаточно эффективны, что вызвало необходимость поиска новых способов и технических средств решения задачи, которые напрямую зависят от того в каких условиях работают агрегаты. В ходе проведения экспериментального исследования был проведен анализ скоростных и мощностных режимов дизелей КамАЗ Евро на автомобиле марки КамАЗ-55111. За основу были взяты двигатели EURO-1 740.11-240 - 176кВт и EURO-2 740.50-360 - 265кВт. Режимы работы автомобилей одной марки, но с разными мощностями фиксировали в двух характерных условиях эксплуатации: на загородных и городских маршрутах при перевозке речного песка.

При режимометрировании весь диапазон изменения показателя режима разделяется на интервалы, которые считываются с помощью цифровых датчиков и заносятся в запоминающее устройство, количество и время нахождения в том или ином диапазоне каждого из датчиков. Опрос каждого включения датчика, проводится через одну секунду. За каждую секунду считывающее устройство принимает по одному импульсу с каждого датчика о том

или ином местонахождении соответствующего датчика и времени его пребывания. Показателем скоростного режима работы дизеля может быть ход рычага управления регулятора топливного насоса высокого давления [2]. Разделяя весь рабочий диапазон хода рычага на интервалы, и фиксируя время и количество включения датчика каждого интервала, получаем данные для построения графика (рисунок 1). В нашем эксперименте диапазон хода рычага управления регулятора разбит на 20 интервалов, по 2,8° град. (Таблица 1). Показателем же нагрузочного режима работы дизеля может быть ход рейки ТНВД [2]. Также разделяя весь рабочий диапазон хода рейки на интервалы и фиксируя время и количество включения датчика каждого интервала, получаем данные для построения графика (рисунок 2). Диапазон хода рейки ТНВД разбит на 12 интервалов по 1мм. (Таблица 2).

Таблица 1 – Распределение времени по диапазонам рычага управления регулятора

град.	V	град.	V	град.	V	град.	V
1	8450	6	644	11	196	16	20
2	3073	7	379	12	73	17	2
3	2149	8	198	13	74	18	1
4	1697	9	190	14	47	19	7
5	1031	10	246	15	11	20	9



Рисунок 1 – Распределение времени по диапазонам рычага управления регулятором

Таблица 2 – Распределение времени по диапазонам нагрузочной рейки

мм	τ	мм	τ	мм	τ
1	0	5	630	9	1293
2	1721	6	5436	10	1101
3	499	7	2737	11	2486
4	408	8	2186	12	0

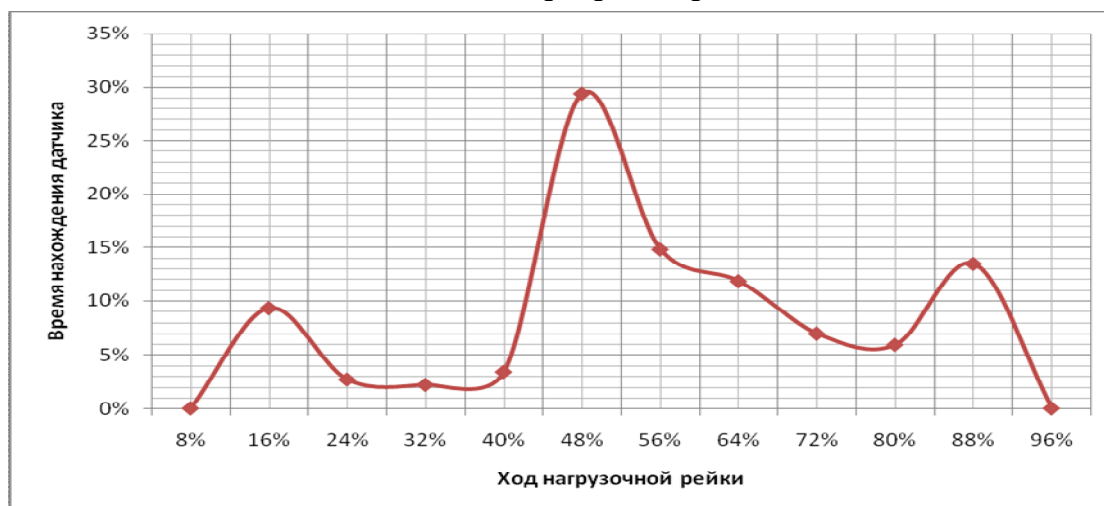


Рисунок 2 – Распределение времени по диапазонам нагрузочной рейки

Средний уровень показателя режима (например, средняя частота \bar{n} вращения коленчатого вала (характеризующая среднюю напряженность скоростного режима) и средняя нагрузка на двигатель \bar{p} (напряженность нагрузочного режима)), вычисляется по формуле:

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^k y_i g_i$$

$$\bar{p} = \sum_{i=1}^k y_i g_i$$

где k – число интервалов;

y_i – значение показателя в i – ом интервале;

g_i – частота или относительное время работы агрегата в i – ом интервале.

По формулам определяем среднюю напряженность скоростного режима $\bar{n} = 13,72$ и среднюю напряженность нагрузочного режима $\bar{p} = 55,78$.

Сравнительная характеристика режимов работы автомобилей КамАЗ различных мощностей на городских маршрутах позволила сделать следующие выводы:

- автомобили КамАЗ мощностью – 176кВт на городских маршрутах скорость которых задается скоростью транспортного потока, работает с частым изменением передаточного числа коробки передач, что влияет на скоростные и мощностные показатели, а следовательно на расход топлива.

- автомобили КамАЗ мощностью – 265кВт в связи с повышением мощности наблюдаются по амплитуде изменения скорости вращения коленчатого вала и по амплитуде нагрузке на двигатель, так как преодоление препятствий автомобилями с большей мощностью происходит без изменения передаточного числа в коробке передач имеют более установившиеся режимы работы двигателя в городском цикле, что дает экономию топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басков В.Н. Исследование влияния нестационарности режимов работы автомобильного двигателя на ресурс его основных сопряжений. / В.Н. Басков - Дис, ... канд. техн. наук. Саратов, 1982. 253с.
2. Арановский М.Н. Автоматизация учета и контроля работы машинно- тракторных агрегатов // М.Н. Арановский, - Л.: Колос, 1981.-160 с.

Бокарев Андрей Владимирович

Саратовский государственный технический институт, г. Саратов

Аспирант кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Тел. 8-908-551-73-07

E-mail: bokarev@psihologiya3000.ru

Г.Д. КОКОРЕВ, И.А. УСПЕНСКИЙ, И.Н. НИКОЛОТОВ

СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

В статье рассмотрены вопросы, касающиеся перспективных стратегий технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта, их связь со стратегиями использованием изделий автомобильного транспорта. Изложены принципы назначения упреждающих допусков для выявления предотказного состояния изделия, показана взаимосвязь стратегий обслуживания по состоянию с контролем параметров с допусками на диагностические параметры.

Ключевые слова: автомобильный транспорт; техническая эксплуатация; техническое обслуживание и ремонт; стратегия; техническое обслуживание по состоянию; техническое обслуживание по наработке; уровень надежности; упреждающий допуск; диагностические параметры.

In the paper the problems of promising strategies in technical maintenance and recovery of motor transport, their connection with the trends of motor transport use are considered. The principles of a purpose of proactive tolerances for definition of pre-failure state of a product are presented; the interconnection of maintenance strategies jointly with parameters control, with tolerances for diagnostic parameters is shown.

Key words: motor transport, technical maintenance, recovery, strategy, technical maintenance on state, technical maintenance on non-failure operating time, reliability level, proactive tolerance, diagnostic parameters.

Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта (АТ) связаны с расширением номенклатуры применяемых стратегий управления надежностью и техническим состоянием объектов, переходом от статистических форм к саморегулирующимся динамическим формам.

Применительно к понятию ТО и Р АТ в сельском хозяйстве термин стратегия в самом общем виде может быть определен следующим образом. Стратегия - совокупность принятых принципов, правил и управляющих воздействий, определяющих комплексное развитие эксплуатационно-технических характеристик конструкции автомобильного транспорта, технологии, методов организации и производственно-технической базы ее ТО и Р. Данное определение отражает необходимость системного подхода к решению проблемы повышения эффективности ТО и Р, нацеливает на совместные согласованные действия в рамках единой программы всех организаций и предприятий, создающих, эксплуатирующих и ремонтирующих АТ в сельском хозяйстве /1/.

В соответствии с действующими стандартами различают следующие стратегии: технического обслуживания по наработке, при которой перечень и периодичность выполнения операций определяются значением наработки изделия с начала эксплуатации или после капитального (среднего) ремонта; технического обслуживания по состоянию, при которой перечень, и периодичность выполнения операций определяются фактическим техническим состоянием изделия в момент начала технического обслуживания; ремонта по наработке, при которой объем разборки изделия, и дефектации его составных частей назначается единым для парка однотипных изделий в зависимости от наработки с начала эксплуатации и (или) после капитального (среднего) ремонта, а перечень операций восстановления определяется с учетом результатов дефектации составных частей изделия; ремонта по техническому состоянию, при которой перечень операций, в том числе разборки, определяется по результатам диагностирования изделия в момент начала ремонта, а также по данным о надежности этого изделия и однотипных изделий /2/.

Стратегии ТО и Р по состоянию (стратегии по состоянию) существенно отличаются от стратегий обслуживания и ремонта по наработке (стратегии по наработке). Они заключаются не только в самом характере технологических процессов ТО и Р, но и в распределении ресурсов, потребных на развитие производственно-технической базы, соответствующей требованиям той или иной стратегии.

Стратегия по состоянию предполагает обеспечение высокого уровня эксплуатационно-ремонтной технологичности конструкций, создание в достаточных объемах эффективных средств диагностирования и неразрушающего контроля, развитие производственно-технической и экспериментальной базы эксплуатационных и ремонтных предприятий автомобильного транспорта. Стратегия же по наработке предполагает развитие экспериментальной базы предприятий промышленности и обеспечение на этой основе обоснованных ресурсов до ремонта для каждой совокупности однотипных объектов /3/. От своевременного выбора соответствующей стратегии в решающей мере зависят своевременность и правильность выбора требуемой технической политики развития инженерно-технической службы отрасли на многие годы.

В зависимости от имеющихся возможностей определения предельного состояния работоспособности изделий в процессе эксплуатации и от принятого критерия для установления сроков их замен на АТ различают следующие стратегии эксплуатации (использования): до выработки ресурса (срока службы), до отказа, до предотказного состояния.

Стратегии обслуживания и ремонта связаны со стратегиями эксплуатации (использования) изделий автомобильного транспорта. Для каждой из стратегий эксплуатации можно выбрать вполне, определенные отличающиеся наибольшей эффективностью, стратегии технического обслуживания и ремонта (обозначены знаком « + »).

Таблица 1 – Взаимосвязь стратегий обслуживания и ремонта со стратегией использования

Стратегии ТО и Р	Стратегии эксплуатации (использования)		
	До выработки ресурса (срока службы)	До предотказного состояния	До отказа
Техническое обслуживание: по наработке	+	–	–
по состоянию с контролем параметров	–	+	–
по состоянию с контролем уровня надежности	–	–	+
Ремонт: по наработке	+	–	+
по техническому состоянию	+	+	+

К характерным особенностям стратегии обслуживания с контролем уровня надежности можно отнести следующие. Каждое из изделий при этой стратегии эксплуатируется (используется) до отказа. Межремонтных ресурсов для этих изделий не устанавливается. Техническое обслуживание каждого конкретного изделия заключается в выполнении необходимого объема работ по регулировке, калибровке, обнаружению возникших отказов и повреждений и их устранению.

Область применения данной стратегии обслуживания целесообразно ограничить изделиями, отказы которых не влияют на безопасность движения, что устанавливается анализом надежности систем. Данный вид стратегии технического обслуживания назна-

чается по группе изделий, для которых имеет место экспоненциальное распределение вероятности безотказной работы, обеспечивается выполнение требований по регулярности движения и экономической эффективности процесса технической эксплуатации АТ, характерны высокий уровень эксплуатационной технологичности и наличие индикации отказов средствами контроля с минимальными трудовыми затратами в заданное время. При этом затраты на эксплуатацию этих систем не должны превышать затрат на плановое техническое обслуживание.

Стратегия технического обслуживания по состоянию с контролем уровня надежности получила наиболее широкое применение для изделий функциональных систем автомобильного транспорта, в частности для гидравлической и топливной систем, агрегатов силовой установки.

Контроль уровня надежности совокупности однотипных изделий осуществляется статистическими методами. Данным видом контроля охватывается, как правило, большинство агрегатов и узлов независимо от применяемой к ним стратегии ТО и Р. Однако только для стратегии технического обслуживания с контролем уровня надежности этот вид контроля является основным с целью управления надежностью изделий.

При данной стратегии обслуживания критерием технического состояния совокупности однотипных изделий систем АТ является уровень надежности, выражаемый соответствующим показателем. Такой показатель должен нести максимум информации о техническом состоянии изделий, быть удобным для проведения оперативного сравнительного анализа, а также быть критичным к изменениям процесса технической эксплуатации парка АТ (изменению условий эксплуатации, уровню восстановления функциональных систем). Наиболее полно таким требованиям в условиях эксплуатации АТ отвечают следующие показатели: параметр потока отказов и число отказов изделий, приходящихся на 1000 километров пробега.

Стратегия ТО и Р по состоянию с контролем параметров представляет собой совокупность правил по определению режимов и регламента диагностирования изделий и принятию решений о необходимости их обслуживания, замены или ремонта на основе информации о фактическом техническом состоянии. При данной стратегии ТО и Р изделия и системы АТ эксплуатируются (используются) до предотказного состояния.

Для выявления предотказного состояния изделий используется принцип назначения упреждающих допусков на диагностические параметры. При этом под упреждающим допуском понимают совокупность значений параметров, заключенных между предельным η_2 и предотказным η_1 уровнями параметра. Выход параметра за предотказный уровень η_1 означает повреждение. Выход же параметра за предельный уровень η_2 означает отказ (рисунок 1). Достижение предотказного уровня служит сигналом для планирования мероприятий по замене изделия.

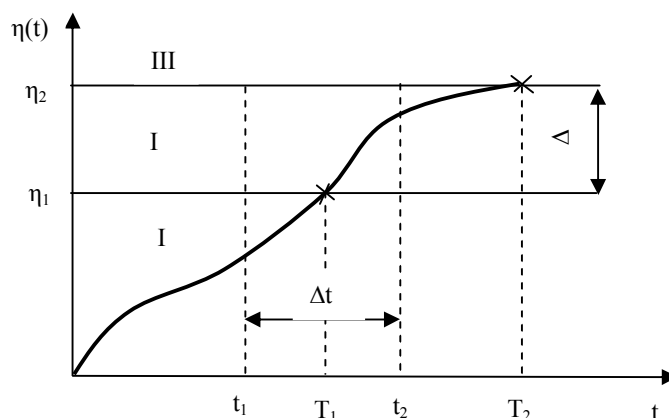


Рисунок 1 – Принцип назначения упреждающих допусков:

I — область исправного и работоспособного состояния; II — область неисправного, но работоспособного состояния; III — область неисправного и неработоспособного состояния; t_1 и t_2 — моменты первой и второй проверок; T_1 и T_2 — моменты пересечения реализацией случайного процесса (t) уровней η_1 и η_2 .

Реализация стратегий ТО и Р по состоянию с контролем параметров требует установления количественных связей между значениями упреждающих допусков $\Delta\eta = \eta_2 - \eta_1$ на каждый из контролируемых параметров изделия и периодичностью их проверок $\Delta t = t_2 - t_1$. Очевидно, что при заданном случайном процессе $\eta(t)$, предельном уровне η_2 и допустимой вероятности отказа каждому фиксированному значению упреждающего до пуска $\Delta\eta$ соответствует конкретное значение периодичности проверок Δt . При этом чем больше данные значения, тем меньше затраты на проверки (реже проверки) и больше затраты на замену и ремонт (чаще замены), и наоборот. Оптимальный вариант выбирается из условия обеспечения минимальных суммарных удельных затрат на проверку, замену и ремонт изделия. Для каждого из изделий находятся функции вида $C=f(\Delta t)$, которые используются при решении задачи группировки операций технического обслуживания, в том числе и операций диагностирования, в оптимальные формы регламента для АТ в целом.

Оперативный контроль технического состояния должен обеспечивать сигнализацию о наличии отказа, о работоспособном состоянии, о необходимости проведения предупредительных работ для обеспечения экстремума выбранного критерия качества, краткосрочное прогнозирование работоспособности на заданный интервал времени в случае сигнализации о необходимости проведения предупредительных работ, поиск съемного функционального элемента, подлежащего замене, оценку технического состояния изделий в интересах сбора информации об их поведении /2/.

Традиционный и наиболее распространенный подход к определению технического состояния состоит в том, что выбирается некоторая совокупность параметров, проводятся измерения, результаты которых сравниваются с заданными границами области работоспособности. При выполнении условий принадлежности каждого из параметров заданной для него области принимается решение о работоспособности изделия. Если хотя бы для одного из параметров это условие не соблюдается, то объект признается неработоспособным.

Характерная особенность рассматриваемой стратегии ТО и Р — отсутствие межремонтных ресурсов изделий. Решение о необходимости замены (регулировки) изделия принимается по результатам непрерывного (рисунок 2, а) или периодического (рисунок 2, б) контроля параметров, определяющих техническое состояние. Необходимые условия для применения стратегии ТО и Р по состоянию с контролем параметров вытекают из требований обеспечения безопасности движения, регулярности отправок и экономичности эксплуатации /3/.

Выбор наиболее эффективной стратегии ТО и Р для того или иного конкретного изделия функциональной системы АТ осуществляется на этапах его создания одновременно с обеспечением характеристик безотказности и эксплуатационной технологичности. При окончательном выборе стратегии ТО и Р учитываются возможные последствия отказа изделия, степень его приспособленности к проведению контроля технического состояния при эксплуатации и замене в заданное время при необходимости. Большое влияние на выбор стратегий оказывает также фактор, определяющий расходы на проведение ТО и Р при разных конкурирующих стратегиях.

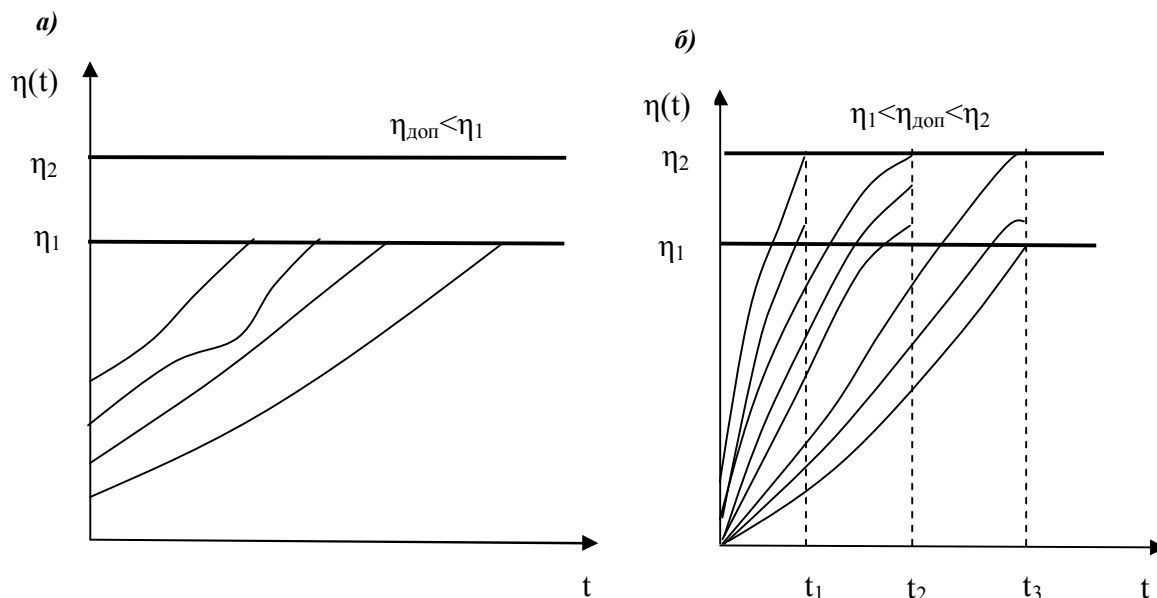


Рисунок 2 – Взаимосвязь стратегий обслуживания по состоянию с непрерывным (а) и периодическим (б) контролем параметров с допусками на диагностические параметры η_1 и η_2 ; $\eta_{\text{доп}}$ — допустимое значение параметра; t_1, t_2 и t_3 — моменты периодических проверок

ЛИТЕРАТУРА

1. Система перспективных методов и средств технического диагностирования машин и оборудования АПК. Научный отчет. – М.: ГОСНИТИ, 1996. 61 с.
2. Ицкович А. А. Обоснование программ технического обслуживания и ремонта машин. / А. А. Ицкович - М.: Знание, 1983. 176 с.
3. Смирнов Н.Н. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов. / Н.Н. Смирнов, Ю.М. Чинючин. – М.: Транспорт, 1994. 255 с.

Кокорев Г.Д.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань
Кандидат технических наук, доцент
Тел.: +7 4912 55 38 74
E-mail: KGD5408@RAMBLER.RU

Успенский И.А.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань
Доктор технических наук, профессор
Тел.: +7 4912 55 38 74
E-mail: KGD5408@RAMBLER.RU

Никологов И.Н.

Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, г. Рязань
Студент автомобильного факультета
Тел.: +7 4912 55 38 74
E-mail: KGD5408@RAMBLER.RU

В.М. КОРНЕЕВ, М.Ю. УСТИНОВ

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕГО РАБОТЫ

Существенное ухудшение мощностных и топливно-экономических показателей дизелей объясняется, в первую очередь, изменением технического состояния элементов топливоподающих систем и параметров топливоподачи и в меньшей степени зависит от износа двигателя.

Ключевые слова: техническое состояние; система питания; абразивный износ; прецизионные детали; гидравлические параметры; регулировочные показатели.

A considerable deterioration of power- and fuel-economic indices for diesel engines is explained, in the first place, by changes in a technical state of fuel supplying system elements and parameters of fuel supply and to lesser degree depends on engine wear-out.

Key words: technical state, fuel supply system, abrasive wear, high-precision parts, hydraulic parameters, regulation indices.

В процессе эксплуатации дизельной техники ухудшение параметров топливных насосов высокого давления, влияющих на мощностные, экономические и экологические показатели дизелей, в значительной мере происходят по следующим причинам:

абразивный износ прецизионных деталей (плунжерные пары, нагнетательные клапаны); износ подвижных деталей в механизме управления регулятором и элементах топливного насоса (изменение жесткости пружин и технологических зазоров);

отклонение регулировочных показателей от значений, регламентированных нормативной документацией.

Основным критерием, определяющим техническое состояние топливного насоса, является величина зазора в сопряжении цилиндрических поверхностей плунжерной пары. Изменение зазора между сопрягающимися поверхностями происходит вследствие абразивного износа механическими частицами, содержащимися в топливе. Механические примеси, находящиеся в топливе во взвешенном состоянии и перемещающиеся с большой скоростью, попадают в зазор между поверхностями плунжерной пары и вызывают увеличение зазора между ними. При увеличении зазора в сопряжении «плунжер-втулка» уменьшается давление, развиваемое плунжерной парой, вследствие возрастания утечек топлива из надплунжерного пространства при его нагнетании. В результате уменьшается цикловая подача топлива, снижается производительность насоса и ухудшаются пусковые качества дизеля.

Если при высокой частоте вращения кулачкового вала насоса, вследствие высокой скорости перемещения плунжера и малой продолжительности процесса впрыскивания, изменение величины зазора в плунжерной паре в широком диапазоне (0,5-14 мкм) практически не влияет на основные показатели процесса топливоподачи, то при работе на пусковом режиме увеличение зазоров приводит к существенному снижению пусковой подачи топлива, и, как следствие, запуск двигателя становится затрудненным.

Износ плунжерных пар оказывает влияние и на изменение угла опережения впрыскивания топлива в цилиндры двигателя. С увеличением диаметрального зазора в плунжерной паре впрыскивание топлива форсункой в цилиндры начинается позднее. Исследованиями установлено, что при увеличении диаметрального зазора от 0,0005 до 0,014 мм при 1700 мин⁻¹ коленчатого вала топливо впрыскивается в цилиндры двигателя на 3° позднее.

При изменении зазора в плунжерной паре с 2 до 14 мкм (предельное значение), мощность дизеля снижается с 62,0 до 48,8 кВт, т.е. на 21,3 %, удельный расход топлива увеличивается с 240,4 до 248,8 г/кВт·ч (на 3,4 %), пусковая подача уменьшается со 182 мм³/цикл до

110 мм³/цикл (на 40%). Фазовые параметры топливных насосов (начало нагнетания и чередование подачи топлива по насосным секциям) определяются техническим состоянием деталей следующей размерной цепи: «кулачковый вал толкатель плунжера - регулировочный болт - втулка плунжера - поворотная гильза - зубчатый венец».

Зазор между торцом плунжера и седлом нагнетательного клапана в процессе эксплуатации топливного насоса увеличивается. Причинами изменения зазора могут быть ослабление затяжки контргайки регулировочного болта толкателя или изнашивание торцевой поверхности болта толкателя. В обоих случаях плунжер перекрывает впускное отверстие втулки плунжера позднее и, следовательно, угол начала нагнетания топлива увеличивается.

На неравномерность подачи топлива секциями насоса оказывает влияние величина зазоров в сопряжениях «рейка - зубчатый венец поворотной втулки», «плунжерный поводок - паз поворотной втулки». В результате изнашивания величина зазоров в этих сопряжениях увеличивается, что влечет за собой увеличение угла самопроизвольного поворота плунжера и неравномерности подачи топлива. Установлено, что с увеличением осевого перемещения (люфта) рейки до 0,4 мм неравномерность подачи топлива повышается до 5 %, а при увеличении зазора между плунжерным поводком и пазом поворотной втулки до 0,12 мм - на 4 %.

Одной из неисправностей топливных насосов может быть зависание плунжера относительно втулки в верхнем или нижнем положениях, вследствие попадания в зазор прецизионных деталей механических примесей или воды, а также некачественной сборки. Зависание плунжера во втулке в верхнем положении приводит к прекращению подачи топлива насосной секцией. При зависании плунжера в нижнем положении происходит удар и остановка насоса, возможны срез шпоночных соединений, поломки толкателя и других деталей.

Наиболее опасной для двигателя неисправностью топливного насоса является нарушение подвижности рейки. При заклинивании рейки в положении максимальной подачи топлива, если усилие регулятора недостаточно на ее перемещение в сторону уменьшения подачи топлива, возможно аварийное увеличение оборотов коленчатого вала дизеля, т.е. дизель идет «вразнос». Основной причиной потери подвижности рейки является зависание плунжера в одной из секций насоса.

Техническое состояние нагнетательных клапанов характеризуется величиной зазора между пояском и поверхностью отверстия седла клапана и герметичностью клапана по запирающему конусу. У нагнетательного клапана изнашивается поверхность разгрузочного пояса и конуса. Диаметр разгрузочного пояса клапана уменьшается на 0,003-0,004 мм, а на конусе образуется кольцевая выработка. Увеличение диаметрального зазора по разгрузочному пояску приводит к увеличению неравномерности подачи топлива в цилиндры дизеля. При неплотном прилегании клапана к седлу топливо при движении плунжера вниз перетекает из топливопровода в насосную секцию и вызывает падение давления в нагнетательном топливопроводе. При падении давления в нагнетательном топливопроводе ниже нормативного значения часть хода плунжера, затрачиваемая на сжатие топлива, увеличивается, а ход действительного нагнетания уменьшается. В результате топливо впрыскивается в цилиндры дизеля позднее, количество подаваемого, насосной секцией топлива резко уменьшается, а двигатель начинает работать с перебоями.

На параметры процесса впрыскивания оказывают влияние также и гидродинамические свойства нагнетательных трубопроводов, характеризующихся длиной и диаметром канала. В автотракторных дизелях применяются нагнетательные трубопроводы с внутренним диаметром 2 мм. Допуск на отклонение диаметра - $\pm 0,15$ мм.

На параметры процесса впрыскивания длина трубопровода оказывает незначительное влияние. С повышением частоты вращения вала влияние длины трубопровода увеличивается, что связано с увеличением сопротивления трубопровода. Это вызывает также рост запаздывания впрыскивания топлива. Кроме того, с увеличением скоростного режима уменьшается угол опережения впрыскивания. Из этого следует, что для обеспечения идентичных усло-

вий подачи топлива в отдельные цилиндры двигателя необходимо устанавливать на двигатель нагнетательные трубопроводы одинаковой длины.

Более существенное влияние на параметры процесса впрыскивания оказывает внутренний диаметр нагнетательного трубопровода. С уменьшением диаметра топливопроводного канала, вследствие смятия конусных наконечников и перегибов, увеличивается неравномерность подачи топлива по цилиндрам двигателя. Неравномерность топливоподачи усиливает вибрацию двигателя, токсичность отработавших газов, увеличивает удельный расход топлива.

К регулировочным параметрам топливных насосов, изменяющимся в эксплуатационный период, относятся:

величина и неравномерность цикловой подачи топлива по насосным секциям на номинальной частоте вращения, на максимальной частоте вращения холостого хода, на частоте при максимальном крутящем моменте, на пусковом режиме;

частота вращения кулачкового вала насоса, соответствующая началу действия регулятора;

частота вращения кулачкового вала насоса, соответствующая полному выключению подачи топлива регулятором;

угол начала нагнетания топлива первой секцией топливного насоса относительно угла поворота кулачкового вала для насосов с симметричным профилем кулачка или величины хода плунжера от «НМТ» для насосов с несимметричным профилем кулачка;

чередование подачи топлива между секциями насоса;

давление начала отключения ограничителя дымления (пневмокорректора);

давление открытия нагнетательных клапанов;

угол относительного разворота полумуфт автоматической муфты опережения впрыска топлива;

угол опережения подачи топлива в градусах поворота коленчатого двигателя.

На изменение производительности топливоподкачивающих насосов влияют следующие неисправности:

зависание нагнетательного и всасывающего клапанов. Зависание всасывающего клапана препятствует заполнению топливной системы топливом, а зависание нагнетательного клапана в закрытом положении вызывает прекращение подачи топлива, так как в этом случае происходит перетекание топлива из нагнетательной полости во всасывающую;

изменение жесткости пружин всасывающего и нагнетательного клапанов, что приводит к их раннему открытию и снижению производительности насоса на режиме максимальной подачи;

повышенный износ сопрягаемых поверхностей прецизионной пары «шток - втулка». В результате изнашивания увеличивается зазор между ними, и топливо может попасть в картер дизеля, разжижая масло;

износ сопрягаемых с седлами поверхностей нагнетательного и всасывающего клапанов;

негерметичность насоса вследствие износа уплотнительных колец.

В результате насос не прокачивает топливо через фильтр тонкой очистки и запуск двигателя затрудняется.

Техническое состояние топливопроводов характеризуется тремя основными гидравлическими параметрами:

эффективным проходным сечением (мм^2);

объемом внутреннего канала (мм^3);

пропускной способностью (цикловой подачей топлива от секции контрольного насоса топливопроводом в сборе с эталонной форсункой при номинальной частоте вращения кулачкового вала, $\text{мм}^3/\text{цикл}$).

Допуск на отклонение эффективного проходного сечения $\pm 0,05 \text{ мм}^2$, а объема внутреннего канала - $\pm 5 \%$. Отклонение пропускной способности должно находиться в пределах $\pm 0,5 \%$ от номинальной величины подачи топлива каждой секции насоса.

В процессе эксплуатации с.-х. техники, вследствие загрязнения топлива механическими примесями из-за неудовлетворительных условий его транспортирования и хранения, фильтрующие элементы фильтров очистки загрязняются. При загрязненности фильтрующих элементов снижается величина давления топлива на входе в головку ТНВД и, как следствие, запуск дизеля затрудняется, под нагрузкой он работает с перебоями, его мощность уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пучин Е.А. Технический сервис дизельной топливной аппаратуры. / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.М. Корнеев, Д.И. Петровский – М.: УМЦ ТРИАДА, 2003. – 108 с.
2. Баширов Р.М. Надежность топливной аппаратуры тракторных и комбайновых дизелей. / Р.М. Баширов, В.Г. Кислов, В.А. Павлов, В.Л. Панов – М.: Машиностроение, 1978. – 183с.
3. Карданов Х.Б. Обоснование критериев и метода определения предельного состояния параметров распылителей форсунок тракторных дизелей / Х.Б. Карданов - Автореф. дис. – канд. техн. Наук. – Нальчик, 2002. – 24с.

Корнеев Виктор Михайлович.

ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»,
г. Москва
Кандидат технических наук, доцент
Тел.: +7(495) 977-24-01

Устинов Михаил Юрьевич

ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»,
г. Москва
Аспирант кафедры
Тел.: +7(495) 977-24-01

И.Ю. КУВЕРИН

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

Показаны преимущества использования микроконтроллеров в средствах диагностики автомобилей. Приведены основные данные по особенностям устройства и применения микроконтроллеров. Выявлены этапы разработки микроконтроллерных средств диагностики автомобилей.

Ключевые слова: микроконтроллер, диагностика автомобилей, моделирование, симулятор.

The advantages of microcontroller use in diagnostic means of motor-cars are shown. The basic data on peculiarities of microcontroller structure and use are presented. The stages of microcontroller means development for motor-car diagnostics are defined.

Key words: microcontroller, motor-car diagnostics, modeling, simulator.

Микроконтроллер (МК) – это компьютер в миниатюре, размещенный в корпусе одной микросхемы (рисунок 1).

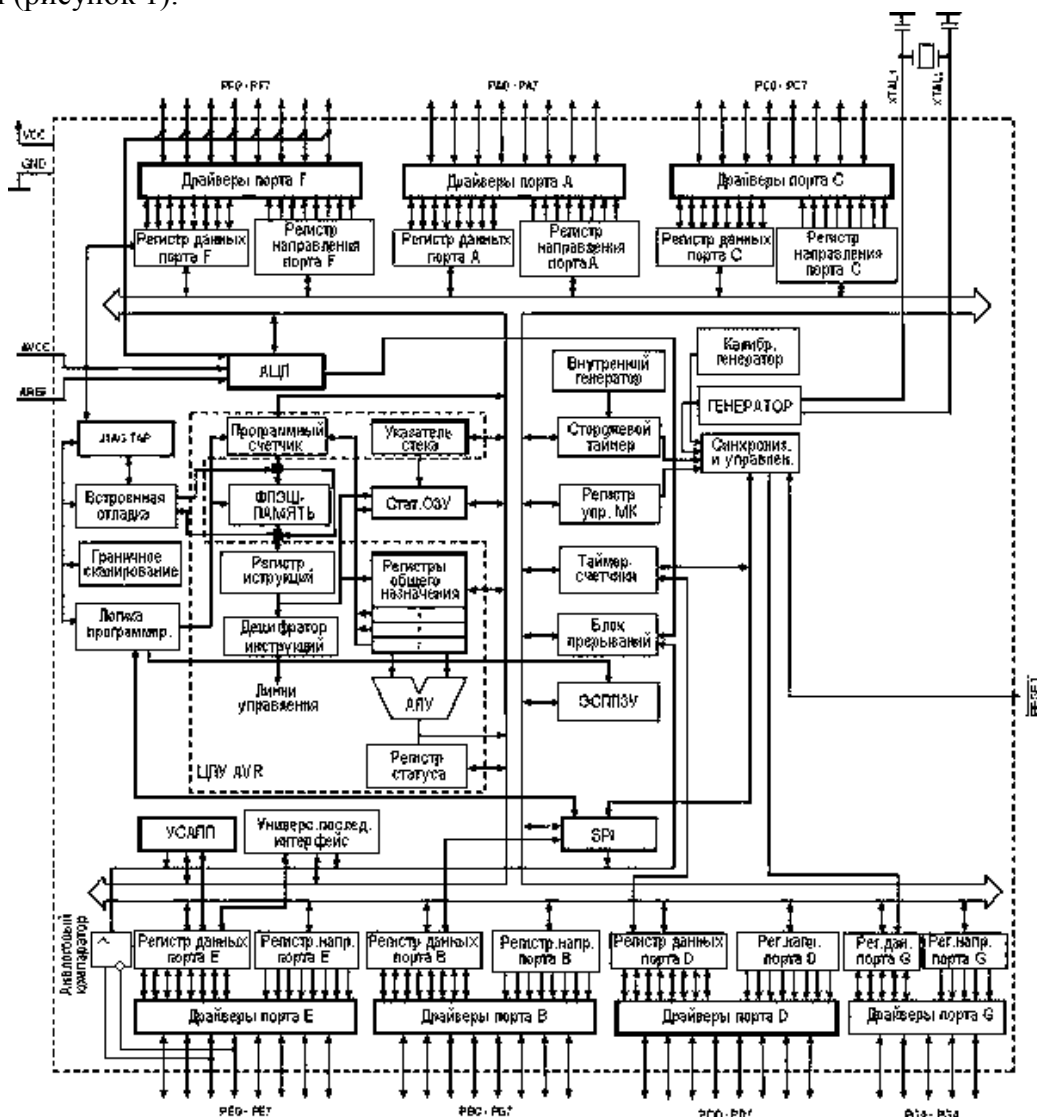


Рисунок 1 – Структурная схема микроконтроллера ATmega165P

В его состав входят все необходимые для компьютера блоки: арифметико-логическое устройство, генератор тактовой частоты, оперативная память, постоянная память (для хранения программы), порты ввода-вывода, энергонезависимая память данных. Также в отличие от микропроцессоров, используемых в персональных компьютерах, МК содержат встроенные дополнительные устройства (аналого-цифровые преобразователи, таймеры (как правило, несколько), компаратор, блок обработки внешних прерываний, блоки, в которых аппаратно реализованы функции стандартных интерфейсов – таких как RS-232, USB и т. д.). Встроенные устройства обладают повышенной надежностью, поскольку они не требуют никаких внешних электрических цепей.

Время выполнения одной команды современного МК составляет в среднем 100 нс, что позволяет за 1 секунду выполнить 10 000 000 простейших операций. Код программы, записываемый в память хранения программы, может записываться в микросхему многократно (примерно 100 000 раз), что позволяет модифицировать устройство функционально непосредственно на рабочей плате.

Большим достоинством является возможность производителю закрывать код программы изделия от несанкционированного доступа (“пиратства”).

Реализация в одной микросхеме МК огромного количества разнообразных функций позволяет многократно уменьшить габариты и стоимость производимого электронного устройства в целом, снизить энергопотребление до весьма малых значений, Среднее потребление тока МК составляет 1 – 5 миллиампер, а в состоянии “сна” – сотни микроампер при напряжении питания 3 – 5 В.

Среди электронных компонентов МК – это одно из самых универсальных устройств. МК в повседневной жизни встречается нам настолько часто, что проще сказать: “практически вся современная электроника изготавливается с применением МК”. МК можно встретить в огромном количестве современных промышленных и бытовых приборов: станках, телефонах, телевизорах, холодильниках, стиральных машинах, принтерах, детских игрушках, микроволновых печах, кофеварках. В современных автомобилях 1/3 стоимости составляет электроника, состоящая в основном из сложных микроконтроллерных устройств жизнеобеспечения и управления системами автомобиля (рисунок 2).

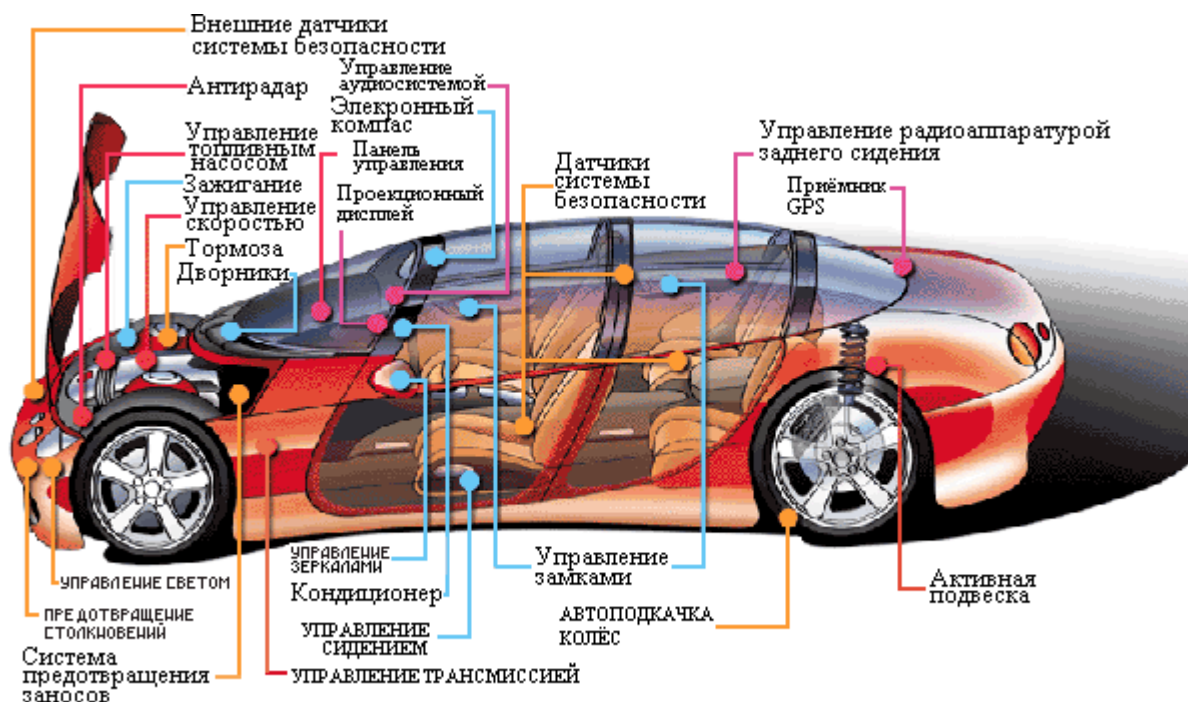


Рисунок 2 – Узлы автомобиля, в которых применяются микроконтроллеры

Несмотря на достаточно широкое использование МК в системах автомобилей до настоящего времени не в полной мере решены вопросы бортового контроля работоспособности элементов автомобиля. Главным образом бортовая диагностика сводится к самоконтролю, который осуществляется через бортовой компьютер автомобиля. Она позволяет лишь идентифицировать параметры работы электронных систем автомобиля, а для диагностики используются простейшие алгоритмы постановки диагноза по этим параметрам. Сложившуюся ситуацию нельзя назвать допустимой. Так как наличие значительного количества электронных элементов на борту автомобиля, которые практически бесконтрольно со стороны сторонних средств осуществляют управление всеми важнейшими системами автомобиля, является потенциально опасным. В этом случае возможный отказ систем, особенно непосредственно отвечающих за безопасность движения, может привести к катастрофическим последствиям.

В авиации данный вопрос решают дублированием и установкой бортовых систем контроля работоспособности. Поэтому одной из первоочередных задач для автомобильного транспорта является создание систем бортовой диагностики и контроля параметров рабочих процессов автомобиля. В современных условиях решение данной задачи невозможно без широкого использования микроконтроллерных средств контроля. В связи с этим представляет интерес рассмотрение технологии их разработки.

Практически все ведущие корпорации, занимающиеся производством электронных компонентов, выпускают МК. Однако наибольшее распространение среди МК общего назначения получили МК семейства AVR (далее AVR) фирмы Atmel. Этому способствовали достаточно высокая производительность этих МК, вполне достаточная для огромного количества решаемых задач, широкий спектр функциональных возможностей МК этого семейства, их низкая цена и доступность многих из средств поддержки разработки для них (чему Atmel уделяет постоянно высокое внимание). Поэтому рассмотрим разработку современных микропроцессорных средств именно на примере МК этой фирмы.

Разработку электронного микроконтроллерного устройства условно можно разделить на несколько этапов.

1. Ознакомление с архитектурой, периферией и системой команд МК AVR, по результатам которого выбирают наиболее оптимальный для данной задачи тип МК. На основе полученных данных разрабатывают или выбирают уже существующую электрическую принципиальную схему устройства.

2. В зависимости от поставленной задачи выбирают основной язык программирования: С или Ассемблер. Пользуясь выбранным языком программирования, или обоими языками сразу пишут программу.

3. Выбирают компилятор. Компилятор необходим для преобразования исходного текста программы в машинный код. Для начинающих программировать на С рекомендуется Code Vision AVR C Compiler – довольно простой в изучении компилятор, позволяющий автоматически сгенерировать часть кода периферии МК для последующего его изучения и использования в программе.

4. Отладка программы. Моделировать работу МК можно на компьютере, не имея самого МК и электронной схемы вокруг него. При этом можно видеть не только то, что происходит на ножках МК но и то, что происходит внутри МК. Самым популярным пакетом для программирования (на ассемблере) и отладки AVR является AVR Studio, в котором можно наблюдать результаты работы кода.

Не менее популярным является программный отладочный комплекс PROTEUS, позволяющий, в отличие от AVR Studio, эмулировать "весь" разрабатываемый проект. Также для этих целей может использоваться симулятор AVR и электроники VMLAB (рисунок 3), имеющий достаточную для несложных разработок Demo версию программы.

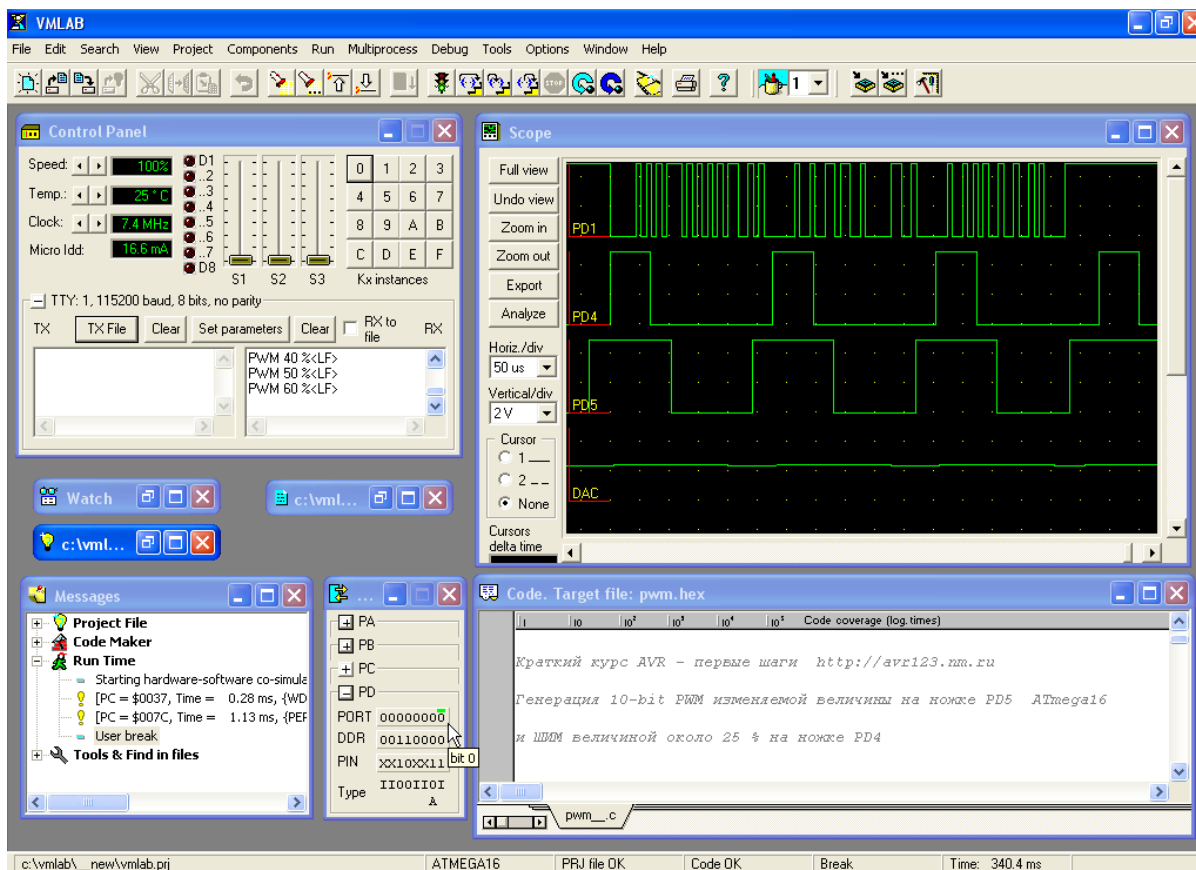


Рисунок 3 – Симулятор AVR и электроники VMLAB

5. Разработка печатной платы устройства и изготовление самого электронного устройства. Также в ряде случаев могут использоваться готовые многофункциональные блоки, выпускаемые фирмой Atmel для поддержки разработчиков.

6. Программирование AVR. Чтобы запрограммировать AVR, необходима соответствующая программа (в основном присутствует во всех популярных компиляторах/отладчиках) и программатор, желательно внутрисхемный – ISP (In System Programmer), позволяющий программировать МК в устройстве. Ниже приведены самые распространённые программы и программаторы/отладчики для МК AVR.

– Программы: USBASP AVRDUDE PROG, PonyProg, ICprog, AVR8 Burn-O-Mat.

– Внутрисхемные программаторы AVR: USBASP/AVR910 usb (prottoss), AVR910 usb programmer (prottoss), USBASP, STK200, STK500.

– Внутрисхемные программаторы/отладчики AVR: AVR JTAG USB, AVR miniICE.

Использование МК в средствах внешней и бортовой диагностики позволит в кратчайшие сроки производить разработку новых устройств, легко их модернизировать (путём простой смены программы) а также использовать готовые массовые (а значит дешёвые) блоки.

Куверин Игорь Юрьевич

Саратовский государственный технический университет, г. Саратов

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Тел. +7(8452) 52-79-84

E-mail: igorkuv@mail.ru

И.Н. НИКОЛОТОВ, В.Д. ПРОХОРЕНКОВ, А.И. ПЕТРАШЕВ

ЗАЩИТА АВТОТРАНСПОРТА ОТ КОРРОЗИИ В МОРШАНСКОМ АТП

В условиях резкого обострения экономической ситуации, необходимости более рационального расходования средств за услуги по техническому сервису от сторонних организаций, Моршанское АТП вынуждено было ряд работ, в первую очередь противокоррозионную защиту автотранспортных средств, проводить своими силами.

Ключевые слова: автотранспорт; коррозия; технический сервис; подъемник автомобилей; защитная мастика.

Under conditions of a sharp worsening in an economic situation, the necessity of a more rational expenditure of resources for technical maintenance of a third-party company, the Morshanskoye motor transport company had to carry out some kinds of work, and in the first place, anticorrosion actions for motor vehicles with its own resources.

Key words: motor transport, corrosion, technical maintenance, car lift, corrosion preventing agent.

Для достижения поставленных целей на предприятии по технологии ГНУ ВИИТиН организован участок по противокоррозионной обработке легковых автомобилей и микроавтобусов типа «Газель». Оснащение участка прошло с минимальной реконструкцией при использовании доступного оборудования и оснастки, позволило помимо автотранспорта предприятия оказывать услуги населению.

При выборе технологии противокоррозионной защиты автомобилей в условиях ограниченных финансовых возможностей предприятия исходили из следующего:

- технология должна быть доступной и легко реализуемой;
- технические средства могут быть изготовлены в условиях ремонтных мастерских с использованием узлов и деталей оборудования, применяемого для технического обслуживания автомобилей;
- защитные мастики для днищ и составы для консервации коробчатых элементов кузова могут быть как промышленного изготовления, так и приготавливаться непосредственно на участке из доступных компонентов, причем эффективность последних должна быть не ниже промышленно выпускаемых материалов;
- заказчик должен иметь возможность наблюдать за работой, визуальную оценивать качество противокоррозионной защиты автомобиля и требовать его исполнения.

С учетом вышеизложенного принят вариант поворота автомобиля на бок, на сторону противоположную заливной горловине бензобака. Предварительно с другой стороны автомобиля демонтируют колеса и на ступицы закрепляют кантователи. Перед подъемом с автомобиля снимают аккумуляторную батарею.

Подъем легковых автомобилей осуществляют с помощью электромеханического подъемника-опрокидывателя (рисунок 1).

Подъемник представляет собой треугольно-рамную конструкцию, состоящую из основания 9, шарнирно закрепленной на нем поворотной стойки 2, параллельно которой на кронштейне 8 установлены электродвигатель 7, червячный редуктор 6. Поворотная балка 10 шарнирно соединена с основанием 9 и кулисой 3, передвигаемой по поворотной стойке 2. На червячном редукторе 5 закреплен барабан для тягового троса 4 (п 9 мм), который протянут через блок 1, блок на кулисе 3 и закреплен в верхней части стойки 2. Опорный брус 11 установлен на поворотной балке 10 с возможностью перемещения вдоль нее.

При установке подъемника под автомобиль опорный брус 11 подводят под короб порога. Затем подъемник фиксируют на площадке, чтобы исключить сползание с него автомобиля. При включении электродвигателя 7 кулиса 3 перемещается вверх по стойке, поворачи-

вая балку 10, и через опорный брус 11 наклоняет автомобиль на бок. Подъемник можно перемещать по площадке, предусмотрен подъем автомобиля вручную с помощью съемной ручки 6 на редукторе 5.

Микроавтобусы и более габаритный транспорт обрабатывают на эстакаде или с использованием смотровой канавы.

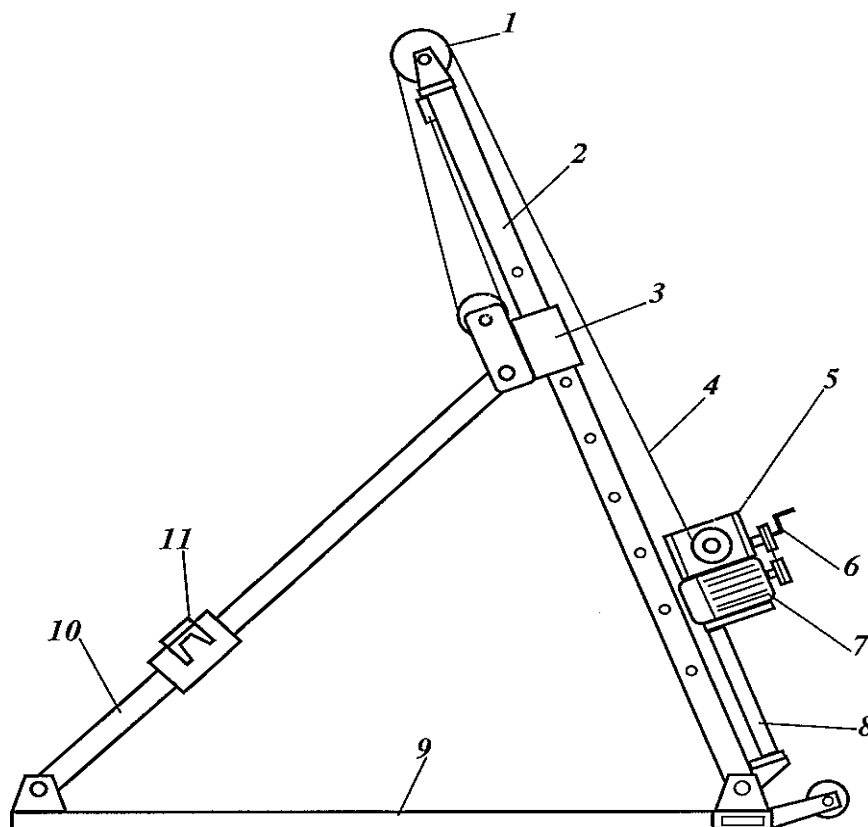


Рисунок 1 - Подъемник-опрокидыватель:

1 - блок, 2 - поворотная стойка, 3 — кулиса, 4 - трос, 5 - червячный редуктор, 6 - рукоятка, 7 - электродвигатель, 8 — кронштейн, 9 — основание, 10 — поворотная балка, 11 - опорный брус

Моют автомобили холодной водой при помощи мониторинной моечной установки под давлением 8... 10 МПа. Опыт показывает, что качество очистки загрязнений, в том числе и масляных, в большей степени зависит не от температуры воды, а от давления струи.

Сушат днища автомобилей потоком горячего воздуха от электрокалорифера и струей сжатого воздуха, нагретого до 30 °С под давлением 0,4 МПа. Это позволяет удалить влагу из скрытых полостей, узлов крепления, кронштейнов и других деталей.

Важнейшим элементом технологии противокоррозионной защиты автомобилей является выбор и применение защитных материалов. Для снижения производственных затрат при условии обеспечения высокого качества защиты автомобиля на длительный срок используется технология приготовления мастики из доступных компонентов и отходов нефтехимических производств. В их числе битумно-атактическая мастика (ТУ 204.896-76), применяемая для защиты от коррозии газоподводящих труб; сланцевая мастика МСУ (ТУ 38.10975-84); строительный битум БН-4 (ГОСТ 9812-74); кубовый остаток синтетических жирных кислот КО-СЖК (ОСТ 38.01182-80) и уайт-спирит. Эти компоненты в определенных пропорциях кусками по 0,2...0,5 кг загружают в реактор для приготовления защитной мастики, где нагревают в уайт-спирите до 110°С и смешивают посредством рамной мешалки.

Многолетние испытания такой мастики в условиях агрессивных сред, проведенные ГНУ ВИИТиН, показали, что по защитной эффективности она не уступает промышленным отечественным и зарубежным образцам, широко представленным на отечественном рынке (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты сравнительных испытаний защитных мастик

№ п/п	Наименование мастики	Защитная эффективность (%)
1	Применяемая мастика	96
2	Тектил 320	97
3	Эпоксидно-битумная мастика (Котовский ЛКЗ)	91
4	Мастика «Боди»	98
5	Мастика «Гравитекс»	96

Примечание: условия испытаний - влажная дорожная смесь песка с солью, длительность испытаний - 30 суток

Для нанесения защитной мастики используют установку ПРК-3 (рис.2). Установка представляет собой бак для мастики с двойными стенками, между которыми залит теплоноситель — моторное масло. Бак установлен на двухколесной тележке. Установка снабжена электроподогреваемым шлангом со стальной спиралью мощностью 0,25 кВт, которая работает от понижающего трансформатора (36 В). Разогрев теплоносителя и мастики производится от ТЭНа мощностью 2 кВт (220 В). На ПРК-3 установлены обогреваемый щелевой фильтр, выхлопной патрубок и гускозащитная аппаратура, автоматически поддерживающая температуру мастики в диапазоне 70...90 °С. Наносят мастику пневматическим пистолетом-распылителем с изогнутой насадкой в два слоя с интервалом между обработками 0,8... 1 ч.

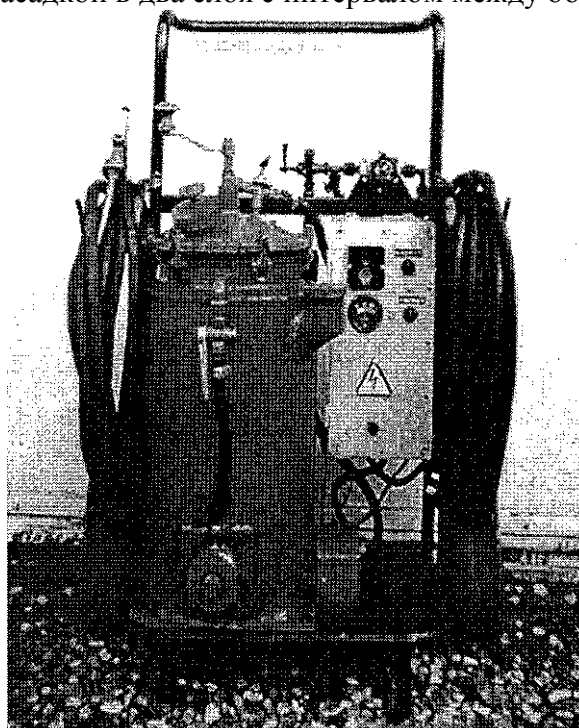


Рисунок 2 – Установка для нанесения защитных покрытий ПРК-3

Коробчатые элементы кузова (пороги, лонжероны) обрабатывают консервационным составом, состоящим из отработанного масла и ингибитора коррозии КО-СЖК, являющегося хорошим загустителем. Консервационный состав тоже готовят на участке и наносят на внут-

ренные поверхности скрытых полостей автомобиля в нагретом состоянии посредством другой установки ПРК-3.

Эта установка оснащена пневматическим распылителем с двумя съемными насадками в виде гибких шлангов с соплами. Короткую Г-образную насадку с щелевым соплом применяют для обработки дверей, капота и других небольших по размеру полостей. Вторая насадка имеет шланг длиной 1,5 м, оснащенный соплом с торцевым и радиальными отверстиями. Служит для обработки порогов, лонжеронов, коробов днища и багажника, в полости которых ее вводят через имеющиеся отверстия. Затем включают распылитель и при медленном извлечении шланга из полости обрабатывают ее.

После обработки днища автомобиль возвращают в горизонтальное положение и наносят консервационный состав в ниши багажника, арки задних колес, углубления моторного отсека, двери и стойки. При необходимости на участке проводят работы по установке подкрылков под арками колес.

Длительность нанесения на днище автомобиля однослойного покрытия толщиной 0,5 мм не превышает 0,5 ч. Толщина покрытия 0,8... 1,0 мм при двухслойном нанесении нагретой мастики равна толщине трехслойного покрытия мастикой, разбавленной уайт-спиритом. Подогрев мастики позволил экономить до 20% растворителя и сократить длительность обработки машины в 1,6 раза.

Себестоимость производства битумной мастики, определенная по результатам деятельности участка антикоррозионной обработки автомобилей, составляет 33 руб/л. Экономия затрат при использовании технологий приготовления и применения битумной мастики и консервационного состава - 50 тыс. руб/год относительно мастики Кордон и состава АВТОМОБИЛЬ.

Работа участка противокоррозионной обработки автомобилей в Моршанском ПАТП показала, что используемое оборудование обладает высокой надежностью, защитные материалы технологичны и высокоэффективны. Затраты, связанные с приобретением технологии, технической документации, с организацией участка консервации автомобилей окупались в течение 2 лет.

Николотов И.Н.

Государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт по использованию техники нефтепродуктов», г. Тамбов
Инженер, директор ООО «Моршанское пассажирское автотранспортное предприятие»
Тел.: +7 (47533) 34370

Прохоренков В.Д.

Государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт по использованию техники нефтепродуктов», г. Тамбов
Доктор технических наук, заведующий лабораторией
Тел.: +7 (47533) 34370

Петрашев А.И.

Государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт по использованию техники нефтепродуктов», г. Тамбов
Доктор технических наук, главный научный сотрудник
Тел.: +7 (47533) 34370

А.А. НИКУЛИН, В.И. КОЛМЫКОВ, Н.Д. ТУТОВ

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ЦИАНИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ ЖЕЛЕЗНЕНИЕМ

Восстановление изношенных деталей является значительным резервом обеспечения автомобильной техники запасными частями, расходы на которые составляют 40...60 % себестоимости ее ремонта. Расширение номенклатуры восстанавливаемых деталей позволяет уменьшить расходы на запасные части, а в некоторых случаях восстановление деталей является единственной возможностью восстановления работоспособности оригинальных и эксклюзивных машин.

Ключевые слова: низкотемпературное цианирование; электролитическое железнение; электроосажденное железо; железный осадок; диффузионный слой.

The worn-out part recovery is a considerable reserve providing motor transport with spare parts the expenditures for which make 40 ... 60% of the cost price of its repair. The range increase of recoverable parts allows expenditure decrease for spare parts and in some cases the recovery of parts is the only possibility for efficiency restoration of original and exclusive machinery.

Key words: low-temperature cyanidation, electrolytic dry topping, plated iron, ferrous sediment, diffused layer.

Одним из наиболее распространенных и перспективных методов восстановления изношенных деталей является электролитическое нанесение металлических покрытий на изношенные поверхности, в частности электролитическое железнение. Этот процесс позволяет компенсировать износы от долей миллиметра до нескольких миллиметров, что дает возможность восстанавливать подавляющее большинство изношенных деталей автомобилей различных марок.

В настоящее время в ремонтном производстве наиболее широко распространено железнение с использованием холодных хлоридных электролитов и переменного асимметричного тока [1]. Процесс железнения отличается высокой производительностью, экономичностью и технологической гибкостью. Простыми приемами – изменением режимов электролиза он позволяет получать осадки с широкой гаммой свойств, в том числе с повышенной твердостью.

Однако, поскольку в последнее время мощность и грузоподъемность автомобилей постоянно увеличиваются, в связи с чем возрастают нагрузки на их детали, электроосажденные железные покрытия, применяемые для восстановления изношенных деталей оказываются малоэффективными, так уступают по износостойкости и другим эксплуатационным характеристикам новым деталям.

Повысить эксплуатационные свойства электролитического железа можно, как известно [2], химико-термической обработкой. Из всех известных методов такой обработки наиболее подходящим для упрочнения деталей, восстановленных электролитическим железнением, наиболее подходящим следует признать низкотемпературное цианирование (насыщение азотом и углеродом с использованием цианистых солей). Низкотемпературная (550...650 °С) обработка весьма удобна для ремонтного производства, так как не изменяет структуру восстанавливаемых деталей и требует гораздо меньшего расхода энергии, чем высокотемпературные процессы.

Нами для упрочнения восстановленных деталей было использовано цианирование в высокоактивном пастообразном карбюризаторе следующего состава (% масс): желтая кровяная соль $K_4Fe(CN)_6$ – 40 ; аморфный углерод (сажа) – 40; аммиачная селитра NH_4NO_3 -10; углекислый натрий Na_2CO_3 – 10; пастообразующая жидкость – водный раствор органического

клея КМЦ. Порошкообразные компоненты карбюратора тщательно перемешиваются в сухом состоянии, а затем разводятся клеем до консистенции густой пасты.

Цианирование восстанавливаемых деталей с использованием пастообразного карбюратора производится следующим образом. Детали с железными покрытиями, после их механической обработки, покрываются путем погружения в емкость с разведенным карбюратором слоем цианирующей пасты толщиной 1,5...2 мм и высушиваются. Сухие детали упаковываются в герметичный конвейер вплотную друг к другу, а оставшиеся между ними пустоты заполняются порошкообразным наполнителем, назначение которого – вытеснение воздуха из внутреннего пространства контейнера. В ремонтном производстве в качестве наполнителя удобнее всего использовать смесь мелкого кварцевого песка и сажи (или древесной золы).

Закрытый контейнер с деталями помещается в разогретую печь, а после окончания цианирования содержимое контейнера высыпается в бак с холодной водой. В процессе охлаждения отработанная обмазка легко отстает от поверхности деталей, поэтому цианированные детали практически не нуждаются в дополнительной очистке. На этом заканчивается упрочняющая обработка восстанавливаемых деталей, - при необходимости проводится только финишная обработка.

Было исследовано цианирование железных гальванических покрытий при температурах 550 и 650 °С и при длительностях от 1 до 3 часов. На цианированных образцах готовили микрошлифы, на которых проводили микроструктурный и рентгеноструктурный анализы. Результаты эксперимента показали, что на всех цианированных образцах с железными покрытиями образовались диффузионные слои, обогащенные азотом и углеродом, глубина и структура которых определяется температурой процесса (таблица 1 и рисунок 1)

Таблица 1 – Влияние цианирования электролитического железа на глубину и твердость диффузионных слоев

Температура цианирования, °С	Длительность цианирования, ч	Глубина цианирования, мм		Твердость покрытия, HRC	
		Общая	Карбонитридной зоны	До цианирования	После цианирования
550	3	0,07	0,02	69-72	74
	5	0,11	0,03		78
650	3	0,32	0,12		88
	5	0,58	0,21		95

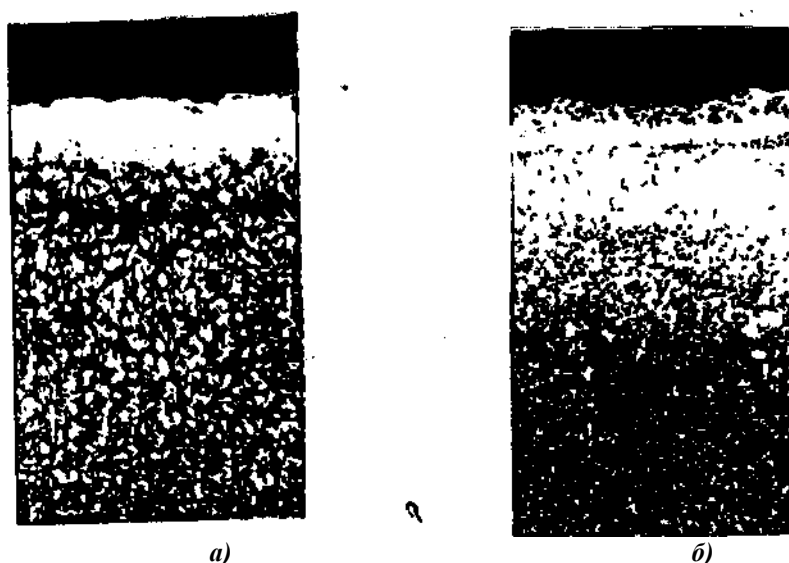


Рисунок 1 - Микроструктуры электролитического железного осадка, цианированного при различных температурах (1 час): а) – 550 °С; б) – 650 °С

При температуре цианирования 550°C на поверхности железного покрытия образуется тонкая корка гексагонального карбонитрида железа $\text{Fe}_2(\text{CN})$ (ε - карбонитрида), а под ней – также тонкая зона азотистого феррита (рисунок 1-а). Железное покрытие, цианированное при этой температуре, еще в большей степени сохраняет исходную структуру, сформированную при электроосаждении. В образцах, цианированных при 650°C , диффузионные слои имеют большую толщину, чем в первом случае, при этом на поверхности образуется весьма глубокая зона карбонитридов, в которой наряду с ε – карбонитридом обнаруживается карбонитрид цементитного типа в виде тонкого бордюра на поверхности (рисунок 1-б).

Различие в структурах цианированных железных осадков объясняется тем, что при низкой температуре (550°C) насыщение происходит по механизму азотирования. Дело в том, что при температурах ниже 590°C (критической температуры α - γ перехода в системе железо азот) в железное покрытие возможно только диффузия азота. Это приводит к образованию тонкой корки ε – фазы (как при азотировании) на относительно мягкой ферритной подложке. Не смотря на высокую микротвердость карбонитридной корки ($H_{\mu} > 10000$ МПа), ввиду ее незначительной толщины (0,01...0,03 мм), общая твердость цианированного слоя оказывается небольшой. Корка ε -карбонитрида железа отличается повышенной твердостью и практически не обеспечивает упрочняющего эффекта.

При цианировании железных покрытий при 650°C , что выше критической температуры аустенизации азотистого твердого раствора, в железное покрытие интенсивно диффундирует не только азот но и углерод. В результате на поверхности образуется толстый и твердый карбонитридный слой подпиремый глубокой зоной азотистого мартенсита, который образуется при охлаждении цианированного покрытия в воде. Обработка при 650°C обеспечивает высокую твердость цианированного электроосажденного покрытия (HRA 88...95), значительно в 1,2...1,5 раза превышающую твердость железного осадка в исходном состоянии. С увеличением длительности цианирования твердость покрытия заметно повышается (см таблицу), что свидетельствует о решающем влиянии толщины карбонитридной корки на эту характеристику.

Важным свойством железного покрытия определяющим работоспособность и долговечность восстановленных деталей, является прочность сцепления с основным металлом. Цианирование, как показали наши эксперименты благоприятно сказывается на этой характеристике, так в процессе выдержки при повышенной температуре активизируются диффузионные процессы, приводящий к постепенному размыванию этой границы. При этом прочность сцепления покрытия приближается к прочности основного металла.

Цианирование железного покрытия увеличивает усталостную прочность восстановленных деталей, так как создает на поверхности значительные сжимающие напряжения (вместо растягивающих в исходном состоянии). Предел выносливости образцов с железными покрытиями без упрочняющей обработки составляет менее 200 МПа (у основного металла $\sigma_{-1} \approx 310$ МПа), у цианированных образцов - $\sigma_{-1} = 380...420$ МПа, что соответствует пределу выносливости основы - стали 40. Наибольшее значение предела выносливости имеет место при глубине карбонитридной зоны, составляющей 1,5...2% от размеров сечения образца. Цианирование железных покрытий как на меньшую, так и на большую глубину, приводит к снижению усталостной прочности образцов.

Износостойкость цианированного электролитического железа в условиях граничного трения (в которых работает большинство деталей) при всех режимах нитроцементации весьма высока и превосходит таковую как у железных неупрочненных осадков, так и у закаленной углеродистой стали (рисунок 2).



Рисунок 2 - Интенсивность изнашивания электроосажденного железа при граничном трении

Повышенная износостойкость железных осадков цианированных при температуре 550 °С, по сравнению с покрытиями цианированными при 650 °С, может быть объяснена тем, что карбонитридная корка, формируется при пониженной температуре, представлена только карбонитридом ϵ , а корка, полученная при повышенной температуре, - карбонитридом цементитного типа. Первый имеет примерно в 1,5 раза большую микротвердость и, самое главное, меньший коэффициент трения. Благодаря благоприятному сочетанию названных характеристик, низкотемпературная структура показывает более высокую износостойкость, чем высокотемпературная, несмотря на гораздо меньшую глубину диффузионного слоя.

На конец надо отметить, что цианирование повышает и противозадирные свойства железных осадков. Испытания показали, что в условиях трения без смазки схватывание у неупрочненного электроосажденного железа наступает уже при удельных нагрузках около 1 МПа, в то время как у цианированных покрытий – при нагрузках выше 3 МПа.

Таким образом, низкотемпературное цианирование, благодаря созданию на поверхности железных осадков диффузионных слоев с большим содержанием высокотвердых карбонитридов, значительно повышает их усталостную прочность и износостойкость и может быть с успехом использовано для эффективного упрочнения деталей, автомобилей восстановленных железением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батищев А.Н. Восстановление деталей гальванопокрытиями на ремонтных предприятиях. / А.Н. Батищев, И.Г. Голубев. - М.: Агро НИИТЭИИТО, 1987.-25 с.
2. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. / Е.Л. Воловик. - М.: Колос, 1981.-351 с.

Никулин Владимир Иванович

Курская государственная сельскохозяйственная академия, г. Курск
 Доктор биологических наук, кафедры «Механизация животноводства и ремонт машин»
 Тел.: +7(4712) 53-13-30

Колмыков Валерий Иванович

Курская государственная сельскохозяйственная академия, г. Курск
 Доктор технических наук, профессор кафедры «Механизация животноводства и ремонт машин»
 Тел.: +7(4712) 53-13-30

Тутов Александр Анатольевич

Курская государственная сельскохозяйственная академия, г. Курск
 Кандидат технических наук, доцент кафедры «Механизация животноводства и ремонт машин»
 Тел.: +7(4712) 53-13-30

А.Л. ПАК

МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ШИН АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В статье приводятся сведения об основных принципах совершенствования шин автотранспортной техники. В общем виде представлены основные конструктивные и технологические параметры шин, влияющие на технические и эксплуатационные характеристики автотранспортных средств.

Ключевые слова: тягово-сцепные показатели; радиальные шины; диагональные шины; герметизирующий слой; бескамерные шины; ободная лента.

In the paper the information of basic principles for motor-car tyre perfection is given. In general view there are represented main design and technological parameters of tyres effecting technical and operating characteristics of motor transport.

Key words: roadhold, radial tires, bias tires, sealing compound, tubeless tyres, rim strip.

Анализ развития мировой шинной промышленности, перспективных отечественных разработок и современного состояния шинной отрасли РФ, основные принципы совершенствования техники (АТТ) заключаются в следующем:

1. Соответствие нагрузочных, размерных, жесткостных показателей шин условиям эксплуатации АТТ, обеспечении снижения энергетических затрат на движение по твердой опорной поверхности и деформируемым грунтам, повышении тягово-сцепных показателей машин, улучшении их устойчивости и управляемости.

2. Обеспечении снижения расхода топлива, температуры разогрева шин, повышении проходимости, износостойкости и ресурса шин, надежности в эксплуатации, улучшении комфортабельности и безопасности движения автотранспорта на уровне лучших зарубежных образцов (таблица 1).

3. Пневматическая шина для АТТ должна быть:

а) по способу обеспечения радиальной нагрузки и скорости, при которой эксплуатируется шина – с избыточным внутренним давлением;

б) по конструктивному построению – радиальной, бескамерной;

в) по конфигурации профиля поперечного сечения (в зависимости от отношения высоты профиля к его ширине) – тороидной или широкопрофильной;

г) по конструкции каркаса и брекера – целиком металлокордной;

д) по обеспечению требований по работоспособности при повреждениях – с регулируемым давлением и внутренним ограничителем деформации;

е) по обеспечению требований к проходимости – с рисунком протектора повышенной проходимости и необходимым радиальным прогибом;

ж) по конструктивному использованию ободьев – с разъемным герметичным ободом и резинокордным распорным кольцом или внутренним неподвижным ограничителем деформации, обеспечивающими надежную посадку шины на обод и герметичность.

Радиальные шины во всех группах шин для полноприводных автомобилей должны вытеснить шины диагональной конструкции из-за значительных преимуществ по безопасности, экономичности, весовым и экологическим свойствам. Более высокая безопасность радиальных шин проявляется в лучшем держании дороги, лучшей реакции на поворот рулевого колеса, в более высоком сцеплении на различных дорожных покрытиях, в высокой стойкости к проколам.

К экономическим преимуществам относятся: более высокая долговечность (повышенный срок службы протектора в 1,5...2,5 раза), снижение массы шины (на 8...10 %), снижение сопротивления качению, теплообразования (в несколько раз по сравнению с диаго-

№3/26(570)2009 (июль-сентябрь) Эксплуатация, ремонт, восстановление

нальными шинами) позволяет эксплуатировать радиальную шину при более высоких скоростях (в 1,7...1,8 раза), с повышенной нагрузкой (на 15...25 %), при этом возрастает пробег шин (не менее чем в 1,5...1,7 раза) до выхода из строя по причине износа протектора или усталости каркаса. Еще одним следствием использования возможностей, которые открывает радиальная конструкция шины, является возможность изменять в широких пределах отношение высоты профиля к его ширине.

Таблица 1 – Экспертная оценка выпускаемых в РФ шин в сравнении с зарубежными аналогами

Показатели	Легковые	Легкогрузовые	Грузовые
Безопасность			
Сцепные свойства на сухой и мокрой дороге	Соответствуют	Соответствуют не полностью	Соответствуют
Устойчивость и управляемость	Соответствуют	Соответствуют	Соответствуют
Скоростные свойства	Соответствуют	Соответствуют	Уступают
Скорость аквапланирования	Уступают	Соответствуют не полностью	Соответствуют
Комфортабельность			
Внешний шум	Соответствуют не полностью	Уступают	Соответствуют не полностью
Неоднородность	Уступают	Уступают	Уступают
Устойчивость движения на высоких скоростях	Соответствуют не полностью	Соответствуют не полностью	Соответствуют
Надежность и экономичность			
Ресурс и износостойкость	Уступают	Уступают	Уступают
Коэффициент сопротивления качению	Соответствуют	Соответствуют не полностью	Уступают
Ремонтпригодность	Уступают	Уступают	Уступают
Масса	Уступают	Уступают	Соответствуют не полностью

С целью улучшения эксплуатационных качества и более полного удовлетворения тактико-техническим требованиям, предъявляемым к полноприводным автомобилям по снижению массы шин, по проходимости и долговечности и др., необходимо предусмотреть работы по созданию шин радиальной конструкции, которые заменят оставшиеся диагональные шины.

Требования к перспективным шинам для АТТ по надежности работы при проколах частично удовлетворяются благодаря применению бескамерных шин с регулируемым давлением. В бескамерной шине ездовую камеру заменяет герметизирующий слой. Герметизация достигается также плотной посадкой шины на обод, специальной конструкцией борта, герметичностью распорного кольца или неподвижного ограничителя деформации. Вследствие этого при повреждениях, если оно незначительное, отверстие в шине герметизируется, а если значительное, то воздух выходит только через это отверстие и скорость его относительно мала по сравнению с повреждением камерной шины, где при проколе и разрыве камеры воздух выходит через негерметичный обод и зазор между шиной и ободом. Применение бескамерных шин в этом случае повышает безопасность движения, а также подвижность и маневренность транспортного средства. Наряду с этим бескамерные шины обеспечивают сокращение количества затрачиваемого времени на ремонт, который может осуществляться без демонтажа шин и не требует времени на демонтаж и ремонт камеры.

Тепловой режим работы бескамерных шин более благоприятен, чем камерных, так как отсутствует трение между покрывкой и камерой. Теплота, выделяющаяся при качении шины, отводится из внутренней полости непосредственно через обод. Расход резины на герметизирующий слой несколько меньше, чем на камеры. Благодаря этому, а также благодаря отсутствию ободной ленты бескамерная шина легче камерной. Опыт эксплуатации показывает, что средний срок службы бескамерных шин примерно на 20 % выше, чем у покрывок с камерами.

Перспективные требования к безопасным шинам, в части обеспечения требуемого пробега без избыточного давления, могут быть реализованы в трех типах колес при обязательном переходе к шинам радиальной конструкции:

безопасное колесо с бескамерной радиальной шиной с регулируемым давлением и на разъемном ободе колеса с внутренним ограничителем деформации;

безопасное колесо с бескамерной радиальной шиной с регулируемым давлением, частично заполненное упругим веществом, изменяющим свои габариты в зависимости от величины внутреннего давления, с разъемным ободом;

безопасное колесо с бескамерной радиальной шиной «каркасного» типа с обеспечением минимальных (3...4 % от внешнего диаметра) радиальных прогибов на дорогах с твердым покрытием и максимальных (10...12 % от внешнего диаметра) – на деформируемых грунтах.

В заключении следует отметить, что работы по совершенствованию и повышению технического уровня шин являются очень дорогостоящими, поэтому в настоящее время это направление в РФ значительно отстает от уровня разработок зарубежных фирм и компаний, специализирующихся в данной области автомобилестроения.

Современные отечественные разработчики и производители традиционных шин в настоящее время сосредотачивают свои усилия на поиске новых полимерных материалов, добавление которых в элементы конструкции позволяет улучшить качество резины, совершенствование конструкции шины в целом и ее составляющих частей в отдельности, а также применении новых прогрессивных технологий исследований, производства и изготовления.

В обобщенном виде основные направления и методы совершенствования материалов и конструкции шин представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные направления и методы совершенствования материалов и конструкции шин

Направления совершенствования	Методы совершенствования	Влияние на технические и эксплуатационные характеристики АТТ
1	2	3
Усовершенствование внутреннего герметизирующего слоя	Применение более легких материалов с меньшей воздухопроницаемостью	Повышение надежности и снижение материалоемкости
Снижение массы элементов конструкции шины	Замена стальной проволоки сердечника борта альтернативными материалами (арамидом, углеродным волокном и др. материалами с относительно малым удлинением)	Снижение материалоемкости и снаряженной массы автомобиля
Усиление жесткости боковины шины	Армирование нейлоном борта шины. Использование специального профиля борта, увеличивающего боковую и круговую жесткость	Улучшение управляемости автомобилем
Оптимизация контакта борта с ободом	Применение в качестве корда полиэфирного или нейлонового волокна. Армирование корда стальной проволокой	Повышение надежности

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Улучшение качества корда	Использование в каркасе слоев гидратцеллюлозного волокна	Повышение максимально допустимой осевой нагрузки
Улучшение распределения сил между брекерным поясом и бортовой областью	Использование в каркасе слоев гидратцеллюлозного волокна	Улучшение управляемости
Уменьшение нагрева шины	Применение брекеро в из стали, ограничивающих смещение слоев и придающих стабильность протектора; применение альтернативных материалов – армидного, углеродного, нейлонового волокна, стекловолокна; сочетание металлокорда с нейлоном. Разработка бесшовного брекерного пояса, внедрение процесса, минимизирующего отклонение в толщине элементов шины, предотвращение смещения краев брекерной полосы, обеспечение жесткой фиксации элементов шины, предотвращение смещения краев брекерной полосы, обеспечение жесткой фиксации элементов шины	Повышение износостойчивости и долговечности шин. Увеличение максимальных скоростей движения. Уменьшение сопротивления качению. Снижение уровня тепловой заметности
Совершенствование материала и технологии изготовления компаунда протектора	Синтез новых резин и полимеров. Оптимизация подбора ингредиентов (серы, окиси магния, сажи, нефти) и добавок (кремнезема, технического углерода). Изменение молекулярной макро структуры	Повышение износостойчивости и долговечности шин. Повышение коэффициента сцепления с дорогой. Уменьшение сопротивления качению
Совершенствование рисунка протектора	Применение широкой кольцевой канавки по центру протектора. Применение специальной геометрии боковых канавок рисунка протектора. Применение специальной геометрии грунтозацепов	Уменьшение склонности к аквапланированию. Увеличение максимальных скоростей движения. Повышение проходимости по деформируемым грунтам

Пак Александр Леонидович
ФГОУ ВПО МГУЛ
Аспирант
Тел.: +7 (498) 687-36-24

В.А. ПОЛУЯН, Г.В. ИВАНКОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОГРЕВА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ МЕДНЫХ СПЛАВОВ

Преимущества подшипников скольжения по отношению к подшипникам качения из-за возможности работать в агрессивной среде, в широком диапазоне температур, при больших угловых скоростях, возможности гасить колебания вала, меньших габаритов – обеспечили их широкое распространение в технике.

Ключевые слова: температура прогрева; тонкостенные детали; подшипник скольжения; медные сплавы; поле температур.

The advantages of sliding bearings with respect to frictionless bearings because of the possibility of an operation in corrosive medium at a wide range of temperatures and large angular velocities, possibility to damp shaft oscillations and smaller dimensions – provided them wide use in machinery.

Key words: warming-up temperature, thin-walled parts, sliding bearings, copper alloys, temperature field.

Ни для одного из используемых подшипниковых узлов скольжения не возможно избежать более или менее длительной работы в режиме смешанного или граничного трения, когда сопротивление вращению и интенсивность изнашивания трущихся поверхностей зависит от свойств материала вала и втулки подшипника. Уменьшение износа и потерь на трение достигается выбором материала втулки для подшипника в соответствии с условиями эксплуатации.

В сельскохозяйственной технике наибольшее распространение получили подшипники скольжения, изготовленные из чугуна, медных сплавов и баббитов.

При ремонте подшипниковых узлов восстанавливают номинальный зазор между сопрягаемыми деталями. При этом поверхности вала восстанавливают до номинального или обрабатывают до ремонтного размера, а втулки или вкладыши подшипников скольжения заменяют на новые. В связи с этим в научных трудах и технической литературе наибольшее внимание уделено разработке новых и совершенствованию существующих технологий восстановления поверхностей подшипников скольжения, с целью получения более износостойкого поверхностного слоя. И почти не рассматриваются способы восстановления втулок и вкладышей.

Нами сделана попытка проанализировать актуальность восстановления втулок подшипников скольжения изготавливаемых из медных сплавов и предлагается технология восстановления этих деталей.

Для выявления актуальности выполнен анализ износного состояния внутренней поверхности втулок верхней головки шатуна трактора ЯМЗ-240Б. Согласно технических требований на капитальный ремонт двигателя номинальный диаметр внутренней поверхности втулки $50^{+0,040}_{+0,031}$ мм, допустимый диаметр 50,06 мм. При выполнении анализа втулки (рисунок 1) внутренний диаметр втулки определялся при помощи нутромера индикаторного НИ 50-100 с головкой измерительной рычажной с ценой деления 1 мкм. Полученные величины износов обработаны согласно стандартной методики. Среднее значение износа внутренней поверхности втулки составило 0,0445 мм, при среднеквадратичном отклонении 0,0138 мм и коэффициенте вариации 0,052.

Выполненный анализ позволяет сделать следующий вывод, что при толщине стенки втулки 3,0 мм, величина износа не превышает 0,1 мм, то есть выбраковке подлежат втулки при довольно большой толщине стенки.



Рисунок 1 – Втулка верхней головки шатуна

Актуальность оценки тепловых процессов при электро-контактной приварке (ЭКП) присадочных материалов заключается в том, что при приварке присадочных материалов в частности стальной ленты преследуется цель прогрева ее в месте контакта до температуры перехода материала в пластичное состояние, то есть до температура свыше 1200°C.

Температура нагрева и скорость охлаждения восстанавливаемой детали при ЭКП зависит от множества факторов, в частности от, размеров, химического состава и теплофизических свойств основного металла и ленты, технологических режимов процесса приварки (мощность источника теплоты, скорость его движения, шаг приварки, ширины рабочей части ролика). Нахождение оптимальных вариантов для создания вышесказанного эффекта требует большого объема поисковых экспериментов. Эту задачу можно упростить, если предварительный анализ теплофизических процессов, происходящих при ЭКП, выполнить на соответствующих математических моделях.

Учитывая конфигурацию восстанавливаемой втулки, при восстановлении принимаем однороликовую схему приварки ленты. Схема такой приварки проиллюстрирована на рисунке 2.

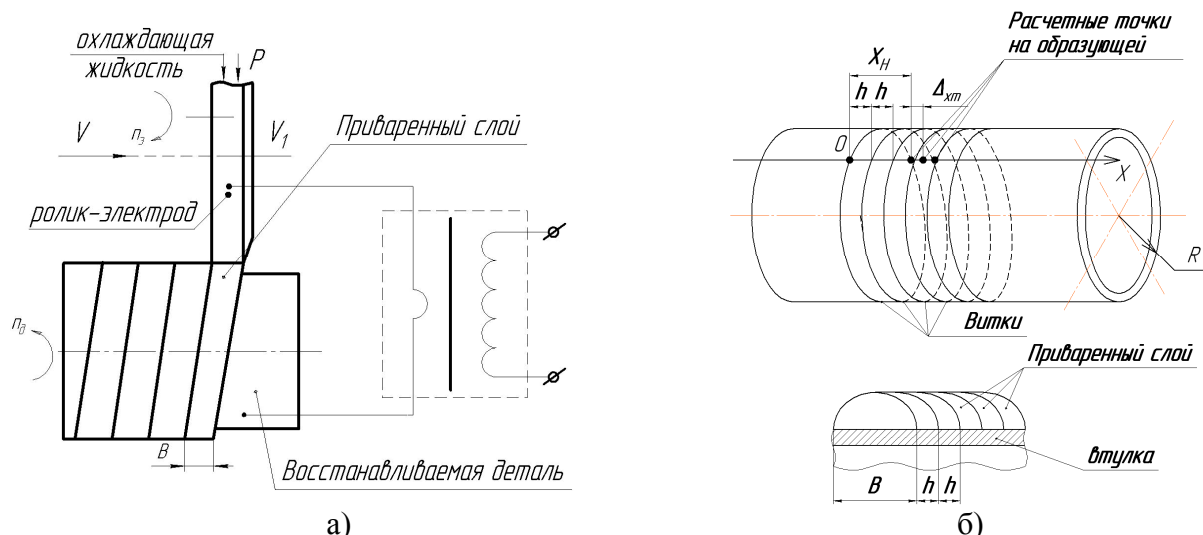


Рисунок 2 – Технологическая (а) и расчетная (б) схема ЭКП для расчета распределения поля температур

Тепловыделение, связанное с сопротивлением металла детали и ленты, при пропуске импульса тока моделировали действием мгновенного нормально-кругового источника в тонкостенном цилиндре.

В работе [1] показано, что поле температур при наплавке сплошного кругового цилиндра по винтовой траектории малого шага можно описать уравнениями:

$$T = \frac{2q}{vc\rho R} \sum_{n=1}^N \Phi_n(r, t_n) \frac{\exp[-\frac{x_n^2}{4at_n} - bt_n]}{\sqrt{4\pi at_n}} + T_0, \quad (1)$$

$$\Phi(r, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{J_0(\mu_k \frac{r}{R})}{J_1(\mu_k)} \exp(-\frac{\mu_k^2 at}{R^2}), \quad (2)$$

где

T - искомая температура, °С;

T_0 - начальная температура, температура окружающей среды, °С;

q - мощность источника теплоты, Вт;

v - линейная скорость движения источника по спирали, см/с;

R - радиус наплавляемого цилиндра, см;

x - координата расчетной точки на оси «X» (рисунок 1), см;

r - радиальная координата расчетной точки, см;

t - время с момента начала нагрева (с момента первого появления источника на заданной образующей), с;

$c\rho$ - объемная теплоемкость тела, Дж/см³°С;

a - коэффициент температуропроводности тела, см²/с, $a = \lambda / c\rho$;

λ - коэффициент теплопроводности тела, Вт/см°С;

b - коэффициент поверхностной теплоотдачи, 1/с; $b=2\alpha/c\rho R$;

α - коэффициент полной поверхностной теплоотдачи, Вт/см²°С;

$J_0(u)$ – функция Бесселя первого рода нулевого порядка от действительного аргумента;

$J_1(u)$ - функция Бесселя первого рода первого порядка от действительного аргумента;

μ_k - k – ый корень уравнения $J_1(u)=0$;

n - номер витка на спиральной траектории источника теплоты, теплота которого учитывается при суммировании температур

Уравнение (1) получено с использованием расчетной схемы нагрева поверхности цилиндра быстро движущимся точечным источником теплоты. Это уравнение с известными допущениями /2/ описывает поле температур, получаемое в результате суммирования температур от всех пройденных источником витков. Уравнение (2), описывающее функцию $\Phi(r, t)$, выражает процесс выравнивания теплоты в тонком круглом диске при мгновенном нагреве его по наружной поверхности диска.

При выполнении расчетов на персональном компьютере с использованием уравнения (1) никаких трудностей не возникает. Для расчета значений функции $\Phi(r, t)$ в работе /2/ рекомендуется использование специальной номограммы $\Phi(r, t)=f(\tau)$, где $\tau=at/R^2$.

При определении температуры при электроконтактной приварке стальной ленты рекомендуется использовать формулы ряда Бесселя /3/

$$J_p(x) = \frac{(0,5x)^p}{p!} \Lambda_p(x), \quad (3)$$

$$\Lambda_p(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k!} \frac{p!}{(p+k)!} \left(\frac{ix}{2}\right)^{2k}, \quad (4)$$

где p – это порядок функции Бесселя.

При $p=0$ и $p=1$, соответственно получаем выражения для функций нулевого и первого порядка - $J_0(x)$ и $J_1(x)$. Занятую ранее букву « x » для аргумента функции заменим на « iu », тогда с учетом того, что при $p=0$ первый множитель в уравнении (3) обращается в уравнение:

$$J_0(u) = \Lambda_0(u) = \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{1}{k!}\right)^2 \left(\frac{iu}{2}\right)^{2k}. \quad (5)$$

При $p=1$ получаем:

$$J_1(u) = \frac{u}{2} \Lambda_0(u) = \frac{u}{2} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{1}{k!(1+k)!}\right) \left(\frac{iu}{2}\right)^{2k}. \quad (6)$$

Заметим, что расчеты с помощью уравнения (6) нужны лишь для определения значений корней этой функции μ_k . С точностью до четвертого знака после запятой эти корни могут быть взяты из справочника [3].

Они таковы:

$$\begin{aligned} \mu_1 = 0; \mu_2 = 3,8317; \mu_3 = 7,0156; \mu_4 = 10,1735; \mu_5 = 13,3237; \\ \mu_6 = 16,4706; \mu_7 = 19,6159; \mu_8 = 22,7601; \mu_9 = 25,9037; \\ \mu_{10} = 29,0468, \mu_{11} = 32,1897, \mu_{12} = 35,3323 \end{aligned}$$

Распределение теплоты в результате приложения импульса при электроконтактной приварке по рассматриваемой схеме происходит в области контакта двух цилиндров с параллельными осями. Цилиндр большего радиуса – токонесущий ролик и цилиндр меньшего радиуса – наплавляемая деталь. Естественно при этом, что распределение теплосодержания металла h после внесения теплоты оказывается неравномерным: теплота вдоль линии контакта, совпадающей по направлению с осью X , распределена более «равномерно», чем в направлениях двух других осей. Это обстоятельство необходимо учитывать и тем более, когда решается задача о распределении температур вблизи поверхности наплавляемого цилиндра, то есть вблизи источника теплоты.

В работе [4] показано, что расчетная схема 2.6б может быть использована для описания поля температур при вышеописанном способе нагрева кругового цилиндра. При этом рассмотрен случай, когда тепловой импульс в объеме металла, прилегающем к точке приложения источника, обеспечивает распределение теплосодержания металла по закону, близкому к закону нормально-линейного источника. Характер такого распределения показан на рисунке 3. Под относительным теплосодержанием здесь подразумевается безразмерная величина отношения теплосодержания в произвольной точке к максимальному теплосодержанию на оси источника.

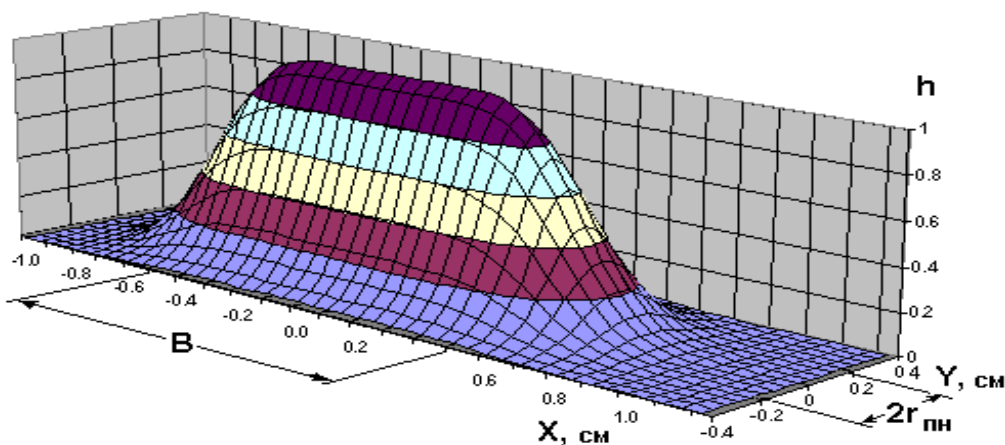


Рисунок 3 – Распределение относительного теплосодержания в металле втулки после приложения теплового импульса

На рисунке 3 показана длина базы В, на которой источник практически оказывается нормально-линейным. (Понятие о таком источнике введено в работе /5/). Численно этот размер совпадает с шириной токонесущего ролика в месте контакта с цилиндром. При описании распределения теплоты источника (и при задании исходных данных в персональный компьютер) использовалась величина $r_{nn} = D_{nn}/2$ – условный радиус пятна нагрева численно равный расстоянию, на котором теплосодержание составляет половину от его максимального значения. На рисунке 3 этот размер тоже показан. Заметим, что распределение теплосодержания металла вдоль осей Y и Z практически совпадают.

Расчет глубины зоны термического влияния осуществлялся на основе следующей информации. Во-первых, как показывает расчетный анализ, в материале из которого изготовлена втулка (Бр. ОЦС 4-4-25) скорости охлаждения, характерные для процесса электроконтактной приварки (по крайней мере, в исследуемом диапазоне изменения констант, характеризующих условия приварки) приводят к изменению структуры материала. Этот факт был установлен следующим образом. В выбранном примере поле температур рассматривается через $t=271$ с с момента начала процесса работы источника теплоты. Далее с шагом по времени $\Delta t = 0,184$ с в точках с координатами: $R = 25 \div 28$ мм (с шагом 0,25 мм), $r_{nn} = 2,42 \div 2,5$ мм (шагом 0,2 мм) вычислены значения температур.

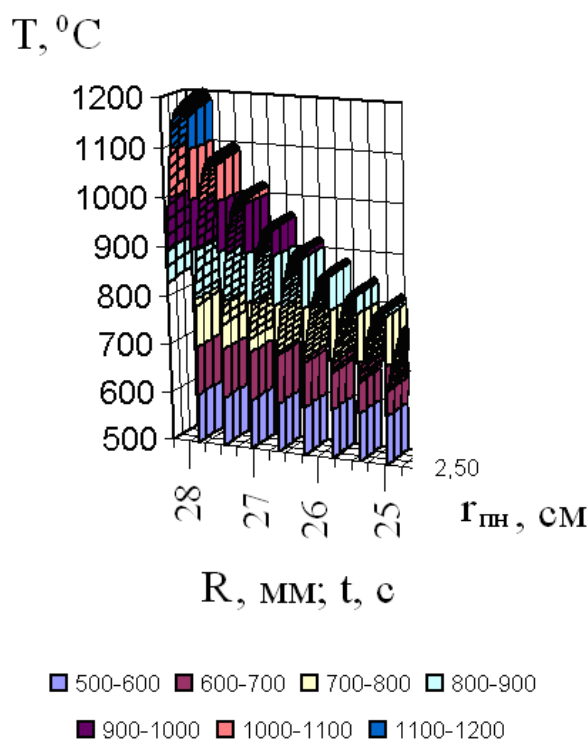


Рисунок 4 – Распределение поля температур при ЭКП

На рисунке 4 по горизонтальной оси отложены координаты R и t (время). При этом числовые значения координат относятся только к первой точке каждого распределения $T(R, r_{nn})$ (так как другие значения координат просто не умещаются при использованной форме представления результатов счета). По наклонной оси даны координаты r_{nn} . В итоге, каждая из 24-х поверхностей $T(R, r_{nn})$ на рисунке соответствует восьми последовательным моментам времени (значения шагов по R, r_{nn} и t указаны выше). Из рисунка видно, что рассматриваемые точки, нагреваемые до максимальной температуры 1200°C остывают со скоростями порядка 590 °C/с.

Выполненные расчеты показывают, что при восстановлении втулки верхней головки шатуна электроконтактной приваркой стальной ленты на всей толщине втулки образуется зона термического влияния, приводящая к изменению структуры и механических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Махненко В.И. Тепловые процессы при механизированной наплавке деталей типа круговых цилиндров./ В.И. Махненко, Т.Г. Кравцов – Киев, Наукова Думка, 1976.
2. Волченко В.Н. Теория сварочных процессов; Под ред В.В. Фролова. /В.Н. Волченко, В.М. Ямпольский, В.А. Винокуров – М.: Высшая школа, 1988.
3. Янке Е. Таблицы функций с формулами и кривыми. / Е.Янке, Ф. Эмде – М., ФизМатГиз, 1959
4. Прохоров Н.Н. Расчет поля температур в приповерхностном объеме металла при электроконтактной наплавке (приварке) кругового цилиндра по спирали малого шага./ Н.Н. Прохоров – М.: Сб. трудов МГВМИ, 2006.

Полуян Владимир Александрович

ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»,
г. Москва
Кандидат технических наук, доцент
Тел.: +7(495) 977-23-65

Иванков Геннадий Владимирович

ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»,
г. Москва
Инженер
Тел.: +7(495) 977-23-65

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СЕТЧАТЫХ ДИСКОВ МАСЛЯНОГО ФИЛЬТРА ДВИГАТЕЛЯ 6 DV

В современных условиях, когда важное значение играют высокая эффективность, скорость, низкая цена и простота выполнения той или иной технологической операции, все большее значение в процессах очистки приобретает очистка ультразвуком. Возможность замены ручного труда, уменьшение продолжительности, исключение использования пожароопасных и токсичных растворителей, и получение высокой степени чистоты поверхностей любой сложности – это основные преимущества ультразвуковой очистки. В статье будут рассмотрены особенности такого вида очистки от загрязнений сетчатых дисков масляного фильтра, входящего в конструкцию системы смазки дизельного двигателя 6 VD 14,5/12-1 SRW, который устанавливается на кормоуборочные комбайны Е-281.

Ключевые слова: масляный фильтр; очистка ультразвуком; звукокапиллярный эффект; кавитационные пузырьки; акустические течения.

Under existing conditions, when a significant role play a high efficiency, rate, low price and simplicity of this or that technological operation a higher importance in purification operations obtains an ultrasonic purification. The possibility of manual labour substitution, decrease of duration, exception from use of fire dangerous and toxic solvents and achievement of a high degree of surface finish of any complexity – all these are main advantages of ultrasonic purification. In the paper the peculiarities of such a kind of purification against pollution of gauze discs of an oil strainer being a part of a lubricating system structure in the diesel engine 6VD 14,5/12-1 SRW which is installed in a fodder harvester E-281, will be considered.

Key words: oil strainer, ultrasonic purification, sound-capillary effect, cavitation bubbles, acoustic flows.

Ультразвук - упругие колебания и волны, частота которых превышает 15-20 кГц. Нижняя граница области ультразвуковых частот, отделяющая её от области слышимого звука, определяется субъективными свойствами человеческого слуха и является условной, поскольку верхняя граница слухового восприятия человека имеет значительный разброс для различных индивидуумов. Верхняя граница ультразвуковых частот обусловлена физической природой упругих волн, которые могут распространяться лишь в материальной среде, т. е. при условии, что длина волны значительно больше длины свободного пробега молекул в газах или межатомных расстояний в жидкостях и твёрдых телах. [1, 2]

Ультразвуковая очистка – способ очистки поверхности твердых тел, основанный на возбуждении в моющем растворе колебаний ультразвуковой частоты, в результате чего происходит разрушение поверхностных пленок загрязнений, отслаивание и удаление загрязнений, их имульгирование и растворение. Это один из наиболее распространенных и изученных в ультразвуковой технологии процесс.

Исследования показали, что в зависимости от вида загрязнения преобладающую роль в очистке играют различные процессы. Так, разрушение слабо взаимосвязанных загрязнений происходит, в основном, под действием пульсирующих (незахлопывающихся) кавитационных пузырьков. На краях пленки загрязнений пульсирующие пузырьки, совершая интенсивные колебания, преодолевают силы сцепления пленки с поверхностью, проникают под пленку, разрывают и отслаивают ее. Радиационное давление и звукокапиллярный эффект способствуют проникновению моющего раствора в микропоры, неровности и глухие каналы. Акустические течения осуществляют ускоренное удаление загрязнений с поверхности. Если же загрязнения прочно связаны с поверхностью, то для их разрушения и удаления с поверхности необходимо наличие захлопывающихся кавитационных пузырьков, создающих микроударное воздействие на поверхность. Под действием кавитационных пузырьков находящиеся на

поверхности в порах и трещинах твердого тела жидкие загрязнения быстро растворяются, а твердые частицы выбрасываются из углублений поверхности в очищающую жидкость.

Для осуществления необходимого режима ультразвуковой очистки необходим выбор оптимальных значений интенсивности ультразвука и частоты колебаний. С повышением частоты кавитационный пузырек не достигает конечной стадии захлопывания, что снижает микроударное действие кавитации. Чрезмерное понижение частоты приводит к увеличению уровня воздушного шума, и требует увеличения габаритов излучателя. Поэтому большинство промышленных установок работает в диапазоне 18-44 кГц. [3]

Повышение интенсивности ультразвука сверх определенного предела приводит к увеличению амплитудного значения давления, и кавитационный пузырек вырождается в пульсирующий. При малых значениях интенсивности слабо выражена кавитация и все вторичные эффекты, возникающие в жидкости при введении ультразвуковых колебаний и определяющие эффективность очистки. Рабочий интервал интенсивности составляет 0.5-10 Вт/см².

Ультразвук нельзя рассматривать как собственно «моющее средство», так как колебания лишь способствуют отмыванию загрязнений. Поэтому применение ультразвука при очистке может быть эффективным только в жидких средах, которые сами по себе являются эффективными растворителями или моющими средствами.

Большую роль в процессе очистки играет правильно подобранный состав моющей жидкости. При этом необходимо учитывать свойства материала очищаемой детали и вид загрязнений. Моющая жидкость должна вступать в химическое взаимодействие только с поверхностными загрязнениями, но не с материалом очищаемого изделия. Существенное влияние на протекание и развитие в моющих растворах специфических явлений, возбуждаемых ультразвуком, оказывают физико-химические свойства жидкости. Повышение упругости пара внутри пузырька резко снижает интенсивность кавитации, поэтому, например, применение для ультразвуковой очистки водных растворов более эффективно, чем применение органических растворителей. На эффективность очистки также влияют такие внешние факторы, как температура и гидростатическое давление в жидкости.

Также при выборе моющей жидкости, как и режима ультразвуковой очистки следует учитывать характер загрязнения детали. В нашем случае будет производиться очистка сетчатых дисков масляного фильтра от наиболее распространенного вида загрязнений – застарелых масел и смазок.

Для очистки сетчатых дисков масляного фильтра нами используется универсальное моющее средство МС-37, предназначенное для очистки деталей от смолисто-масляных загрязнений в концентрации 10 г./л. при температуре 20⁰С.

Для очистки используется установка УЗВ-12-600, состоящая из корпуса, емкости звуковой ванны с размещенным на ней магнитострикционным излучателем и ультразвуковым генератором, процессором управления. Пульт управления введен на панель генератора. На дне ванны установлены пьезокерамические преобразователи. Подводимая от генератора электроэнергия ультразвуковой частоты преобразуется в ультразвуковые колебания дна и стенок ванны и кавитацию в моющем растворе. [3]

Процессор управления (таймер) рабочего цикла состоит из сдающего генератора и счетчика делителя, выходы которого через кнопочный переключатель и схему суммирования подключены к схеме защиты генератора. Длительность рабочего цикла устанавливается поворотом регулятора. По истечении установленного времени таймер отключает генератор.

Непосредственно процесс ультразвуковой очистки осуществляется следующим образом. После демонтажа вставки масляного фильтра 90/30 FOS 2-1 дизельного двигателя 6 VD 14,5/12-1 SRW, сетчатые диски погружаются в ванну установки с приготовленным моющим раствором универсального средства МС-37. Процесс ультразвуковой очистки происходит в режиме с рабочей частотой 35 кГц в течение 5 минут. По завершению процесса очистки сушка сетчатых дисков осуществляется гигроскопической ветошью с последующей обдувкой сжатым воздухом до полного удаления моющего раствора. Затем производится сборка

масляного фильтра и его испытания в соответствии с инструкцией по эксплуатации и техническому обслуживанию дизельного двигателя 6 VD. [4]

В заключении можно сказать, что ультразвуковой способ очистки сетчатых дисков масляного фильтра 90/30 FOS 2-1 выгодно отличается от предложенного в инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию дизельного двигателя 6 VD способа, заключающегося в промывке дисков в чистом бензине мягкой кистью. Ультразвуковая очистка позволяет значительно снизить время и затраты труда, а также обеспечивает высокое качество очистки поверхностей дисков и надежность работы фильтров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голямин И.П. Ультразвук. Маленькая энциклопедия. / И.П. Голямин – М.: Издательство «Советская энциклопедия», 1979
2. Розенберг Л.Д. Физика и техника мощного ультразвука, том III. Физические основы ультразвуковой технологии. / Л.Д. Розенберг. – М.: Издательство «Наука», Москва.
3. Ультразвуковая очистка деталей машин при ремонте. Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2001 – 11 с.
4. Инструкцией по эксплуатации и техническому обслуживанию дизельного двигателя 6 VD

Пучин Евгений Александрович

МГАУ им. В.П. Горячкина, г. Москва

Доктор технических наук, заведующий кафедры «Ремонт и надежность машин»

Тел.: +7(495) 977-23-65

Исайкин Андрей Сергеевич

МГАУ им. В.П. Горячкина, г. Москва

Аспирант кафедры «Ремонт и надежность машин»

Тел.: +7(495) 977-23-65

А.Э. СЕВЕРНЫЙ, Е.В. ЩЕГЛОВ, В.П. ПАВШЕНЦЕВ, И.С. ЮСИПОВ,
А.Е. ИКРЯНИКОВ, Р.Г. ДЗАРТАРНЕК

ПОВЫШЕНИЕ ЗАЩИТНОЙ СПОСОБНОСТИ КОНСЕРВАЦИОННЫХ СОСТАВОВ

В статье приведены результаты испытаний консервационных материалов Маякор, Росойл-700 и др. применительно к сельскохозяйственной технике.

Ключевые слова: защитная способность; консервационные составы; технический сервис; противокоррозионная защита; коррозионная стойкость.

In the paper the results of tests of conservation materials Mayacor, Rosoil- 700 and others as applied to agricultural machinery are shown.

Key words: protective ability, conservation compositions, technical maintenance, anticorrosive protection, corrosion stability.

В настоящее время, в основу совершенствования технического сервиса положены меры по повышению сопротивляемости старению машин, сохранение имеющегося технического потенциала МТП, поддержание его работоспособности.

Качественная противокоррозионная защита, гарантирующая должную сохраняемость машин, невозможна без использования эффективных консервационных материалов. В настоящее время выпускаемые промышленностью защитные составы практически не доступны сельхозтоваропроизводителям из-за своей дефицитности, дороговизны и нестабильности поставок. При консервации сельскохозяйственной техники к защитным составам не предъявляются жесткие требования по их декоративности. Основными лимитирующими свойствами являются противокоррозионная стойкость, экологическая безопасность и дешевизна. [1]

В связи с этим были проведены лабораторные и стендовые испытания по обоснованию средств временной противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники в период хранения.

Особый интерес представляют, исследования коррозионной стойкости консервационных составов с добавлением в них нанопорошка гидроксида алюминия ($Al(OH)_3$ - бемит). Для этой цели отобраны, по результатам ранее проведенных исследований составы: Маякор и Росойл-700 [2]

Ускоренные испытания проводились в камере влажности Г-4 в течение 720ч. (30 суток) при температуре 40...50°C и относительной влажности 100%, что соответствует году хранения на открытом воздухе. Для сравнения, вместе с защищаемыми образцами испытаниям подверглись незащищенные (контрольные) образцы.

Анализ результатов испытаний показал, что бемит увеличил коррозионную стойкость на 25...85 % (рисунок 1). Следует отметить, что коррозионные потери контрольных образцов через 30 суток испытаний составили 160-180 г/м (кривая на рисунке не указана). Объяснение повышения антикоррозионных свойств консервационных материалов с добавлением в них бемита заключается в его сорбирующих свойствах. Содержание 1 % $Al(OH)_3$ в консервационном материале значительно повышает коррозионную стойкость, это говорит о том, что происходят процессы химической адсорбции. В данном случае имеет место хемосорбция с образованием $Al(OH)_3$, это одно из его качеств, которое обеспечивает технологичность применения материалов этого типа. В более узком смысле этот процесс можно рассматривать как химическое поглощение воды развитой поверхностью консервационного материала благодаря $Al(OH)_3$.

Экспериментальные кривые наилучшим образом описывает функция $u(t)=v \cdot f$. Аппроксимация и сглаживание произведены по степенной функции средствами Excel способом

наименьших квадратов, коэффициент множественной корреляции R^2 изменяется в пределах 0,734.. 0,997.

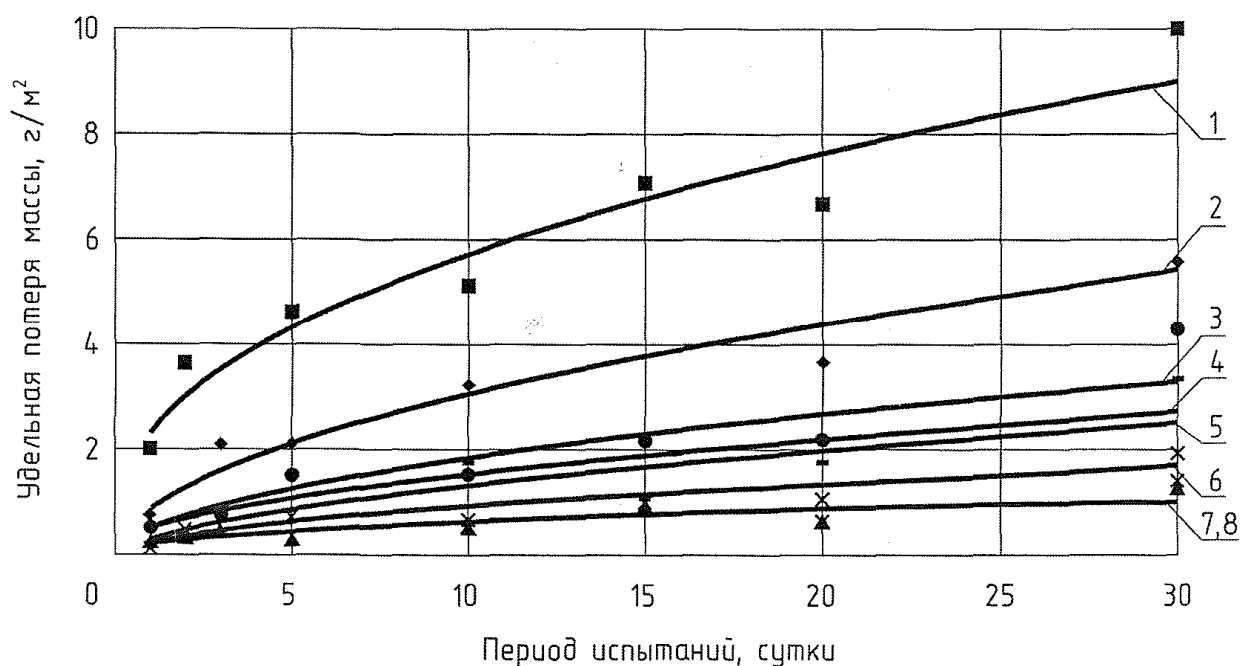


Рисунок 1 – Коррозионная стойкость образцов из стали Ст.3 в камере Г - 4

- | | | |
|-------------------|-----------------------|------------------------|
| 1-Росойл-700; | 4-Маякор+3% АЮОН; | 7-Росойл-700+3% А100Н; |
| 2-Маякор; | 5-Маякор+5% АЮОН; | 8-Росойл-700+5% АЮОН |
| 3-Маякор+1% АЮОН; | 6-Росойл-700+1% АЮОН; | |

Таким образом, испытания на коррозионную стойкость позволили подтвердить предположение о том, что нанопорошок на основе гидроксида алюминия может значительно снизить коррозионные потери.

На ряду с испытываемыми образцами из стали марки Ст.3 образцы втулочно-роликовых цепей.

Анализ результатов показал, что процесс изнашивания цепей в значительной мере зависит от способа хранения и выбора консервационного материала. Испытания проводились на стенде в лабораторных условиях, что обеспечило получение сопоставимых результатов.

Стенд для ресурсных испытаний относится к тормозным стендам с разомкнутым силовым контуром. Создан для испытания цепей с номенклатурой шага 19,05 и 25,4 мм, ремней и других изделий, которые можно соединить в замкнутый контур. На стенде применяется электродвигатель постоянного тока мощностью 11,3 кВт с номинальной частотой вращения 3000 мин и электромагнитный порошковый нагрузочный тормоз типа ПТ-40М1 мощностью 10 кВт, который создает тормозной момент 0 - 400 Нм. Пульт управления позволяет плавно изменять частоту вращения электродвигателя (1300-2000 мин⁻¹) и тормозной момент в порошковом тормозе от 0,5 до 1,2 кН.

Для имитации условий эксплуатации и обеспечения форсированного износа, на втулочно-роликовую цепь подавалось 100 г гранулированного кварцевого песка через каждые два часа работы, а через каждые 5 часов - осуществлялось измерение и смазка звеньев цепи соответствующим консервационным составом.

Износ цепей, выраженный увеличением среднего шага в зависимости от продолжительности работы, показан на рисунке 2. Характерно, что в начале испытаний увеличение шага цепей более значительно, этот участок характеризует период приработки. На практике

часто возникает необходимость изучения не участка приработки, а участка изменения параметра. По этой причине участок с наработкой от 0 до 5ч не рассматривается. Влияние защитного состава на процесс изнашивания оценен по увеличению длины 10 звеньев цепи (мм.).

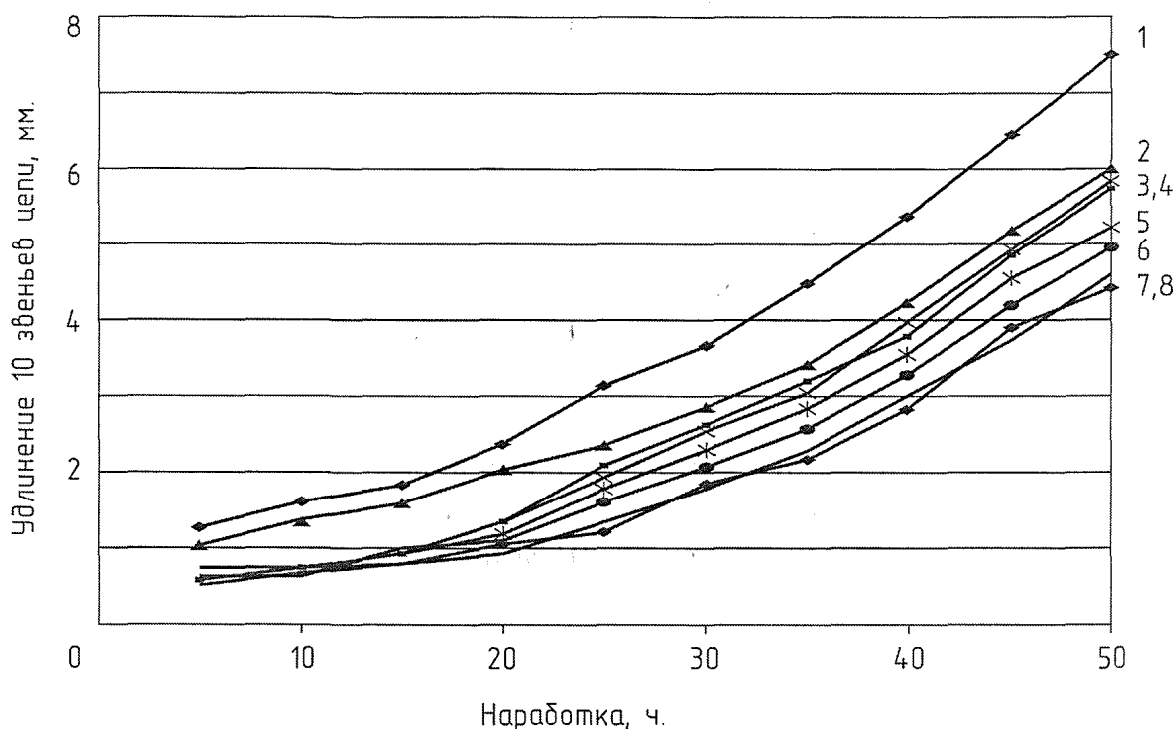


Рисунок 2 – Влияние консервационных материалов на динамику изнашивания приводных цепей в лабораторных условиях:

- | | | |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 - Росойл-700; | 4 - Маякор + 3% АЮОН; | 7 - Росойл-700 + 3% АЮОН; |
| 2 - Маякор; | 5 - Маякор + 5% АЮОН; | 8 - Росойл-700 + 5% АЮОН |
| 3 - Маякор + 1% АЮОН; | 6 - Росойл-700 + 1% АЮОН; | |

Добавление в консервационные материалы Маякор и Росойл-700 нанокристаллического гидроксида алюминия (АЮОН) снижает износ образцов цепей в 1,6... 1,8 раза (рисунок 2). Это происходит по причине того, что в начальный период работы цепи бемит проявляет пластичные свойства, подобно графиту, но с увеличением температуры в узле трения, происходит спекание бемита, который переходит в корунд (рисунок 3). Последний шлифует поверхность в момент нагружения и нагрева. Корунд является твердым пористым материалом, который способствует удержанию смазки. Это объясняет увеличение износостойких свойств консервационных материалов. Таким образом, можно охарактеризовать смазывающую способность консервационных материалов

Рассматривая бемит, как перспективную присадку в консервационные материалы, следует отметить, бемит в консервантах весьма не стабилен. Чем выше дисперсность, тем больше свободная поверхностная энергия, тем больше склонность к самопроизвольному уменьшению дисперсности. Поэтому для получения устойчивых, т.е. длительно сохраняющихся растворов необходимо не только достигнуть заданной дисперсности, но и создать условия для ее стабилизации. По этой причине структурно-механический состав имеет решающее значение для стабилизации консервационных составов.

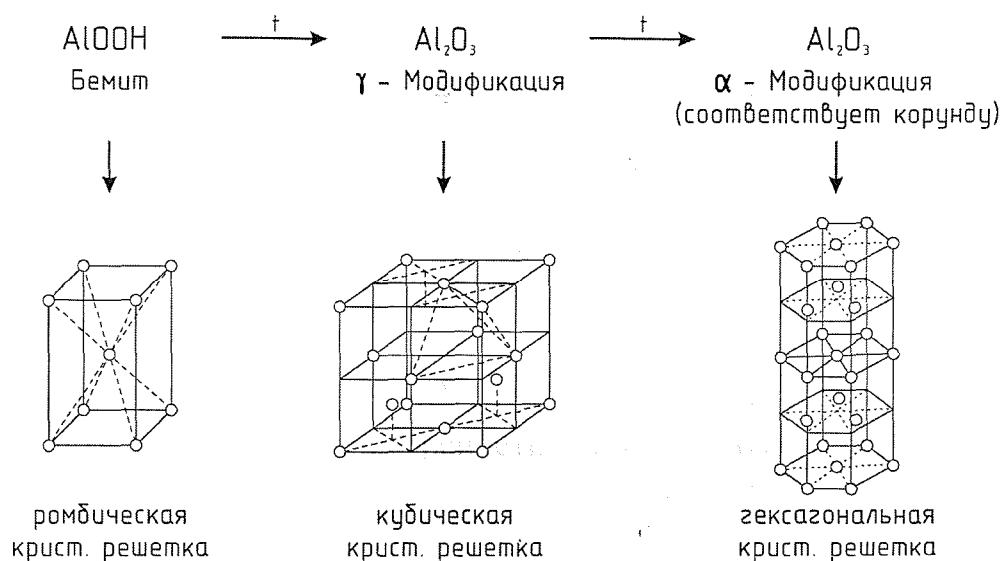


Рисунок 3 – Взаимный переход AlOOH в корунд

ЛИТЕРАТУРА

1. Северный А.Э. Сохраняемость и защита от коррозии сельскохозяйственной техники. / А.Э. Северный. – М.: 1993, 231 с.
2. Щеглов Е.В. Исследование защитных свойств консервационных составов / Е.В. Щеглов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -№7. - 2006. - С. 34-35.

Северный Альберт Эдуардович

Член-корр. РАСХН, доктор технических наук, профессор
Тел.: +7(495) 371-01-25

Щеглов Евгений Владимирович

Заместитель заведующего лабораторией №1 ГОСНИТИ
Кандидат технических наук
Тел.: +7(495) 371-01-25

Павшенцев Валерий Павлович

Аспирант МГАУ им В.П. Горячкина
Тел.: +7(495) 371-01-25

Юсипов Игорь Сергеевич

Аспирант МГАУ им В.П. Горячкина
Тел.: +7(495) 371-01-25

Икрянников Антон Евгеньевич

Аспирант МГАУ им В.П. Горячкина
Тел.: +7(495) 371-01-25

Дзартарнек Руслан Григорьевич

Аспирант МГАУ им В.П. Горячкина
Тел.: +7(495) 371-01-25

И.Т. СЕВРЮКОВ, С.М. ГАЙДАР

ЗАЩИТА КРЕПЕЖНЫХ УЗЛОВ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ РЕЗЬБОВОЙ СМАЗКОЙ НА ОСНОВЕ ОДНОКОМПОНЕНТНОГО МАСЛОРАСТВОРИМОГО ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ

Специальная техника является сезонной техникой, поэтому как минимум 4 месяца в году она находится на хранении. Проблема коррозии специальной техники в процессе хранения является весьма актуальной.

Ключевые слова: крепежные узлы; резьбовая смазка; ингибитор коррозии; крутящий момент; динамометрический ключ.

Special machinery is seasonal equipment what is why it is stored (not used) four months a year at the least. The corrosion problem of special machinery in the course of the storage is rather urgent.

Key words: fastenings, thread lubricant, corrosion inhibitor, torque, torque spanner.

Установлено, что с увеличением продолжительности хранения уменьшается долговечность техники. Доказано, что коррозионное поражение специальной автотранспортной техники при хранении, особенно на открытых площадках, протекает более интенсивно, чем в процессе их эксплуатации. Оно приводит к прямым потерям металла, выходу из строя узлов и деталей техники при эксплуатации после хранения, недопустимому увеличению расхода запасных частей, значительному росту трудоемкости ремонтно-восстановительных работ, резкому сокращению эксплуатационной надежности сельскохозяйственной техники. Коррозионные процессы снижают предел прочности деталей на 20-28%, сокращают срок службы механизмов на 30-40%.

Известно, что процесс атмосферной и высокотемпературной газовой коррозии приводит к «схватыванию» крепежных деталей, в результате чего возникают трудности при разборке узлов техники при планово-предупредительных ремонтах.

Наиболее распространенными смазками, повышающими стойкость резьбовых соединений к газовой коррозии, являются противозадирные смазки на основе дисульфида молибдена и графита. Основными недостатками их применения являются температурные ограничения – 400-450 °С.

Анализ различных классов отечественных и зарубежных смазок и составов, предназначенных для защиты от газовой коррозии и высокотемпературного «схватывания», показывает:

– противозадирные смазки, содержащие антифрикционные материалы (графит, дисульфид молибдена) не могут быть использованы для защиты от термоокислительного «схватывания» при температурах 700-900 °С вследствие разложения и выгорания антифрикционных компонентов [1];

– применение эмалевых и стеклоэмалевых покрытий, а также составов, обеспечивающих защиту от «схватывания» при температурах 700-900 °С связано со сложной технологией формирования покрытий перед каждым циклом эксплуатации, с использованием дорогостоящих и дефицитных материалов (порошки металлов). Кроме того, в составах подобного типа отсутствуют антифрикционные материалы, что усложняет разборку крепежных соединений и ремонт техники.

Защитная резьбовая высокотемпературная смазка [2] была разработана на основе дисульфида молибдена, диоксида титана, взятых в массовом соотношении 70 : 3, в минеральном или индустриальном масле с загустителем, включая смесь коллоидного графита, порошка алюминия и однокомпонентного маслорастворимого ингибитора коррозии (ОМИК), представляющего собой продукт конденсации борной кислоты, диэтанолamina и жирных кислот растительных масел [3], с массовым соотношением компонентов:

графит коллоидный – 70

алюминий пудра – 5
ОМИК – 10

Присутствие диоксида титана в составе обусловлено необходимостью повышения нагрузочной способности состава с тем, чтобы обеспечить возможность применения его для защиты деталей, эксплуатируемых в напряженном состоянии. Соотношение графит : диоксид титана выбрано по литературным данным.

При отсутствии порошкообразного алюминия и неизменном содержании остальных компонентов в области температур 700-900°C происходит потеря защитного эффекта вследствие выгорания антифрикционных добавок из состава композиции. При содержании алюминия в смеси, вводимой в основу, более 5 массовых долей и неизменном содержании остальных компонентов имеет место увеличение абсолютной величины момента при разборке, что обусловлено сплавлением порошкообразного алюминия с образованием жесткого каркаса.

При отсутствии ОМИК, а также при содержании ОМИК в смеси, вводимой в основу, менее 10 массовых долей и при неизменном массовом соотношении остальных компонентов состав не обеспечивает защиту от термоокислительного «схватывания» вследствие выгорания антифрикционных добавок. Увеличение содержания ОМИК в смеси более 10 массовых долей не приводит к улучшению эксплуатационных свойств композиции и в связи с этим не является целесообразным.

Минимальная абсолютная величина крутящего момента при разборке крепежных узлов из углеродистых и легированных сталей достигается при соотношении компонентов в составе: графит : дисульфид молибдена равном 1:1. Увеличение, а равно и уменьшение величины данного соотношения, приводит к увеличению абсолютной величины крутящего момента при разборке.

Указанное соотношение компонентов в составе позволяет минимизировать абсолютную величину крутящего момента, необходимого для разборки крепежных соединений, как из углеродистых, так и из легированных сталей, что подтверждается экспериментальными данными. В экспериментах на поверхность резьбы крепежного элемента наносили исследуемый состав, затем резьбовую пару собирали с помощью динамометрического ключа. Крутящий момент при сборке составлял 50 Нм. Величину крутящего момента при разборке во всех экспериментах определяли по показаниям шкалы динамометрического ключа. Экспериментальные данные представлены в таблице.

Величина момента при разборке рассчитана как среднее арифметическое для трех деталей.

Таблица 1 – Влияние соотношения компонентов состава на величину крутящего момента при разборке крепежного элемента «болт-гайка» М12 (сталь20)

Состав смеси, массовые доли			Соотношение графит : дисульфид Мо	Режимы испытания		Момент при разборке, Нм
Графит	Алюминий	ОМИК		ч	t, °C	
Без смазки				10	700	70 схватывание
-	5	10	0	10	700	70 схватывание
70	-	10	1	10	700	50
70	5	-	1	10	700	50
70	1	10	1	10	700	50
70	5	10	1	10	700	20
70	10	10	1	10	700	40
70	5	5	1	10	700	40
70	5	12	1	10	700	20
70	5	10	0,8	10	700	50
70	5	10	1,2	10	700	40

Минимальная величина крутящего момента имеет место для образца, на который наносили состав с заявляемым соотношением компонентов. При исключении одного из компонентов, либо при введении компонентов в количествах, отличающихся от установленных пределов, наблюдалось увеличение крутящего момента и в ряде случаев - повреждение резьбы при разборке.

Таким образом, разработанная смазка обеспечивает защиту от термоокислительного «схватывания» изделий при температуре до 700°C.

Применение разработанного состава позволит существенно снизить трудоемкость демон- тажа узлов и деталей техники за счет снижения необходимого для разборки крутящего момента на 30-40%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадышева К.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: справ. изд. /К.М. Бадышева, Я.А. Берштадт, Ш.К. Богданов и др. / Под ред. В.Н. Школьников. – М.: Химия, 1989. – 432 с.
2. Гайдар С.М. Состав для защиты от коррозионного и термоокислительного схватывания сопряжен- ных поверхностей: Пат. 2306329 Россия / С.М. Гайдар – № 2006120990/04. Заявл. 15.06.06. Опубл. 20.09.07. – Бюл. № 26.
3. Гайдар С.М. Ингибитор коррозии металлов: Пат. 2263160 Россия / С.М. Гайдар, А.С. Тарасов, В.А. Лазарев – № 2004130182/02. Заявл. 12.10.04. Опубл. 27.10.05. – Бюл. № 30.

Севрюков Иван Тихонович

Закрытое акционерное общество Фирма «Автоконинвест»
125047, г. Москва, ул. Лесная, 20.
Т/ф +7-499-978-64-46
E-mail: postmaster@avtokon.com

Гайдар Сергей Михайлович

Закрытое акционерное общество Фирма «Автоконинвест»
125047, г. Москва, ул. Лесная, 20.
Т/ф +7-499-978-64-46
E-mail: postmaster@avtokon.com

В.И. СЕРЕБРОВСКИЙ, Д.В. КОЛМЫКОВ, В.И. КОЛМЫКОВ

К ВОПРОСУ О ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Проанализировано, на основе известных теоретических моделей, влияние структурных факторов гальванических железных осадков на их прочность. Представлена теоретическая модель влияния величины зерен гальванического осадка на его твердость, удовлетворительно совпадающая с экспериментальными результатами

Ключевые слова: гальванические покрытия; гальванический осадок; электролитическое осаждение; дислокации.

On the basis of known theoretical models the structural factors effect of galvanic ferrous sediments upon their strength is analyzed. The theoretical model of the value effect of a galvanic sediment grain on its hardness coinciding satisfactorily with experimental results is represented.

Key words: metal plating, galvanic sediment, electrolytic precipitation, dislocations.

При гальваническом осаждении железа и сплавов на его основе, которые широко используются при восстановлении деталей автомобилей, структура осадков часто имеет характерное слоистое строение, четко наблюдаемое в оптический микроскоп (рисунок 1). В свою очередь, электроосажденные слои состоят из субзерен, размеры которых колеблются в пределах от 500 до 2000Å, конфигурация этих субзерен соответствует конфигурации слоев. Границы между субзернами можно представить как стенки дислокаций, ограничивающие кристаллиты с сильно искаженной решеткой.

Границы субзерен при низких температурах весьма малоподвижны и являются непреодолимыми препятствиями на пути движения дислокаций, возникающих при приложении к гальваническому осадку внешней нагрузки. Напряжения от внешней нагрузки в кристаллической системе приводят в действие источники дислокаций (источники Франка-Рида), генерирующие дислокации внутри кристалла. Дислокации, движущиеся от источника, задерживаются границами субзерен и накапливаются в объеме, вызывая значительную деформацию кристаллической решетки. По мере увеличения количества дислокаций внутри кристалла требуется приложить все большее внешнее напряжение для его деформации, т.е. увеличивается прочность зерна.



Рисунок 1 - Микроструктура железного гальванического покрытия, имеющего слоистое строение (×500)

Для анализа прочности материала со слоистой субструктурой может быть использована теоретическая модель, предложенная Лиу и Гурландом (1, 2). Эта модель основана на взаимодействии дислокаций, вызванных деформированием кристалла, с трещиной в металле. В нашем случае роль трещины может играть граница между субзернами. Это предположение вполне правомерно, так как на такой границе большое количество когерентных межатомных связей между соседними субзернами нарушено.

На рисунке 2 представлена схема нагружения слоистого материала, полученного гальваническим осаждением железа. Межзеренная граница служит концентратором напряжений, возникающих в металле при приложении внешних нагрузок к покрытию. При этом, в зависимости от направления действия нагрузки, концентраторами напряжений могут быть как межслойные границы, так и границы между зернами в одном слое.

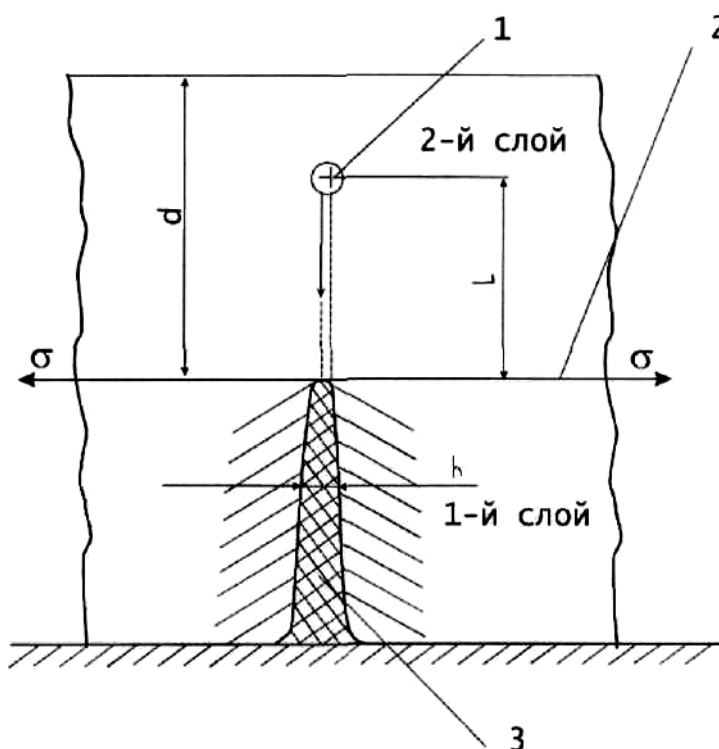


Рисунок 2 - Схема нагружения слоистого материала, полученного электролитическим осаждением:
1 - источник дислокаций (Франка-Рида); 2 - межслойная граница; 3 - межзеренная граница
(концентратор напряжений)

Критическое условие этой модели может быть выражено формулой:

$$\sigma = \sigma_0 + \frac{\sigma_F}{2} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{L}}, \quad (1)$$

где σ - разрушающее напряжение, прилагаемое к материалу;
 σ_0 - прочность кристалла бесконечно большого размера;
 σ_F - прочность матрицы;
 ρ - радиус кривизны поверхности концентратора напряжений;
 L - длина линии скольжения дислокации.

Приняв за основу предложенную модель, можно предположить, что $L = \frac{1}{2}D$, где D - размер субзерна осажденного металла, тогда

$$\sigma = \sigma_0 + \frac{\sigma_F}{2} \cdot \sqrt{\frac{2\rho}{D}}. \quad (2)$$

Полученное выражение можно использовать для анализа влияния размера субзерен на прочность железного осадка. Для расчета примем $\sigma_0 = \sigma_F = 150$ МПа; радиус концентратора напряжений примем равным ширине межзеренной границы $\rho_{\min} \approx 30$ Å - для малоугловой границы и $\rho_{\min} \approx 100$ Å - для большеугловой границы. Как было сказано выше, размеры субзерен в гальваническом осадке колеблются от 500 до 2000 Å. Результаты расчетов представлены на рисунке 3.

Как видно из рисунка, уменьшение величины первичных кристаллов гальванического осадка железа сильно повышает прочность покрытия, особенно высок эффект такого упрочнения при большеугловых (широких) границах между субзернами. При увеличении размеров субзерен эффект упрочнения постепенно исчезает как для структур с малоугловыми, так и для структур с большеугловыми межзеренными границами.

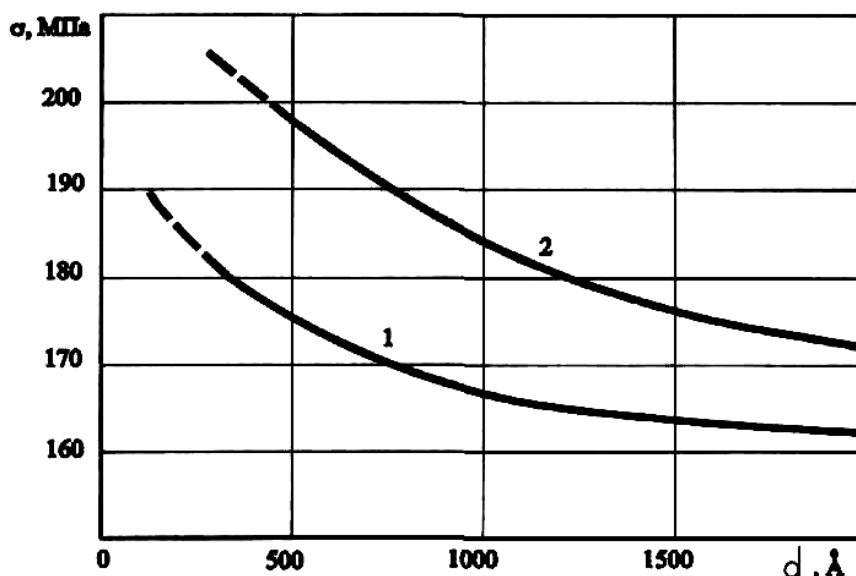


Рисунок 3 - Зависимости прочности гальванического осадка железа от величины субзерен
1 - малоугловая межзеренная граница; 2 - большеугловая межзеренная граница

При уменьшении размера субзерен (менее 500 Å) прочность гальванического покрытия должна резко увеличиваться, как это следует из анализа модели. Этот вывод соответствует проявлению так называемого «масштабного фактора», когда дислокации в малых частицах критического размера стеснены настолько, что их движение, а следовательно и пластическая деформация становятся невозможными, и для хрупкого разрушения частиц малого размера требуется резкое увеличение напряжения.

Для экспериментальной проверки рассмотренной теории представим твердость материала через предел его текучести, согласно рекомендациям [3]:

$$H = 4,3\sigma_T + 2,4. \quad (3)$$

Решая совместно уравнения (2) и (3), получим

$$H = 4,3\sigma_T \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{2\rho}{D}} \right) + 2,4. \quad (4)$$

Подставив в уравнение (4) реальные значения факторов, а именно: $\sigma_T = 125$ МПа, $\rho = 60$ Å, получим выражение для анализа зависимости твердости гальванического осадка железа от размеров субзерен

$$H = 540 + 2956 \cdot D^{-\frac{1}{2}}. \quad (5)$$

На рисунке 4 представлена графическая интерпретация уравнения (5) для различных значений размеров субзерен гальванического железа.

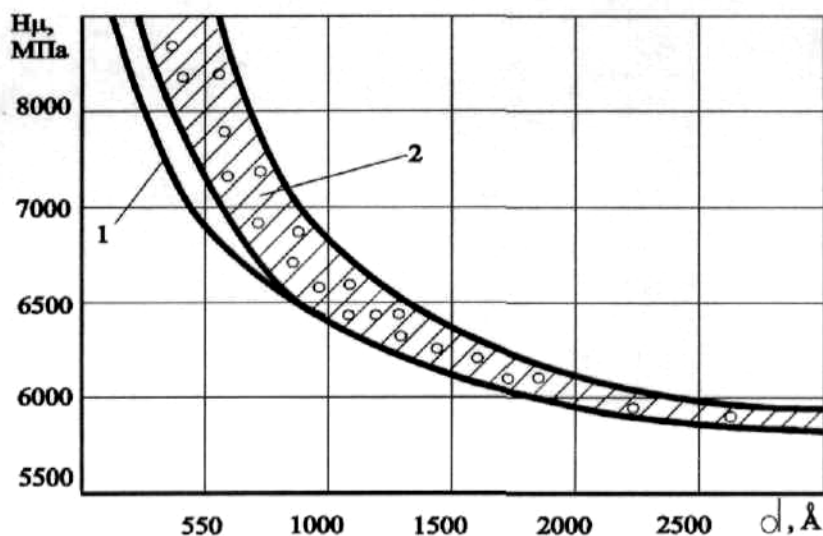


Рисунок 4 - Зависимость твердости гальванического осадка железа от размеров субзерен.
Точками показаны экспериментальные результаты: 1 - расчетная кривая;
2 - область экспериментальных значений

Экспериментальная проверка твердости, рассчитанной по выражению (5), показала вполне удовлетворительное совпадение результатов. Таким образом, можно заключить, что рассмотренная нами модель Лиу-Гурланда достаточно адекватно описывает поведение мелкозернистого гальванического осадка при нагружении. Для получения осадков повышенной прочности (твердости) необходимо разрабатывать технологические приемы, способствующие измельчению зерна гальванического осадка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lui C.T., Gurland J. //Trans. Met. Soc. AJME. 1968. 224. -P. 1535-1542
2. Lui C.T., Gurland J. //Trans. ASM. 1968. 61. -P. 156-167
3. Марковец М.П. Определение механических свойств металлов по твердости. / М.П. Марковец – М.: Металлургия. 1977. -359 С

Серебровский Владимир Исаевич

Курская государственная сельскохозяйственная академия, г. Курск
Доктор технических наук, профессор
Тел.: +7(4712) 53-13-30

Колмыков Денис Валерьевич

Курская государственная сельскохозяйственная академия, г. Курск
Аспирант кафедры «Механизация животноводства и ремонт машин»
Тел.: +7(4712) 53-13-30

Колмыков Валерий Иванович

Курская государственная сельскохозяйственная академия, г. Курск
Доктор технических наук, профессор кафедры «Механизация животноводства и ремонт машин»
Тел.: +7(4712) 53-13-30

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТЕРЬ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

В статье представлена алгоритмическая модель прогнозирования потерь при транспортировке продукции растениеводства с учетом минимизации затрат, возникающих при транспортировке от потерь груза и осуществления транспортного процесса.

Ключевые слова: алгоритмическая модель; транспортный процесс; эксплуатационные затраты; естественная убыль.

In the paper the algorithmic model for loss prediction at plant product transportation taking into account loss minimization arising from transportation because of load loss and carrying out transportation process.

Key words: algorithmic model, transportation process, operational costs, natural loss.

Анализ состояния сельскохозяйственного производства в Южном Федеральном округе, Ростовской области и хозяйствах ее Южной природно-климатической сельскохозяйственной зоны свидетельствуют о необходимости усиления управления потерями сельскохозяйственной продукции. Выбранное направление, как показывает постепенно накапливаемый опыт, объективно способно обеспечить реальное сокращение потерь продукции растениеводства и увеличить объемы наличности ее в стране.

Для осуществления этого направления в трансформирующихся условиях хозяйствования, применима большая часть существующего как отечественного, так и зарубежного инструментария управленческой практики. В связи со значительной нестабильностью хозяйственной ситуации в настоящий период, остро стоит вопрос предвидения развития экономических процессов, в том числе и процессов, происходящих в аграрной отрасли. Положительно зарекомендовавшим себя инструментом предвидения выступает такой элемент управления, как прогнозирование. Его также предпочтительно использовать и в управлении потерями при транспортировке продукции растениеводства. Аналитическая часть прогнозов, в которой выявляются тенденции, закономерности и «узкие места» проблемы, послужит базой для определения очередных задач и выбора эффективных способов их решения, разработки мер активного воздействия на существующее положение с потерями при транспортировке продукции растениеводства.

В качестве элемента прогнозирования потерь при транспортировке продукции растениеводства может служить алгоритмическая модель представленная на рисунке 1.

При транспортировке продукции растениеводства уровень потерь во многом зависит от ряда факторов, которые следует учитывать при составлении модели. К таким факторам, в первую очередь, следует отнести массу и вид перевозимой продукции, расстояния перевозок, а также вид транспортного средства.

В Южной природно-климатической зоне наиболее характерны перевозки сельскохозяйственной продукции следующими видами транспорта: автомобильным, железнодорожным и водным.

В зависимости от расстояния перевозимого груза изменяется и уровень потерь, так как наиболее варьирующим фактором в этом процессе является превышение норм естественной убыли (усушки, утряски, распыла и т.д.).

НАЧАЛО АЛГОРИТМА

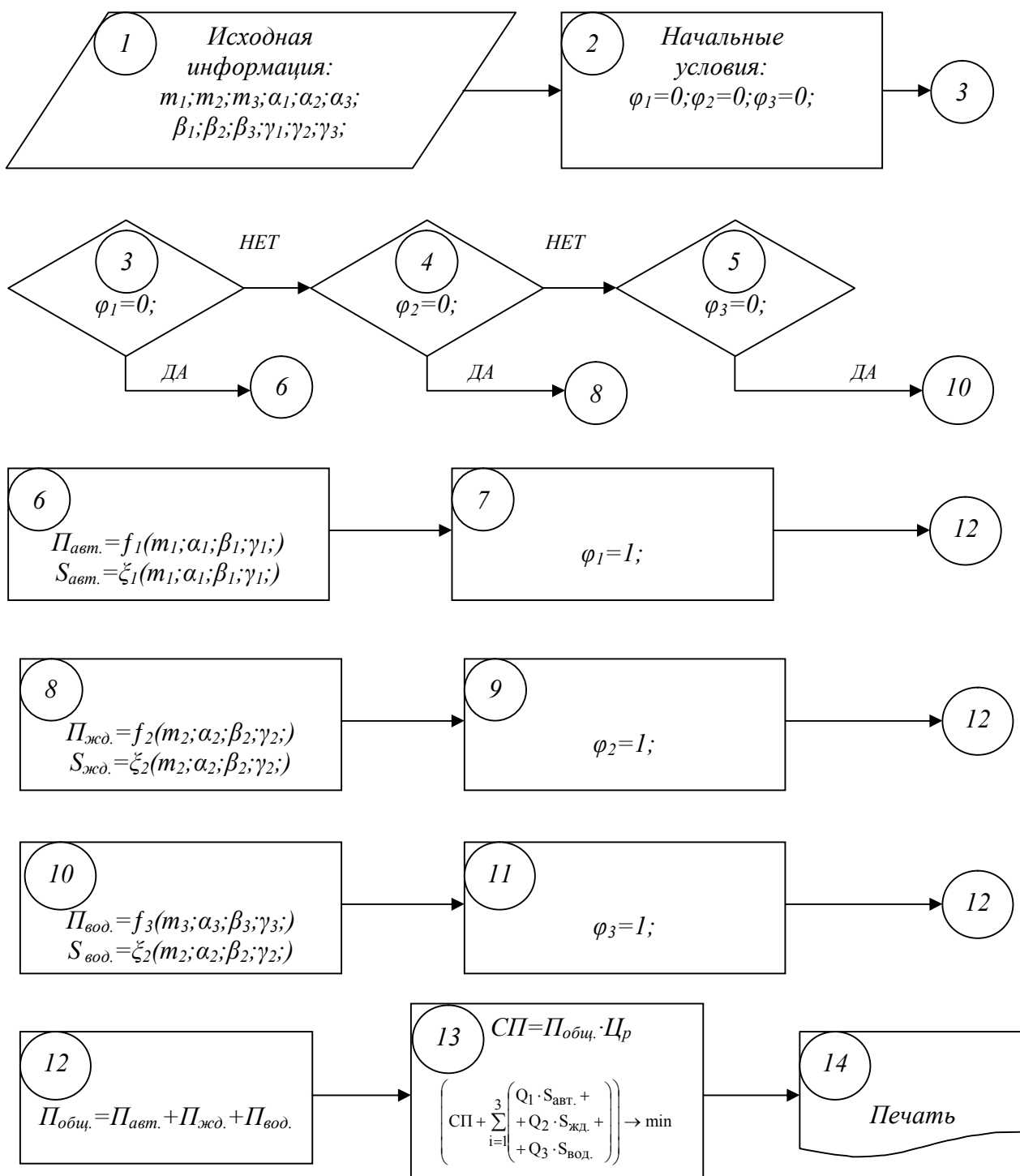


Рисунок 1 - Модель прогнозирования потерь при транспортировке продукции растениеводства

Модель (рисунок 1) включает в себя следующие блоки:

- 1 – исходной информации для расчета потерь;
- 2 - начальных условий;
- 3,4 и 5 – отражающие выбор транспортного средства;
- 6 и 7 – отражающие расчет потерь при транспортировке автомобильным транспортом с учетом массы и вида растениеводческой продукции и расстояния перевозимого груза;

8 и 9 - отражающие расчет потерь при транспортировке железно-дорожным транспортом с учетом массы и вида растениеводческой продукции и расстояния перевозимого груза;

10 и 11 - отражающие расчет потерь при транспортировке водным транспортом с учетом массы и вида растениеводческой продукции и расстояния перевозимого груза;

12 – определяют общие потери в натуральном выражении;

13 - определяют общие потери в стоимостном выражении.

В алгоритмической модели использованы следующие условные обозначения:

$m_1; m_2; m_3$ – масса перевозимой продукции соответственно автомобильным, железно-дорожным и водным транспортом, т.;

$\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3$ – коэффициенты, учитывающие вид растениеводческой продукции перевозимой соответственно автомобильным, железно-дорожным и водным транспортом;

$\beta_1; \beta_2; \beta_3$ – коэффициенты, учитывающие расстояния перевозимого груза соответственно автомобильным, железно-дорожным и водным транспортом;

$\gamma_1; \gamma_2; \gamma_3$ – коэффициенты, учитывающие потери при транспортировке продукции соответственно автомобильным, железно-дорожным и водным транспортом;

$P_{авт.}$ – потери, возникающие при перевозке груза автотранспортом, т.;

$P_{жд.}$ – потери, возникающие при перевозке продукции железно-дорожным транспортом, т.;

$P_{вод.}$ – потери, возникающие при перевозке груза водным транспортом, т.;

$S_{авт.}$ – себестоимость перевозки груза автотранспортом, руб./т.;

$S_{жд.}$ – себестоимость перевозки груза железно-дорожным транспортом, руб./т.;

$S_{вод.}$ – себестоимость перевозки груза водным транспортом, руб./т.;

$P_{общ.}$ – общие потери продукции в натуральном выражении, т.;

$СП$ – стоимостные потери растениеводческой продукции, руб.;

$Q_1; Q_2; Q_3$ – объем перевозок груза, перевозимый соответственно автомобильным, железно-дорожным и водным транспортом, т.

C_p – цена ресурса (1 т. продукции), руб.

$$\left(СП + \sum_{i=1}^3 (Q_i \cdot S_{авт.} + Q_2 \cdot S_{жд.} + Q_3 \cdot S_{вод.}) \right) \rightarrow \min$$
 – сумма затрат, возникающих при

транспортировке от потерь груза и осуществления транспортного процесса должна быть минимальна (критерий оптимизации транспортного процесса).

Для того чтобы рассчитать результат максимально приближенный к реальному в стоимостных и натуральных измерителях необходимо ввести в предложенную модель массу и вид продукции растениеводства, количество транспортных средств, выбрать надлежащий вид транспортировки и указать длину пути.

Таким образом, предложенная модель позволяет определить потери продукции при ее транспортировке соответствующим видом транспорта на определенное расстояние и впоследствии рассчитать эксплуатационные затраты, повысить эффективность использования транспорта, улучшить качество предоставляемых транспортных услуг и получить преимущества на рынке.

Серегин Александр Александрович

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия»

Кандидат технических наук, доцент

Тел.: +7(6359) 4-13-65

Филатов Сергей Константинович

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия»

Кандидат технических наук, доцент

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 621.869.447.43:531.36

О.Н. ДАНИЛИНА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИТНОГО КАРКАСА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАКТОРИСТА ПРИ ОПРОКИДЫВАНИИ ТРАКТОРА

Представленная статья содержит статистику и анализ несчастных случаев трактористов при выполнении подъемно-транспортных работ. Приведен расчет напряженно-деформированного состояния защитного каркаса ROPS и FOPS кабины трактора.

Ключевые слова: безопасность; кабина; метод конечных элементов (МКЭ); устойчивость; опрокидывание.

The represented paper contains statistical data and analysis of accidents of tractor drivers during carrying out lifting-transport works. The computation of deflected mode in a protective framework ROPS and FOPS of a tractor driver's cab is shown.

Key words: safety, cab, finite-element method, steadiness, turnover.

Исследование случаев травмирования работников при эксплуатации тракторов в АПК проводилось путем анализа официальных документов - актов формы Н-1 и материалов расследования несчастных случаев на производстве со смертельным исходом за пятнадцатилетний период с 1988 по 2002 годы и тяжелым исходом за период с 1998 по 2002 годы. Было установлено, что за указанные периоды времени произошло 28 несчастных случаев со смертельным исходом и 8 несчастных случаев с тяжелым исходом.

Наибольшее число случаев травмирования работников регистрировалось при выполнении работ по ремонту и техническому обслуживанию тракторов, а также при использовании в животноводстве, строительстве и растениеводстве. Единичные случаи были зарегистрированы в пищевом, мясном и молочном производстве, а также при выполнении транспортных и лесозаготовительных работ (таблица 1).

Как показал анализ материалов расследования, в агропромышленном производстве более 50% несчастных случаев произошло при эксплуатации и обслуживании тракторов.

При эксплуатации и обслуживании тракторов погибли 17 трактористов и 4 были тяжело травмированы, что составило 58,3% от общего числа пострадавших за исследуемый период, погибли 5 трактористов и 1 – тяжело травмирован, погибли - слесарь-ремонтник, слесарь-электрик, стропальщик, грузчик, наладчик, были тяжело травмированы слесарь-ремонтник, подсобный рабочий и электромонтер.

Таблица 1 - Распределение числа пострадавших по видам экономической деятельности

Виды деятельности	Всего	% от общего числа пострадавших
Ремонт и техобслуживание	11	30,6
Животноводство	8	22,2
Строительство	6	16,7
Растениеводство	5	13,9
Мясное производство	1	2,8
Молочное производство	1	2,8
Пищевое производство	1	2,8
Транспорт	1	2,8
Лесозаготовка	1	2,8
Не установлен	1	2,8
Итого	36	100,0

Две трети пострадавших работников имели стаж работы 5 лет и выше, и, тем не менее, получили травмы, что, скорее всего, связано с недостаточной эффективностью обучения по охране труда или его отсутствием, а также притуплением чувства опасности в связи с большим стажем работы. Около 20% пострадавших имели стаж работы до 1 года и не обладали достаточным опытом и навыками в работе.

Анализ ситуаций возникновения несчастных случаев показал, что 69,4% случаев произошло в результате дорожно-транспортных происшествий, а именно, наездов, опрокидываний и столкновений, причем 63,9% несчастных случаев закончились смертью пострадавших. Так, стропальщик, грузчик, слесарь-электрик и слесарь-ремонтник погибли в результате наездов на них тракторов при выполнении ими трудовых обязанностей на рабочих местах. Шестнадцать несчастных случаев (76,2% от общего числа несчастных случаев среди трактористов) с трактористами-машинистами также явились следствием дорожно-транспортных происшествий, из них 5 случаев произошли в результате опрокидывания тракторов при съезде в кювет, 10 – наездов тракторов на трактористов, из них в 5 случаях при запуске двигателя не из кабины трактора.

Один тракторист, нарушивший правила проезда железнодорожных переездов, погиб в результате столкновения с железнодорожным транспортом.

Половина несчастных случаев с водителями тракторов также произошла в результате дорожно-транспортных происшествий, а именно, опрокидывания в кювет, наезда при запуске двигателя не из кабины трактора.

Таким образом, дорожно-транспортные происшествия, а именно наезды и опрокидывания являются основной ситуацией травмирования работников при эксплуатации тракторов (рисунок 1).

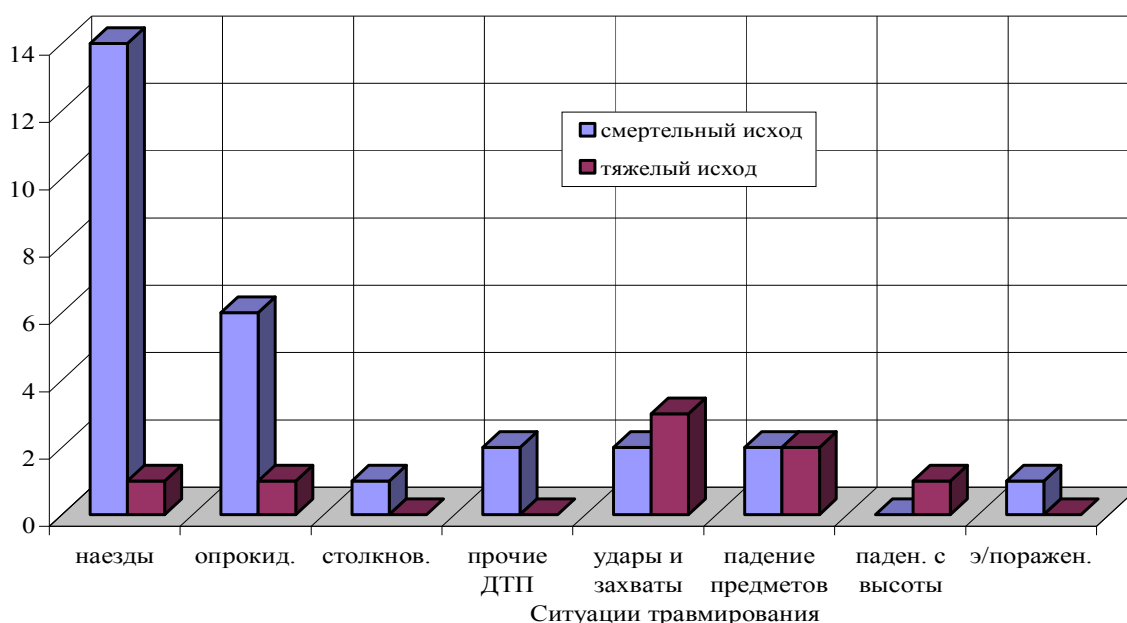


Рисунок 1 - Распределение числа пострадавших по ситуациям травмирования и исходу травмы

Среди всех наездов на исполнителей работ особое место занимают наезды на пострадавших в процессе запуска ими двигателя трактора. Основной двигатель трактора заводится с помощью вспомогательного двигателя электрическим стартером из кабины. Однако в случаях выхода из строя стартера или аккумуляторной батареи водитель трактора или тракторист вынуждены запускать вспомогательный двигатель вручную, стоя в опасной близости от машины, с помощью ручного дублирующего пускового механизма или пускового шнура. Если рычаг коробки переменных передач не установлен в нейтральное положение, трактор после запуска двигателя трогает с места и возможен наезд на исполнителя работ или лиц, находящихся на пути его неуправляемого движения. В таких условиях погибли 6 работников.

При перемещении и строповке грузов в результате их падения пострадали 4 работника. Получил тяжелую травму тракторист при выходе из трактора, в результате падения с не-

го. В результате различных ударов и захвата вращающимися узлами трактора при его ремонте и техобслуживании пострадали 5 работников.

Из-за неисправности тракторов произошло 6 несчастных случаев, основной неисправностью явилась неисправность и отсутствие блокирующего устройства, исключающего запуск двигателя при включенной передаче.

На основе полученных данных можно сделать ряд выводов:

1. В агропромышленном производстве почти ежегодно регистрируются несчастные случаи со смертельным или тяжелым исходом при эксплуатации и обслуживании тракторов.

2. Две трети зарегистрированных несчастных случаев, связанных с тракторами явились следствием дорожно-транспортных происшествий, в основном наездов и опрокидываний.

3. Проведение различных сельскохозяйственных работ, а также ремонт и техническое обслуживание тракторов представляют опасность травмирования работников со смертельным и тяжелым исходом.

Данная статья направлена на решение проблемы обеспечения безопасности трактористов общего назначения при их опрокидывании.

Требования предъявляемые ГОСТ Р ИСО 3471-2002 Настоящий стандарт распространяется на землеройные машины и устанавливает последовательность проведения статических испытаний и технические требования, предъявляемые к устройствам защиты при опрокидывании (ROPS).

Защитные каркасы получили название ROPS (Roll Over Protective Structure) и FOPS (Falling Object protective Structure) — устройства, защищающие тракториста соответственно при опрокидывании трактора и от падающих предметов, рисунок 2.

Согласно ГОСТ Р ИСО 3471-2002 при испытаниях защитной системы кабины ROPS при опрокидывании приложение нагрузок имеет определённую последовательность, при этом не допускается ремонт деформированных частей ROPS ни во время самого нагружения, ни в перерывах между нагружениями.

При проведении расчёта в инженерной программе конечно-элементного анализа MSC.visualNastran Desktop последовательность приложения нагрузок не играет никакой роли. Также поочерёдное приложение нагрузок для расчёта не имеет смысла, т.к. оно применимо для испытаний.

MSC.visualNastran Desktop – система для моделирования динамики движения и расчета напряженно-деформированного и теплового состояний элементов конструкции, полностью интегрированная в среду трехмерного параметрического геометрического построителя.

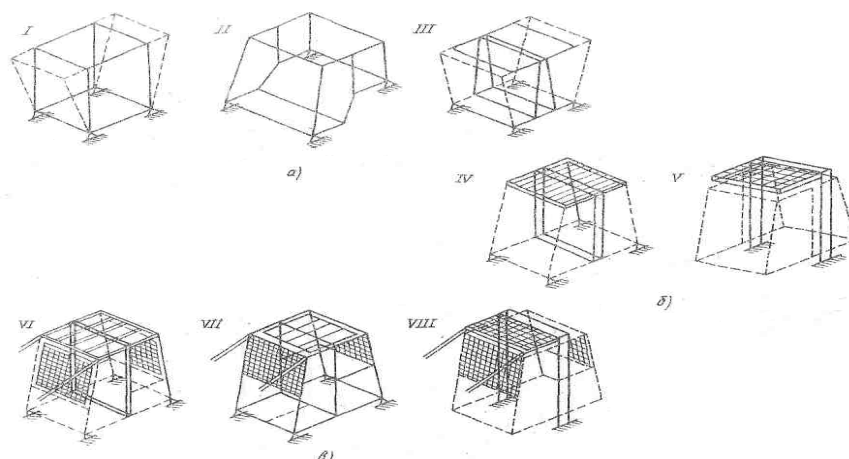


Рисунок 2 - Классификация кабин по использованию устройства защиты тракториста

а — кабины сельскохозяйственных тракторов (I, II, III — с четырех-, шести-, и двухстоечным каркасом соответственно); *б* — кабины промышленных тракторов с каркасом арочного типа (IV — каркасы ROPS и FOPS встроены в конструкцию кабины; V — раздельное исполнение кабины и защитного каркаса ROPS); *в* — кабины лесохозяйственных и лесопромышленных тракторов (VI — каркасы арочного типа FOPS и ROPS встроены в конструкцию кабин; VII — каркасы ROPS и FOPS со всеми несущими стойками; VIII — защитный каркас арочного типа расположен снаружи кабины).

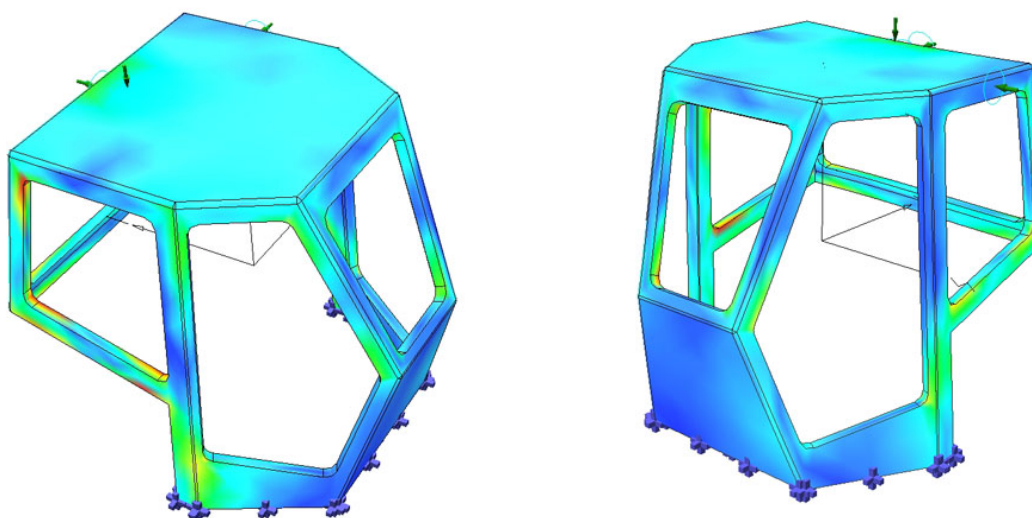


Рисунок 3 - Распределение напряжений в кабине трактора класса 3 при одновременном приложении трех нагрузок ($F_B=64800$ Н, $F_B=186300$ Н, $F_{пр}=51850$ Н)

Вывод:

1. В результате проведенного расчета можно сделать вывод о том, что спроектированная система FOPS-ROPS кабины трактора класса 3 соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 3471-99 по уменьшению риска нанесения повреждения оператору при опрокидывании трактора от деформации защитной системы в продольном и поперечном направлениях и от действия статической нагрузки в вертикальном направлении.

2. Идентичность результатов расчетов с последовательным и одновременным приложением расчетных нагрузок позволяет сделать вывод о том, что расписанная в ГОСТ Р ИСО 3471-99 последовательность приложения нагрузок применима для проведения испытаний. При проведении расчетов на прочность нет необходимости следовать этому требованию и целесообразнее проводить расчет с одновременным приложением всех нагрузок.

Объем ограничения деформации (DLV) - объем, определяющий предельно допустимую деформацию ROPS и FOPS при проведении лабораторных испытаний. Размеры объема ограничения деформации основаны на антропометрических данных оператора высокого роста в положении сидя.

Устройство защиты от падающих предметов (FOPS) - система конструктивных элементов, смонтированных на машине для обеспечения защиты оператора от падающих предметов (деревьев, камней).

Допускается использовать предмет в форме сферы или шара с максимальным диаметром 400 мм, способного развивать энергию 11600 Дж.

Примечание: Для определения высоты падения см. рисунок 7.

Предмет следует помещать на верхнюю часть FOPS (узким концом вниз). Узкий конец предмета следует помещать на верхнюю часть FOPS в пределах вертикальной проекции DLV.

Случай 1:

Основные верхние горизонтальные элементы FOPS не пересекают вертикальную проекцию DLV на верхнюю часть FOPS. Центр предмета должен быть в точке, имеющей максимальную возможную сумму перпендикулярных расстояний (А и В на рисунке 4), измеряемых от основных верхних горизонтальных элементов конструкции.

Случай 2:

Основные верхние горизонтальные элементы FOPS пересекают вертикальную проекцию DLV на верхнюю часть FOPS. Если материал покрытия всех площадей поверхности над

DLV одинаковой толщины, то центр предмета должен быть на поверхности наибольшей площади. Данная площадь является плоскостью проекции DLV без учёта площади основных верхних горизонтальных элементов. Центр предмета должен быть в точке, находящейся в пределах поверхности наибольшей площади, имеющей максимально возможную сумму перпендикулярных расстояний (А и В на рисунке 4), измеряемых от основных верхних горизонтальных элементов конструкции. Если используют другие материалы или материалы неодинаковой толщины для различных площадей DLV, то испытаниям следует подвергать каждую площадь поверхности поочередно.

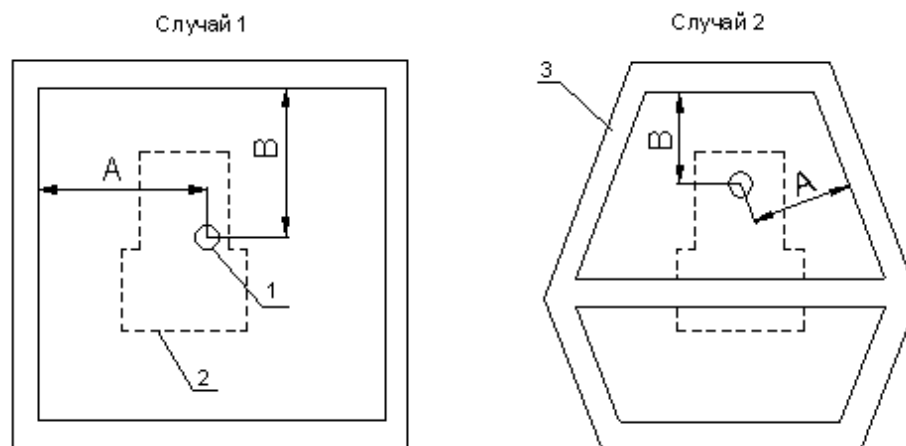


Рисунок 4 - Точки приложения удара

Предмет следует поднимать вертикально на высоту, измеряемую от положения, указанного выше, чтобы развить энергию 11600 Дж, определяемую в зависимости от массы предмета. Для получения максимальной деформации удар испытательным предметом должен быть направленным.

Примечание: Для развития энергии 11600 Дж предмет следует поднимать на высоту 3,6-5,2 м. Высота зависит от массы предмета (рисунок 5).

Предмет следует сбрасывать так, чтобы он свободно падал на FOPS.

При свободном падении попадание предмета в точку, указанную выше, маловероятно, поэтому возможны следующие допущения.

Первый удар узким концом должен быть направлен в круг радиусом 200 мм, но не должен попадать на основные верхние горизонтальные элементы конструкции (центр данного круга должен совпадать с вертикальной осевой линией предмета). Начальный контакт предмета с FOPS следует осуществлять узким концом предмета или его закруглённой частью.

Защитные свойства FOPS следует оценивать способностью кабины или защитной конструкции противостоять удару.

При первом и последующих ударах предметов ни один из элементов устройства защиты от падающих предметов не должно проникать в DLV (ГОСТ 27245-87). Если испытательный предмет проникает через FOPS, то конструкция испытаний не выдержала.

Если используют единую конструкцию ROPS и FOPS, то конструкция FOPS должна также отвечать техническим требованиям, предъявляемым к ROPS (ГОСТ 27714-88). Если конструкция не предназначена для использования в качестве ROPS, то для опоры FOPS допускается использовать другую конструкцию при условии, что при испытаниях не будет нарушен DLV. FOPS должно полностью покрывать и перекрывать вертикальную проекцию DLV.

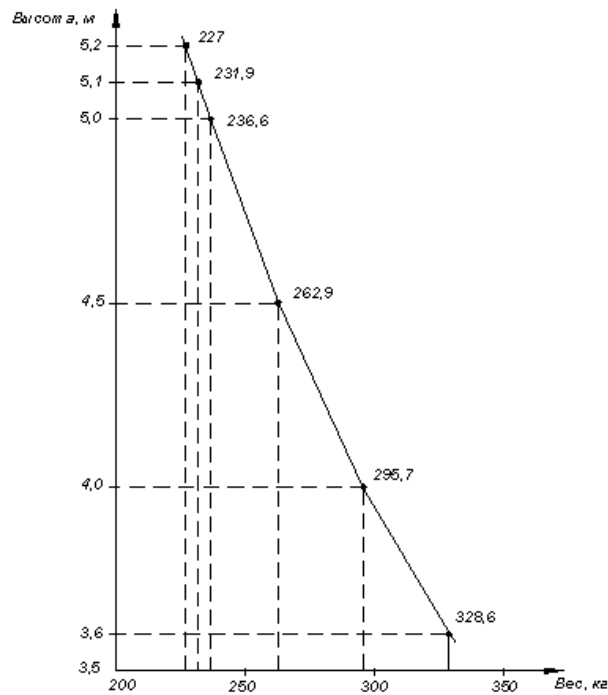


Рисунок 5 - График зависимости высоты от массы падающего предмета, развивающего энергию 11600 Дж

В соответствии с ГОСТ Р 27719-88 «Машины землеройные. Устройства защиты от падающих предметов» производится расчёт динамического контактного взаимодействия падающего тела.

Для развития энергии 11600 Дж, предмет должен иметь массу 228 кг и должен падать с высоты 5,2 м (рисунок 5). При этом усилие контакта 67000 кг.

В результате расчёта были получены следующие результаты:

Максимальные напряжения (рисунок 6): $\sigma_{MAX} = 98700 \frac{кг}{см^2}$,

Максимальные перемещения: $\lambda_{MAX} = 123 мм$.



Рисунок 6 - Распределений напряжений в конструкции кабины при её взаимодействии с падающим телом

Вывод:

Максимальные действующие напряжения значительно превышают предел текучести, вследствие чего происходит пластическая деформация элементов защитной конструкции кабины, но ни один элемент ROPS не попадает в DLV.

ЛИТЕРАТУРА

1. Писаренко Г.С. Справочник металлиста, в 5-ти томах, том 2. / Г.С.Писаренко, В.А. Агарев. – М. 1976.
2. ГОСТ ИСО 3471-2002 «Машины землеройные. Устройства защиты при опрокидывании.»
3. Справочник металлиста в 5-ти томах. Том 2. Машгиз, 1976.
ИСО 3449-92 «Машины землеройные. Устройства защиты от падающих предметов.»
4. Справочник металлиста в 3-х томах. Том 1. Машгиз, 1965

Данилина Ольга Николаевна

Орловский Государственный Технический Университет, г. Орел

Инженер-лаборант кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины»

Тел.: +7(4862)73-43-54

E-mail: fillissa@rambler.ru

УДК 519.62

Е.Н. КОРНЕЕВА, Ю.С. КОРНЕЕВ, В.А. ГОРДОН

МЕТОД ИНТЕГРИРОВАНИЯ ПО ШАГАМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДИНАМИКИ

В статье представлена математическая модель разгона привода машины с пускозащитной муфтой. Составлены дифференциальные уравнения, характеризующие этот этап, а решение этих уравнений выполнено методом интегрирования по шагам.

Ключевые слова: привод, машина, муфта, дифференциальное уравнение, скорость.

In the paper the simulator of acceleration of a machine driving gear with a starting protective clutch is represented. The differential equations characterizing this stage are compiled and the solution of these equations is carried out through an integration method step-by-step.

Key words: driving gear, machine, clutch, differential equation, rate.

Улучшение условий эксплуатации транспортных машин и возможности предохранения их от поломок, а продукции – от брака может быть достигнуто установкой в привод машин пускозащитных муфт [1, 2]. Такие муфты сочетают в себе положительные качества фрикционных и центробежных муфт. Выбор оптимальных параметров муфты требует вначале решения ряда задач, связанных с определением закона движения ведущего и ведомого валов муфты, а также выявления условий, обеспечивающих оптимальный закон движения исполнительного органа.

Рассмотрим работу пускозащитной муфты (рисунок 1) на этапе разгона (начала движения) ведомой полумуфты 3. На этом этапе момент сил трения во фрикционном узле муфты становится больше момента сил сопротивления со стороны рабочей машины, то есть $T_f > T_c$, и начинается движение ведомой полумуфты 3 вместе с рабочей машиной. Период продолжается до тех пор, пока не наступит установившееся движение.

Уравнения движения запишем в следующем виде:

$$\frac{dT_\partial}{dt} = \frac{1}{vT} - \frac{T_\partial}{T} - \frac{\omega_1}{v\omega_0 T}; \quad (1)$$

$$I_{np1} \frac{d\omega_1}{dt} = T_\partial - T_f; \quad (2)$$

$$I_{np2} \frac{d\omega_2}{dt} = T_f - T_c, \quad (3)$$

где I_{np1} – приведенный момент инерции ведущего вала электродвигателя;

I_{np2} – приведенный момент инерции рабочей машины;

T_c – момент сопротивления, создаваемый рабочей машиной;

ω_1 – угловая скорость ведущей полумуфты (совпадает с угловой скоростью вала электродвигателя);

ω_2 – угловая скорость ведомой полумуфты.

На основании предыдущих выводов [3] имеем:

$$I_{np1} = I_n + z_{uw} m_{uw} x^2 L^2 + z_{uw} I_{uw} \frac{x^2 L^2}{r^2 \cos^2 \gamma}. \quad (4)$$

Момент инерции рабочей машины I_{np2} конкретно не задан и зависит от типа машины. Пусть I_{np2} задан в общем виде функцией: $I_{np2} = I_{np2}(\varphi_2)$, где φ_2 – угол поворота ведомой полумуфты. Момент сопротивления T_c определяется технологическим процессом и в общем

случае: $T_c = T_c(\phi_2, \dot{\phi}_2, t)$. Момент сопротивления из-за наличия сил трения T_f определяется, как и на 2-ом этапе (когда $T_f < T_c$), но при уточненных расчетах коэффициент трения будет зависеть от скорости скольжения $V_{ск} \approx (\dot{\phi}_1 - \dot{\phi}_2)r_{ср}$.

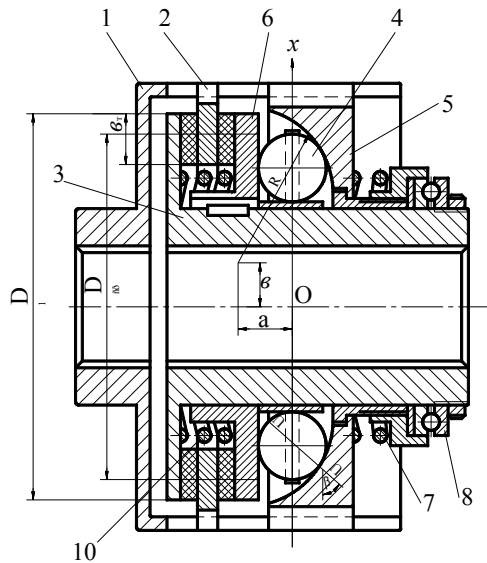


Рисунок 1 – Пускозащитная муфта

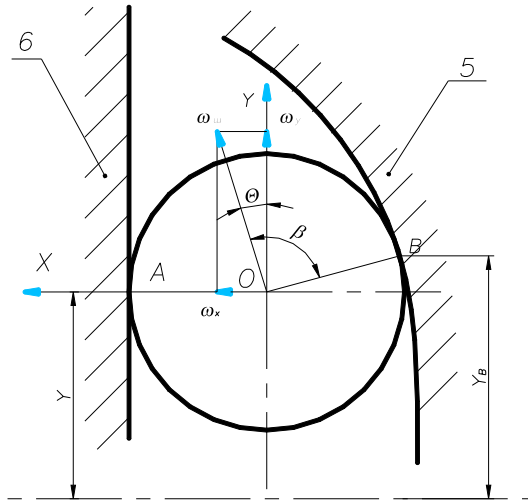


Рисунок 2 – Расчетная схема движения шара

Уравнения движения шара (рисунок 2) будут такими же, как и на 2-ом этапе, но вследствие того, что диск 6 начнет вращаться с угловой скоростью $\omega_2 = \dot{\phi}_2$, кинематические соотношения изменятся следующим образом [4]. Применяем, как и ранее, метод Виллиса, тогда скорости точек контакта A и B можно выразить как:

$$V_A^{(c)} = \vec{\omega}_u \times \vec{AO} = \omega_x y_A - \omega_y x_A; \quad V_B^{(c)} = \vec{\omega}_u \times \vec{BO} = \omega_x y_B - \omega_y x_B, \quad (5)$$

где x_A, y_A, x_B, y_B – координаты точек контакта в системе $x - y$, проходящей через центр тяжести шара.

Подставляя вместо координат их значения, получаем:

$$V_A^{(c)} = -\omega_y OA = -\omega_y r, \quad (6)$$

$$V_B^{(c)} = \omega_x r \cos \beta + \omega_y r \sin \beta. \quad (7)$$

Скорость точки A можно выразить через скорость полумуфты:

$$V_A^{(c)} = (\omega_2 - \omega_c)x. \quad (8)$$

Скорость точки B:

$$V_B^{(c)} = (\omega_1 - \omega_c)r_n = (\omega_1 - \omega_c)(x + r \cos \beta). \quad (9)$$

Сравнив уравнения (6) и (8), а также (7) и (9), получаем:

$$\omega_c = \frac{(\omega_1 + \omega_2)x + \omega_1 r \cos \beta}{2x + r \cos \beta}; \quad \omega_y = \frac{(\omega_1 - \omega_2)(x + r \cos \beta)x}{r(2x + r \cos \beta)}$$

$$\omega_x = \frac{(\omega_1 - \omega_2)x}{r \cos \beta} \left(\frac{x + r \cos \beta}{2x + r \cos \beta} \right) (1 - \sin \beta),$$

где $\operatorname{tg} \gamma = \frac{\omega_x}{\omega_y} = \frac{1}{\cos \beta} - \operatorname{tg} \beta$; $\omega_u = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}$.

Все уравнения движения на этом этапе, кроме (3) и выражений для $\omega_x, \omega_y, \omega_c$, совпа-

дают с формулами по 2-ому этапу. По аналогии со 2-ым этапом [5]:

$$I_{np1} \frac{d\omega_1}{dt} = k_1 + k_2 \omega_1 - F_{a7} B_1 - B_2 - h_5 (B_3 + c_2 B_1); \quad (10)$$

$$I_{np2} \frac{d\omega_2}{dt} + \frac{1}{2} \frac{dI_{np2}}{d\phi_2} \omega_2^2 = F_{a7} B_1 + B_2 + h_5 (B_3 + c_2 B_1) - T_c; \quad (11)$$

$$m_{uu} \ddot{x} - m_{uu} x b_2 \omega_c^2 + b_3 (F_{a7} + c_2 h_5) = 0. \quad (12)$$

Решение уравнения (10) имеет вид:

$$\omega_1 = \frac{1}{k_2} \left\{ (k_2 \omega_{II} - S) e^{\frac{k_2 t}{I_{np1}}} + S \right\}, \quad (13)$$

здесь ω_{II} – угловая скорость в конце 2-го этапа (начале 3-го этапа).

Уравнение (11) в общем виде не решается, поэтому рассмотрим наиболее часто встречающийся случай, когда $I_{np2} = \text{const}$, $T_c = \text{const}$ [6].

Тогда:

$$I_{np2} \frac{d\omega_2}{dt} = F_{a7} B_1 + B_2 - T_c + [(x_{cp} - R_o) \text{tg} \gamma + r \cos \gamma - r] (B_3 + c_2 B_1) = S_1. \quad (14)$$

Решение этого уравнения принимает вид:

$$\omega_2 = \frac{1}{I_{np2}} (S_1 t + I_{np2} \omega_{II}). \quad (15)$$

Очень часто момент сопротивления исполнительной машины изменяется нелинейно с изменением скорости. Тогда момент T_c можно аппроксимировать в виде параболы:

$$T_c = T_{cm} + n \omega_2^2, \quad (16)$$

где T_{cm} – момент сопротивления машины в начале движения с места;

n – коэффициент аппроксимации, находится по методу наименьших квадратов или другим способом.

В простейшем случае:

$$n \approx \frac{T_H - T_{cm}}{\omega_{2H}^2}, \quad (17)$$

где T_H – номинальный момент на валу рабочей машины;

ω_{2H} – угловая скорость, соответствующая T_H .

Тогда уравнение движения (11) записывается как:

$$I_{np2} \frac{d\omega_2}{dt} = S'_1 - n \omega_2^2, \quad (18)$$

$$\text{где } S'_1 = F_{a7} B_1 + B_2 - T_{cm} + [(x_{cp} - R_o) \text{tg} \gamma + r \cos \gamma - r] (B_3 + c_2 B_1). \quad (19)$$

Решение этого уравнения приведем к виду:

$$\omega_2 = \frac{\sqrt{S'_1} (e^{d_2 t} - d_1)}{\sqrt{n} (d_1 + e^{d_2 t})}, \quad (20)$$

$$\text{где } d_1 = \frac{\sqrt{S'_1} - \sqrt{n} \omega_{II}}{\sqrt{S'_1} + \sqrt{n} \omega_{II}}; \quad d_2 = \frac{2\sqrt{nS'_1}}{I_{np2}}.$$

В общем случае вышеприведенное уравнение можно решить методом интегрирования по шагам, изложенным, например, в работе [7]. Тогда удобнее произвести интегрирование по

углу φ_2 , взяв за шаг $\Delta\varphi = \frac{\varphi_{2III}}{p}$,

где p – число шагов;

φ_{2III} – угол поворота ведомого вала на 3-ем этапе.

Обычно $\Delta\varphi = 1^\circ \div 5^\circ$.

Представим:

$$I_{np2}^i \left(\frac{d^2\varphi_2}{dt^2} \right)_i = I_{np2}^i \omega_{2i} \left(\frac{d\omega_2}{d\varphi_2} \right)_i = I_{np2}^i \omega_{2i} \frac{(\omega_{2i+1} - \omega_{2i})}{\Delta\varphi}; \quad (21)$$

$$\frac{1}{2} \omega_{2i}^2 \left(\frac{dI_{np2}}{d\varphi_2} \right)_i = \frac{1}{2} \omega_{2i}^2 \left(\frac{\Delta I_{np2}}{\Delta\varphi} \right)_i = \frac{I_{np2}^{i+1} - I_{np2}^i}{2\Delta\varphi} \omega_{2i}^2. \quad (22)$$

С учетом этих обозначений уравнение (11) примет вид:

$$I_{np2}^i \omega_{2i} \frac{(\omega_{2i+1} - \omega_{2i})}{\Delta\varphi} + \frac{I_{np2}^{i+1} - I_{np2}^i}{2\Delta\varphi} \omega_{2i}^2 = F_{a7} B_1 + B_2 + [(x_{cp} - R_o) \operatorname{tg} \gamma + r \cos \gamma - r] \times \\ \times (B_3 + c_2 B_1) - T_c(\varphi_{2i}, \omega_{2i}, t_i), \quad (23)$$

откуда:

$$\omega_{2i+1} = \frac{\Delta\varphi}{I_{np2}^i \omega_{2i}} \left\{ S_2 - T_c(\varphi_{2i}, \omega_{2i}, t_i) - \frac{I_{np2}^{i+1} - I_{np2}^i}{2\Delta\varphi} \omega_{2i}^2 + \frac{I_{np2}^i \omega_{2i}^2}{\Delta\varphi} \right\}, \quad (24)$$

или

$$\omega_{2i+1} = \frac{\Delta\varphi}{I_{np2}^i \omega_{2i}} \left\{ S_2 - T_c(\varphi_{2i}, \omega_{2i}, t_i) - \frac{I_{np2}^{i+1}}{2\Delta\varphi} \omega_{2i}^2 + \frac{3}{2} \frac{I_{np2}^i \omega_{2i}^2}{\Delta\varphi} \right\}. \quad (25)$$

Далее полагаем:

$$\left(\frac{d\varphi_2}{dt} \right)_i = \left(\frac{\Delta\varphi_2}{\Delta t} \right)_i = (\omega_2)_{i_{cp}} = \frac{\omega_{2i+1} + \omega_{2i}}{2}, \quad (26)$$

откуда $t_{i+1} = \frac{2\Delta\varphi}{(\omega_{2i+1} + \omega_{2i})} + t_i$.

Угловое ускорение определяется как:

$$\varepsilon_{2i} = \left(\frac{d\omega_2}{dt} \right)_i = \omega_{2i} \left(\frac{\Delta\omega_2}{\Delta\varphi} \right)_i = \omega_{2i} \frac{\omega_{2i+1} - \omega_{2i}}{\Delta\varphi}. \quad (27)$$

Полученные уравнения (10, 11, 12) можно использовать для приближенного решения и в том случае, если профиль диска 5 будет выполнен по окружности или по другой кривой. В этом случае дугу окружности (или кривой) следует аппроксимировать прямой линией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство 418645 (СССР). Центробежная пусковая муфта / Авт. изобрет. Б. Г. Кобцев, В. Н. Коськин. – Заявл. 31.01.72, № 1741625/25 – 27, опублик. 05.03.74.
2. Корнеев, Ю.С. Экономическая эффективность использования механических пусковых муфт в приводах машин с большими инерционными массами // Известия ОрелГТУ. Серия «Естественные науки» / Ю. С. Корнеев, Е. Н. Корнеева, Т. Ю. – Орел: ОрелГТУ 2006. – № 9 – 10. – С. 69 – 71.
3. Корнеева, Е.Н. Динамика безнагрузочного разгона механической пусковой муфты, применяемой в приводах транспортных машин // Известия ОрелГТУ. Серия «Строительство. Транспорт» / Е.Н. Корнеева, В.А.

Гордон - Орел: ОрелГТУ 2008, № 1/17 (542).- С. 75-84.

4. Корнеев, Ю. С. Кинематический расчет фрикционной муфты с центробежным механизмом включения // Известия ОрелГТУ. Серия «Естественные науки» / Ю. С. Корнеев, Б. Г. Кобцев, Е. Н. Корнеева – Орел: ОрелГТУ 2003. – № 1 – 2. – С.39 – 42.

5. Корнеев, Ю.С. Исследование динамики приводов напольно-завалочных машин // Известия ОрелГТУ. Серия «Естественные науки» / Ю. С. Корнеев, Б. Г. Кобцев, Е. Н. Корнеева – Орел: ОрелГТУ 2003. – №1 – 2. – С.34 – 39.

6. Михайлов, Ю.К. Анализ влияния параметров муфты на величину фрикционного момента // Механизмы и машины ударного, периодического и вибрационного действия / Ю. К. Михайлов, В. И. Корнилов, Е. Н. Корнеева и др. – Орел: ОрелГТУ 2003. – С.412 – 416.

7. Баранов Г. Г. Курс теории машин и механизмов. / Г. Г. Баранов. – М.: Машиностроение, 1975. – 494с.

Корнеева Елена Николаевна

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Кандидат технических наук, старший преподаватель

302020, Орел, Наугорское шоссе, 29

Тел.: +7(4862) 41-98-48

Корнеев Юрий Степанович

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Кандидат технических наук, доцент

302020, Орел, Наугорское шоссе, 29

Тел.: +7(4862)41-98-96

Гордон Владимир Александрович

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика»

302020, Орел, Наугорское шоссе, 29

Тел.: +7(4862)41-98-48

УДК 629.3(076)

А.В. ПАНИЧКИН

РАЦИОНАЛЬНАЯ КОМПОНОВКА ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГУСЕНИЧНЫХ СДМ

В статье рассмотрены наиболее часто сейчас встречающиеся компоновки расположения узлов и агрегатов строительной техники, а также освещен наиболее рациональный вариант расположения ходового оборудования.

Ключевые слова: компоновка; ходовое оборудование; бортовой редуктор; гусеницы; строительные машины; бульдозер.

Now the most frequently occurring composition of units and assemblies of building equipment is considered and also the most rational variant of running gears packaging is shown.

Key words: assembling, running gears, final drive, caterpillar tracks, construction site engines, bulldozer.

В настоящее время, подавляющее большинство тракторов применяемых в строительстве имеют так называемую «классическую» компоновку (рисунок 1), в которой двигатель находится спереди, коробка передач, фрикционы и главная передача с бортовыми редукторами сзади, приводная звездочка расположена также сзади. Передача крутящего момента от приводной звездочки к гусеницам осуществляется по средствам цевочного зацепления.

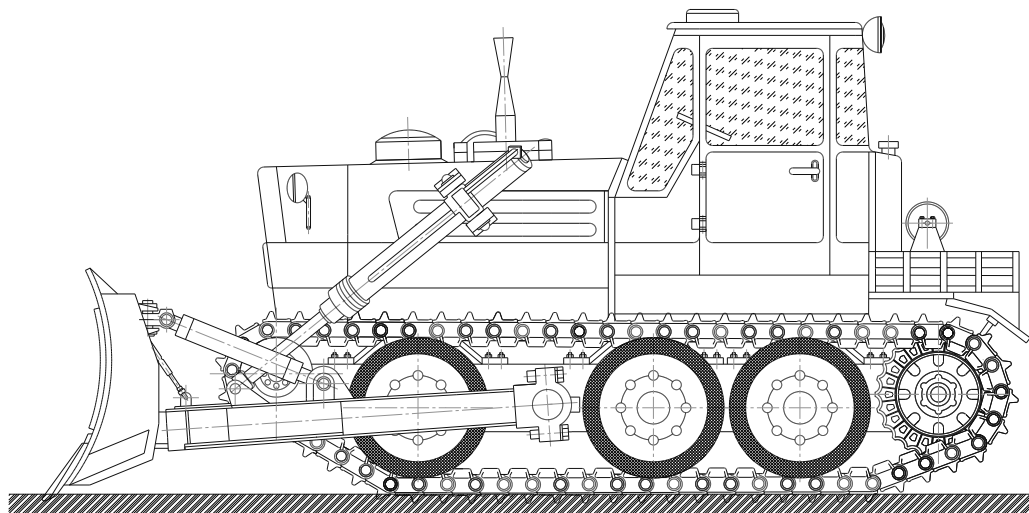


Рисунок 1 – общий вид бульдозера

Такая конструкция имеет ряд определенных недостатков:

1. т.к. приводная звездочка расположена сзади, то грунт с абразивными частицами оставшийся на гусеницах, попадая между приводной звездочкой и гусеницей активно ее изнашивает.

2. при цевочном зацеплении места контакта звездочки и гусеницы достаточно малы, что затрудняет процесс самоочистки гусеницы от грунта

По опытным данным предельный износ приводной звездочки, при котором она не подлежит восстановлению составляет от 2 до 4 месяцев в зависимости от интенсивности использования машины.

В настоящее время существует большое количество различных по конструкции типов гусеничного движителя, как с передней приводной звездочкой так и с задней приводной (рисунок 2)

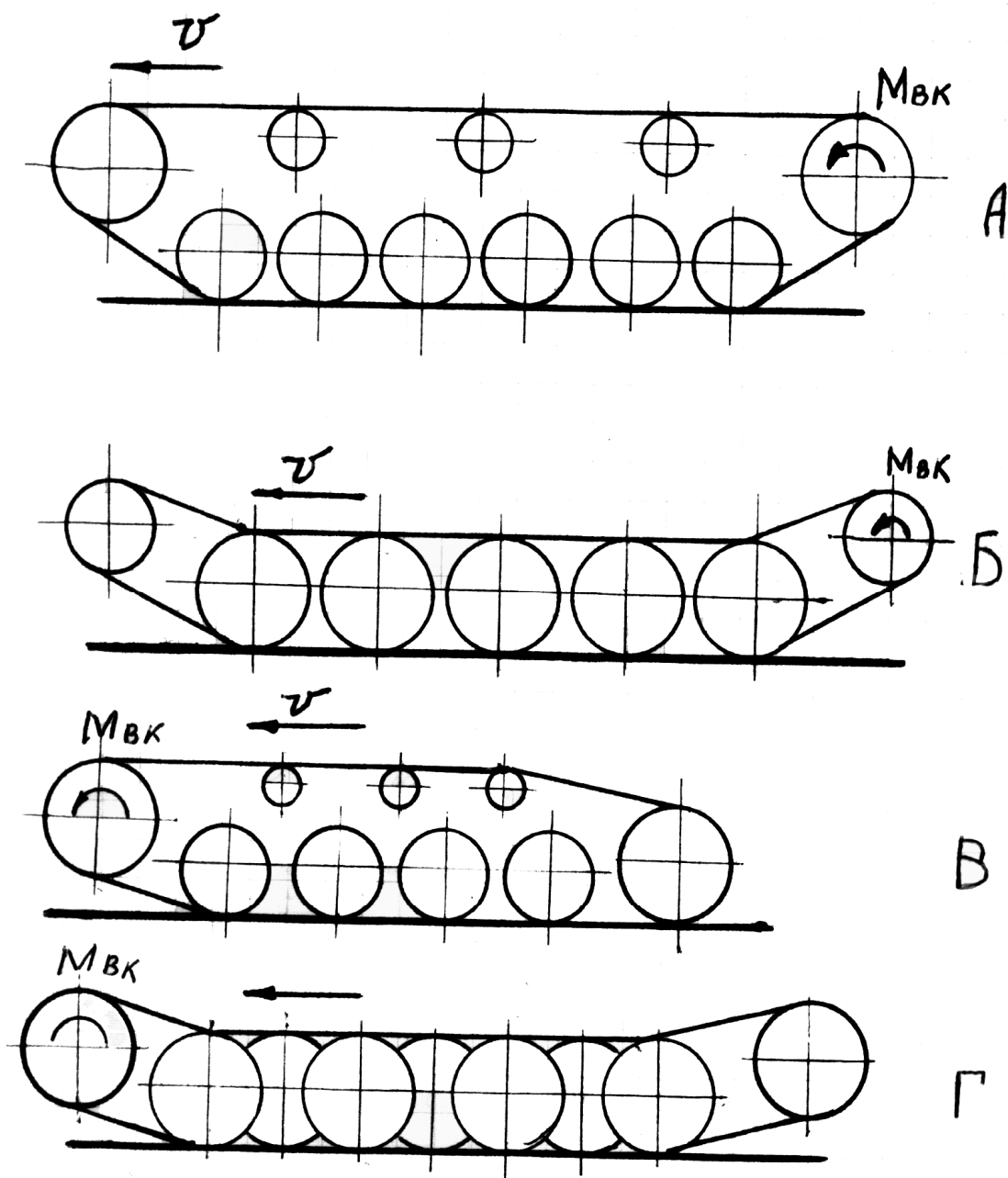


Рисунок 2 – Типы гусеничных движителей

- А – с поддерживающими катками, задним ведущим колесом и свободными ленивцами.*
- Б – без поддерживающих катков с задним расположением ведущих колес.*
- В – с поддерживающими катками, передним ведущим колесом и несущим ленивцем.*
- Г – без поддерживающих катков с передним ведущим колесом*

Наиболее рациональной для условий работы строительных машин является гусеничный движитель с передней приводной звездочкой, т.к. в момент прохода гусеницы по холостой ветви (сверху) она будет очищаться за счет вибрации.

Но такое решение требует координальной переработки общей компоновки машины, т.к. элементы трансмиссии должны будут быть установлены до двигателя.

Что касается зацепления гусеницы и приводной звездочки то в настоящее время существует 3 варианта различных типов зацепления (цевочное, гребневое и зубчатое) (рисунок 3)

Для условий работы строительных машин наиболее рациональным является гребневое зацепление, т.к. места контакта гусеницы и звездочки, достаточно крупны, а отверстия для зацепления в гусеницах отсутствуют, и приводная звездочка имеет круглую форму.

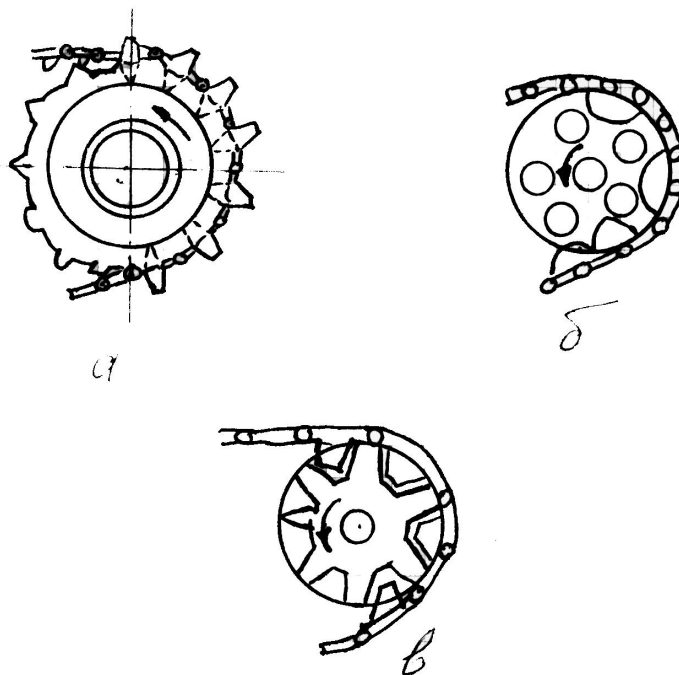


Рисунок 3 – Виды зацеплений
а – цепочное б – гребневое в – зубовое

Исходя из вышеизложенного наиболее рациональной конструкцией подвески гусеничного движителя будет так называемый треугольный гусеничный движитель, с верхним расположением приводной звездочки (рисунок 4).

При такой конструкции гусеница будет очищаться до подхода к приводной звездочки, исключается контакт звездочки и грунта как опорной поверхности в процессе работы



Рисунок 4 – общий вид бульдозера

Паничкин Антон Валерьевич

Орловский государственный технический университет, г. Орел

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

Тел. +7 (4862) 73-43-50

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ

УДК 656.023

А.С. БОДРОВ, Д.О. ЛОМАКИН

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В статье рассмотрены вопросы утилизации автотранспортных средств, а также связанные с этим проблемы. Приведены основные направления решения экологических проблем утилизации АТС.

Ключевые слова: автотранспортное средство; утилизация; экология; рециклинг; ресурсы; сбор и переработка информации.

The matters of motor-cars utilization are considered, and also problems connected with them. The main trends in ecological problem solution of motor-car utilization are shown.

Key words: motor-car, utilization, ecology, recycling, resources, information collection and processing.

Автотранспортное средство (АТС) — это не только средство передвижения, но еще и источник загрязнения окружающей среды. При эксплуатации АТС происходят выбросы в атмосферу продуктов сгорания топлива, а при техническом обслуживании появляются отходы (отработанные масла, аккумуляторы, тормозные и охлаждающие жидкости, упаковочные материалы от этих средств, автошины, фильтры и т.д.). Масса отходов на автомобильном транспорте достигает в год почти 3,3 млн. т, в том числе 330 тыс. т отработавших масел и специальных жидкостей, 1500 тыс. т лома и отходов черных металлов, 1200 тыс. т отходов резины, 180 тыс. т свинцовых аккумуляторов, 70 тыс. т отходов пластмасс [1].

Кроме этого необходимо помнить, что АТС хотя и является предметом длительного пользования, все же имеет конечный срок эксплуатации. В вышедшем из эксплуатации и брошенном на свалку АТС содержатся все те материалы, которые были использованы при его изготовлении: черные и цветные металлы, пластмассы и резинотехнические изделия, стекло и керамика, дерево и картон, текстильные и битумные материалы и др. Ущерб, наносимый окружающей среде брошенным автотранспортом, весьма велик. В брошенном АТС сохраняются жидкости (обычно 20—25 л), которые представляют серьезную опасность для окружающей среды, — это масла, жидкости, содержащие мета-пол, и т.д. Ржавление кузова АТС приводит к заражению почвы тяжелыми металлами. Доказано, что если брошенное АТС гниет, например, в лесопарковой зоне, то загрязнение почвы происходит в радиусе около 1,5 км от его остова. Еще больший ущерб природе приносят АТС, брошенные в водоемы или вблизи от них: ядовитые жидкости и тяжелые металлы в этом случае вымываются, попадая в воду и отравляя ее.

В России в условиях слабой организации сбора и утилизации брошенных и разукомплектованных автомобилей (ежегодно примерно 1,2 млн. единиц) обостряется проблема захламления городских территорий, загрязнения почв и водных объектов отходами автотранспорта. Владельцы бросают АТС на улице по причине отсутствия экономического механизма наказания и системы мер по их применению. Окончательно не решен вопрос о том, кто и когда должен платить за утилизацию: владделец в момент покупки АТС, продажи или отправки на рециклизацию или непосредственно завод изготовитель (цена тогда включается в первоначальную стоимость АТС). И каким образом избежать двойной оплаты за переработку владельцам АТС, ввезенным из-за границы.

И если в некоторых автосервисах существуют приемные пункты, куда владельцы АТС за определенную плату сдают использованные автопокрышки, то большинство использованных расходных материалов просто выкидываются на свалку. Обычно бывшие в употреблении масла выливаются на землю, изношенные и бракованные детали хранятся в гаражах, ре-

монтажных предприятиях, мастерских. Из-за невысокой стоимости вторсырья, многие владельцы АТС выбрасывают на свалку даже аккумуляторные батареи. Такие свалки организуются стихийно вблизи гаражных кооперативов, а ведь находящиеся в аккумуляторах соляная кислота и свинец в случае раскупорки аккумуляторов весьма опасны: это риск для здоровья населения, прежде всего, детей (свинец высоко токсичен и обладает способностью накапливаться в организме человека).

В Российской Федерации сегодня отсутствует закон, касающийся авторециклинга, работает лишь ряд нормативно-правовых актов, касающихся проблемы переработки всех видов отходов. Заводы по переработке АТС в связи с отсутствием системы «Авторециклинг» вынуждены работать не на полную мощность или договариваться с соседними регионами. Так, в Москве впервые в Российской Федерации построен современный экологически безопасный завод: используемая технология позволяет перерабатывать кузов автомобиля даже с двигателем, из которого предварительно обеспечен слив технических жидкостей, съем аккумулятора и резины. Кузов подвергается дроблению на мелкие фракции, после чего методом магнитной сепарации отделяется черный и цветной металл, а воздушной сепарацией отделяются остальные отходы (окалина, краска, текстиль, стекло, полимеры, дерево, резина и др.), которые подлежат обычно уничтожению. Загруженность данного завода в 2002 г. составила всего 35% [2].

Нерешенность многих вопросов, связанных с автотранспортными средствами, подлежащими утилизации, а также отсутствие системного (комплексного) подхода к решению вопросов размещения транспортных средств приводит к загрязнению почв, воздуха и водных объектов. Также существенны экономические потери от неиспользованных ресурсов.

Закон о рециклинге принят более чем в 50 странах мира. К 1995 году мировая индустрия рециклинга обеспечила занятость более 1 млн. человек. Общая стоимость продукции, полученной в мире за счет рециклинга в 1995 году, составила 175 млрд. долл.

По данным Всероссийского НИИ автотранспорта, ежегодно во всем мире предприятия, специализирующиеся на утилизации АТС, обеспечивают работой более 1,5 млн. человек, а общая стоимость продукции, произведенной из материалов вторичной переработки, превышает 250 млрд. долл. Как правило, за рубежом масса материалов, остающихся непригодными к дальнейшему использованию, составляет не более 20% от общей массы автомобиля.

Организация сбора и переработки вторичных ресурсов автотранспортного комплекса (авторециклинг) включает следующие мероприятия:

- выявление и учет автотранспортных средств, непригодных к эксплуатации;
- создание сети пунктов сбора отработавших свинцово-кислотных аккумуляторов, автомобильных масел, изношенных автопокрышек и производств по их переработке;
- создание производства по утилизации охлаждающих жидкостей (тосол, антифриз), поступающих с площадок и транспортных предприятий;
- создание в многоэтажных гаражах-стоянках экологических блоков сбора отработавших узлов и материалов автомобилей;
- создание комплекса производств по утилизации отходов транспортного комплекса;
- проектирование и строительство установок по переработке твердого осадка автомобилей;
- создание центральной единой диспетчерской и информационной электронной базы данных обо всех автотранспортных средствах и их состоянии;
- реализация запчастей и продуктов переработки автотранспортных средств;
- захоронение отходов перерабатывающих предприятий.

Практически во всех экономически развитых странах на уровне правительств разработаны и действуют программы, которые включают мероприятия по квалифицированному обследованию (приемка, обработка) АТС, частичному демонтажу шин на перерабатывающих предприятиях, повторному применению снятых деталей, переплавке машин, захоронению не перерабатываемых отходов (в основном пластика, ткани). Обращение с отходами четко

регламентируется нормативно-правовыми актами и контролируется государственными органами. Необходимые средства на переработку отходов выделяются государством (за счет сбора налогов с владельцев автомобилей и фирм импортеров) и аккумулируются в специальных экологических фондах на местном и федеральном уровне.

В Европейском союзе главным руководящим документом, регламентирующим утилизацию вышедших из эксплуатации автомобилей и развитие сектора экономики по их переработке, является Директива 2000/53/ЕС. В соответствии с ней расходы по утилизации вышедшего из эксплуатации автомобиля или большую их часть несут автопроизводители и их официальные партнеры-импортеры. Этот документ предусматривает, что начиная с 1 января 2015 года переработке и повторному использованию компонентов и материалов, содержащихся в одном вышедшем из эксплуатации АТС, должно подвергаться не менее 95% массы (включая 10%, которые могут быть сожжены) и всего 5% - захоронено.

В Швеции формируется база данных по всем вопросам, касающимся автотранспортных средств. Организации, которые получают право проводить инспекционный осмотр, обязаны ежедневно сообщать информацию об АТС, представляющихся к осмотру и выявленных при этом неисправностях.

В Швейцарии демонтаж АТС и селективный сбор материалов с выделением опасных отходов производят ремонтные мастерские, имеющие государственную лицензию на выполнение работ данных видов. Из общего потока отходов автотранспорта отбираются кондиционные узлы и детали (для рециклинга и продажи), аккумуляторы, изношенные шины. Остальные отходы (кузова, рамы, крупногабаритные части) обрабатываются с помощью прессования, резки, дробления. Металлолом сортируется на черные и цветные металлы, которые в дальнейшем поступают на переплавку. Таким образом, перерабатывается 114 тыс. т черных и 12 тыс. т цветных металлов в год, что составляет 15% всего объема выплавляемого металла в Швейцарии.

В Голландии с 1995 года действует оригинальная схема финансирования утилизации отработавших свой срок АТС, разработанная некоммерческой организацией «Автомобильный рециклинг Нидерландов». При продаже каждого нового АТС организация-продавец осуществляет платеж в фонд утилизации автотранспорта. Средства из фонда идут на частичное покрытие расходов, связанных с бесплатной приемкой и переработкой. Всего за несколько лет Голландии удалось создать мощную индустрию авторециклинга. В настоящее время в этой небольшой стране работает около 700 аккредитованных пунктов приема старых АТС и более 260 предприятий по их разборке, эксплуатируется 11 установок по утилизации. Все участвующие в процессе утилизации компании имеют лицензии и соблюдают требования законодательства в области охраны окружающей среды.

В странах ЕС восстанавливается около 15% использованных шин для легковых машин, что на 20% дешевле производства новых. Исследования показали, что шины практически не загрязняют воду и их прогнозируемая долговечность в спокойной воде достигает сотен лет, поэтому их применяют даже при создании искусственных нерестилищ для рыб, а во Франции для усиления грунта. Еще одним перспективным направлением переработки шин является изготовление резиноасфальта. Несмотря на увеличение стоимости работ (от 10 до 100%) резиноасфальт имеет большую износо- и морозостойкость в 1,5-2 раза, снижает шум и тормозной путь автомобиля.

В США ежегодно перерабатывается более 11 млн автомобилей, а авторециклинг с годовым оборотом свыше 5 млрд долларов занял 16-е место среди крупнейших отраслей американской промышленности. В США запрещена организация новых открытых свалок, а захоронение и сжигание отходов с учетом соблюдения всех экологических норм оказывается в три раза дороже, чем переработка этих отходов во вторичное сырье. Во многих штатах приняты законы, согласно которым каждый округ под угрозой прекращения финансирования из фондов штата обязан к определенному сроку ввести рециклизацию некоторой части отходов на своей территории. Повсеместно запрещено захоронение автомобильных аккумуляторов.

В Японии уделяют проблеме переработки отходов чрезвычайное внимание. Уже к 1985 г. в японской промышленности утилизировалось до 60% отходов.

Для снижения токсичности отходов все больше внимания при разборке АТС мировые автопроизводители уделяют извлечению опасных химических материалов (например, тяжелых металлов, хлорсодержащих полимеров и др.). Этому способствует соответствующая стандартизированная маркировка деталей на стадии их изготовления. Введение в процесс изготовления деталей сплошной их маркировки, безусловно, несколько удорожает продукцию, однако при этом снижаются последующие расходы на использование металлолома. Из полученного вторсырья изготавливают «неответственные» детали (бамперы, обивку багажника, коврики и многое другое), а также хозтовары (бутылки, дорожные ограждения, хозяйственная утварь, покрытия для садовых дорожек).

Особое внимание в последнее время уделяется переработке пластмасс, полипропилена, которые все больше используются в производстве АТС. Их переработка во вторичные материалы и использование с максимальной эффективностью возможны только после сортировки по видам полимеров и по конкретным маркам пластмасс. Некоторые фирмы ввели с этой целью стандартизированную маркировку деталей из резины и пластмасс, позволяющую четко определить марку материала.

Проектная группа "Утилизация автомобилей" компании BMW разрабатывает всеобъемлющую концепцию вторичного использования деталей АТС. Концепция учитывает необходимость утилизации уже на стадии проектирования. Разбираемые в Центре АТС удается использовать повторно почти на 95%. Масло, антифриз, бензин идут на переработку или в качестве топлива на собственную ТЭЦ. Демонтированные элементы, пригодные в качестве запчастей (стекла, двери, сиденья) продаются примерно вдвое дешевле новых. Разделенные по видам материала детали измельчаются, прессуются и идут в переплавку. Мелкие пластиковые детали, разборка которых трудоемка, идут на топливо.

С 1994 года действует соглашение между компаниями BMW, FIAT и RENO, в соответствии с которым каждая из них организует переработку машин этих трех марок у себя в стране. В 1995 году к соглашению присоединился "Rover".

На все детали, которые должны быть повторно переработаны после снятия с АТС, фирмой «Мерседес-Бенц» устанавливается специальный знак, означающий пригодность к рециклизации, а также кодовый номер, указывающий на вид используемого сырья [3].

АТС, произведенные в России, в принципе не предназначены для переработки. В ходе прессования — самого распространенного сегодня в нашей стране метода переработки автомобилей — получившийся черный металл загрязнен примесями меди, олова, цинка, свинца, хрома и других металлов, применяемых для изготовления оснастки, отделки, электрооборудования, защитных и декоративных покрытий. При этом необходимо отметить, что, если Россия не примет адекватных законодательных мер, то европейские производители для сокращения средств на утилизацию будут направлять часть старых машин в страны, где эта директива Евросоюза не действует, и территория нашей страны может превратиться в международную свалку подержанных автомобилей со всеми вытекающими для экологии последствиями [3].

В больших или меньших масштабах проблема переработки АТС касается всех регионов России, но первой наиболее остро ощутила ее Москва. По данным ГИБДД, в столице ежегодно выбывает из строя до 150 тыс. транспортных средств, но только четверть из них поступает на перерабатывающие предприятия. Главная причина этого — в отсутствии необходимых экономических стимулов и частично законодательной базы. Поэтому ежегодно более 100 тыс. автомобилей в столице бросают вблизи дорог, в лесопарковых зонах, на импровизированных свалках и т.д. Согласно действующему законодательству, брошенные автомобили приравнены к обычному мусору, поэтому их утилизация сегодня осуществляется за счет городского бюджета, и в результате город тратит около 30 млн. руб. на сбор таких автомобилей. В настоящее время только единицы владельцев АТС добровольно сдают вышедшие из эксплуатации автомобили на площадки сбора и утилизации.

Ситуация будет усугубляться, так как автопарк увеличивается, а срок эксплуатации автомобилей сокращается. Часть аварийных или просто старых АТС продается на запчасти (которые иногда попадают в продажу под видом новых, особенно на авторынках), часть — утилизируется через автокооперативы, автостоянки, мастерские, но такие фирмы, сняв с АТС то, что можно реализовать, все остальное — аккумуляторы с кислотой, масла, пластик — вывозят на свалки, сливают в городские стоки, нанося серьезный ущерб экологии.

В настоящее время нет четко регламентированного порядка утилизации АТС. К примеру, в Москве для утилизации брошенных АТС создана комиссия из представителей ГИБДД, Объединения административно-технических инспекций (ОАТИ) и муниципальных властей, которая признает АТС брошенным и разукomплектованным. Если находится хозяин, у него берут письменное согласие на утилизацию (как правило, никто не отказывает). Если владельца обнаружить не удалось, АТС признается бесхозным и перемещается на специальную стоянку, где в соответствии с Гражданским кодексом РФ может находиться до одного года. И только потом, если хозяин не объявился, АТС отправляется на переработку [3].

Сейчас практически невозможно заставить владельца АТС самостоятельно заняться утилизацией, т.е. снять АТС с учета (пусть даже не предъявляя его отделу регистрации ГИБДД) и на собственные средства отбуксировать в пункт приема металлолома. Эту проблему решить можно тремя способами.

Первый — заинтересовать владельца АТС заплатить за его автомобиль. Однако стоимость металла (1000—1500 руб.) едва ли покроет даже расходы на транспортирование.

Второй — с помощью налогового давления: владелец АТС может предпочесть уплате транспортного налога утилизацию старого АТС официальным порядком. Однако пока этот способ не доказал своей эффективности.

Третий способ использован в проекте федерального закона, подготовленного столичным Департаментом транспорта и связи и учитывающего международный опыт. За основу проекта взята модель Евросоюза, когда авансирование средств за утилизацию автотранспорта происходит в момент его приобретения.

Проектом федерального закона определены правовые, экономические и организационные основы утилизации АТС и обязательного страхования утилизации. Действие закона будет распространяться на все АТС, признанные владельцами непригодными к использованию и подлежащими утилизации. Обязанностью каждого владельца АТС станет заключение договора обязательного страхования гражданской ответственности утилизации и передача на утилизацию.

Законопроектом определены полномочия Российской Федерации, ее субъектов и органов местного самоуправления в области утилизации АТС и их принадлежностей. К полномочиям субъектов Федерации относится принятие законов и других нормативных актов в области утилизации АТС, реализация региональных программ и размещение государственного заказа на утилизацию на территории субъекта. Помимо этого, к полномочиям субъектов отнесено определение порядка и условий принудительной эвакуации АТС, подлежащих утилизации, а также экономическое стимулирование хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность по утилизации автотранспорта.

Утилизация АТС, согласно проекту закона, будет осуществляться на основании письменного договора с переработчиком. В течение пяти дней с момента принятия от владельца переданного на утилизацию АТС переработчик должен будет снять его с учета в органах, осуществляющих государственную регистрацию транспортных средств, и направить в налоговые органы уведомление об утилизации. Информация об утилизированных АТС будет заноситься в реестр, вести который будет переработчик. Законопроект запрещает владение и пользование АТС, переданным для утилизации. Предусмотрено экономическое стимулирование предприятий, занимающихся утилизацией в виде размещения государственных заказов по утилизации, предоставления им органами власти РФ и субъектов РФ льгот и привилегий, а также компенсации их расходов за счет бюджета в связи с утилизацией бесхозных АТС. Законопроектом вводится обязательность страхования утилизации АТС, которая будет осу-

ществляться при его приобретении. Продавец нового АТС будет заключать договор обязательного страхования утилизации до передачи АТС владельцу. Этот договор оформляется страховым полисом, выданным на предьявителя. Сторонами договора страхования утилизации выступают продавец нового АТС и страховщик, который будет обязан перечислить страховую сумму переработчику при наступлении страхового случая. Получателем страховой суммы станет переработчик, который должен будет предьявить страховщику полис обязательного страхования утилизации.

Исходя из этого можно сделать вывод, что авторециклинг — одно из перспективных направлений развития системы автосервиса, многообещающий бизнес, который ждет большое будущее после принятия федерального закона об утилизации транспортных средств. В-первых, автомобилей в России становится все больше. Так, в столице к 2012 г. суммарный автопарк составит около 4 млн. единиц. Во-вторых, в законе будет оговорено сокращение срока эксплуатации автомобиля до 12,5 лет, следовательно, в ближайшие годы число автомобилей, отправляемых на утиль, вырастет в разы. Стоит отметить, что сейчас в России зарегистрировано более 38 млн. транспортных средств. Из них около 48% — старше 10 лет.

В России складывается парадоксальная ситуация: при огромном потенциале рынка авторециклинга, наличии реальных запасов готовых к переработке машин, предприятия простаивают или, в лучшем случае, загружена лишь малая часть этих мощностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.ecoguild.ru>
2. <http://www.CarClub.ru>
3. [«Эксперт Северо-Запад» №23](#). 2008. С. 3-13.

Бодров Андрей Сергеевич

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

Ломакин Денис Олегович

Орловский государственный технический университет, г. Орел.
Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7(4862) 73-43-50
E-mail: sirm@ostu.ru

УДК 504.064.36:004

Д.Н. ЕШУТКИН, М.В. КУЛЕВ

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ДОРОЖНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В РОССИИ

Рассматривается структура парка транспортных средств, приводятся данные о количестве и тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий, проводится анализ влияния автотранспортных средств на окружающую среду, выделяются основные пути снижения экологического ущерба и повышения дорожной безопасности на транспорте.

Ключевые слова: экологическая безопасность; дорожная безопасность; автотранспортные средства; выбросы вредных веществ; дорожно-транспортные происшествия; возрастная структура автотранспорта.

The structure of the fleet of vehicles is considered, data of traffic accidents amount with their consequences are shown; the analysis of traffic accidents effect upon environment is represented, the main ways for ecological damage decrease and traffic safety increase are highlighted.

Key words: ecological safety, traffic safety, motor transport, pollutant emissions, traffic accidents, structure of motor transport wear.

Автомобильный транспорт России представляет собой наиболее гибкий и массовый вид транспорта. Совокупная численность автомобильного парка Российской Федерации (РФ) составляла на конец 2006 года немногим более 32 млн. шт. Из них на легковые автомобили приходится порядка 26,7 млн. шт. автотранспортной техники, грузовых – 4,6 млн. шт., автобусов – 0,81 млн. шт. (таблица 1.1). Прирост численности автомобилей в России составляет порядка 5 – 8% в год [1].

Структура автомобильного парка РФ в зависимости от типа автомобиля выглядит следующим образом: в целом по России, на долю легковых автомобилей приходится не менее 82% от общей численности автомобильного парка, доля грузовых автомобилей составляет примерно 15%, автобусов в России значительно меньше – около 3% от общей численности автомобильного парка [1].

Автомобильный парк России самый старый в сравнении с развитыми странами. Средний возраст легковых автомобилей в нашей стране – 12 лет. В Европе этот показатель составляет 8,5 лет, а в США – 9,2 года [3]. Возрастная структура парка автотранспортных средств России представлена в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Возрастная структура парка автотранспортных средств России, %

Срок эксплуатации	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Автобусы
До 5 лет	21	19	26
От 5 до 10 лет	32	19	32
Свыше 10 лет	47	62	42

Хорошо просматривается основная тенденция: с увеличением возраста растет относительная доля возрастной группы в автомобильном парке. Полученные данные позволяют говорить о том, что достаточно старых автомобилей в стране более чем в два раза больше, чем относительно новых. Однако, как показывают данные о возрастной структуре парка автомобилей в РФ, ситуация постепенно меняется к лучшему, но очень медленными темпами.

Российский автопарк имеет значительную инерционную составляющую, прирост его идет не очень быстрыми темпами (ежегодно на 4 - 8%), и структура также меняется медленно. Виной тому многочисленный, порой изношенный до предела парк старых российских автомобилей, число которых из года в год будет сокращаться.

Таким образом можно сделать вывод, что парк автотранспортных средств в России имеет неоднородную структуру и большое количество транспортных средств выработавших свой ресурс.

Проблемы экологической безопасности автомобильного транспорта являются составной частью экологической безопасности страны. Значимость и острота этой проблемы растет с каждым годом. Основные негативные последствия, связанные с эксплуатацией автомобиля – это загрязнение атмосферного воздуха, истощение природных ресурсов, уничтожение флоры и фауны, шум, вибрации и др.

Для России экологические проблемы автомобильного транспорта особенно актуальны. Это связано со следующими причинами:

- низкая культура эксплуатации автомобилей. Количество неисправных автомобилей, находящихся в эксплуатации до сих пор весьма велико даже в крупных городах.
- отсутствие жестких законодательных требований к экологическим качествам автомобилей. В отсутствие достаточно жестких требований по токсичности выбросов, потребитель не заинтересован покупать экологически более чистые, но при этом более дорогие автомобили, а производитель не склонен их выпускать.
- неподготовленность инфраструктуры эксплуатации автомобилей, оборудованных в соответствии с современными экологическими требованиями.
- в отличие от европейских стран, у нас в стране до сих пор затруднено внедрение нейтрализаторов.

Среди отраслей экономики России транспортный комплекс является крупнейшим загрязнителем окружающей среды. В масштабах страны доля транспорта в суммарных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу от всех источников достигает 45%, в выбросах парниковых газов – примерно 10%, в массе промышленных отходов – 2%, в сбросах вредных веществ со сточными водами – около 3%, в использовании веществ, разрушающих озоновый слой – не более 5%. Доля транспорта в шумовом воздействии на население составляет 85 – 95% на различных территориях [2].

Динамика выбросов загрязняющих веществ транспортными средствами в целом по России приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Выбросы загрязняющих атмосферу веществ от автомобильного транспорта

Показатель \ Годы	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Выброшено загрязняющих веществ, тыс. т	13481	14168	14449	14823	15260	15410
Удельный вес выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в общем объеме выбросов загрязняющих веществ, %	41,7	42,6	42,6	42,8	42,7	43,0

Анализируя табличные данные можно сделать вывод о неуклонном росте количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду от автомобильного транспорта. Темп прироста вредных выбросов составляет более 2% в год. Таким образом, можно сделать вывод, что проблема загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом приобретает все более острый характер.

Одним из основных механизмов снижения вредного воздействия автомобилей на окружающую среду является законодательное нормирование состава отработавших газов.

Стандарт "Евро-2" был введен в Европе, США и Японии в 1995 году, нормы Евро-3, которые на 30 - 40% жестче норм Евро-2, вступили в действие с 2000 года, а с 1 января 2005

года был осуществлен полный переход на выпуск автотранспортных средств, соответствующих нормам Евро-4, которые жестче уровня Евро-3 на 65 - 70% [3].

В России 21 апреля 2006 года вступил в силу Специальный технический регламент, утвержденный Постановлением Правительства РФ от 12.10.2005 N 609 "О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ". Регламентом устанавливается, что любая выпускаемая в обращение на территории Российской Федерации автомобильная техника должна по выбросам вредных (загрязняющих) веществ соответствовать экологическому классу не ниже второго ("Евро-2").

По экспертным оценкам, российский автопарк на 90% составляют автомобили, соответствующие нормам "Евро-0", на 5% - "Евро-1", на 4% - "Евро-2" и лишь 1% автомобилей подходят по стандартам "Евро-3" [3].

С 1 января 2008 года в России начали действовать нормы экологического стандарта "Евро-3", запрещающие производство в стране или ввоз на ее территорию автомобилей, не соответствующих как минимум стандартам "Евро-3". С 1 января 2010 года в России будут введены нормы "Евро-4", а с 2014 года - "Евро-5" [3].

Наряду с экологической все более острое значение приобретает проблема дорожной безопасности транспортных средств.

Аварийность в городах и на дорогах России является одной из серьезнейших социально-экономических проблем. За период с 1997 г. по 2008г. в стране произошло 2460953 дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в которых погибли 409658 человек, получили 2923760 человек. Ежегодно в России погибают около 30 тысяч человек, получают ранения свыше 170 тысяч человек, из которых более 10 тысяч становятся инвалидами [4].

К основным факторам, определяющим причины высокого уровня аварийности в России, следует отнести:

- недостатки системы государственного управления, регулирования и контроля деятельности по безопасности дорожного движения (БДД), отсутствие эффективных механизмов реализации государственной политики, механизмов финансирования и стимулирования деятельности по повышению БДД на федеральном и региональном уровнях;

- недостатки технического обеспечения мероприятий по БДД, в первую очередь, несоответствие современным требованиям технического уровня дорожных хозяйств, транспортных средств, средств организации дорожного движения, отставание в системах связи, приводящие к несвоевременному обнаружению ДТП и оказанию первой помощи пострадавшим.

Россия значительно выделяется среди экономически развитых стран по уровню дорожно-транспортного травматизма. Число погибших на 10 тыс. транспортных средств в 3 – 5 раз превышает аналогичные показатели зарубежных стран. Число погибших на 100 тыс. населения в 1,5 – 2 раза выше, чем в странах развитой автомобилизации. Особенно неблагоприятное положение сложилось с тяжестью последствий ДТП, которая в 3 – 10 раз выше, чем в развитых странах [5].

В составе автопарка страны преобладают автотранспортные средства, имеющие низкий исходный технический уровень и неудовлетворительное техническое состояние в эксплуатации. Это оказывает заметное влияние на уровень дорожно-транспортной аварийности в стране.

Результаты проведенных исследований показали, что свыше 30% из них имели неисправности, с которыми запрещается их эксплуатация. Причем 29% от общего количества неисправных автомобилей имели неисправности тормозов, 20% – рулевых управлений и 19% – светотехники [5].

Следует отметить, что по данным специальных исследований, выполненных с выездом на место происшествия (профессионально и технически подготовленных специалистов), доля ДТП, обусловленных неисправностями транспортных средств, составляет 15% от общего количества ДТП, что выше данных официальной статистики (1,2 – 1,5%). Распределение

количества ДТП по видам технических неисправностей транспортных средств приведено в таблице 3 [4].

Таблица 3 – Распределение количества ДТП по видам технических неисправностей транспортных средств

Неисправность	Кол-во ДТП,%
Рабочей тормозной системы	31,8
Тормозной системы прицепа	4,3
Рулевого управления	13,6
Внешних световых приборов	20,2
Износ рисунка протектора	14,3
Отсоединение колеса	4,0
Несоответствие шин модели ТС	1,6
Сцепного устройства	1,5
Иные	20,7

Таким образом, сокращение количества ДТП напрямую связано с совершенствование системы организации и проведения государственного технического осмотра транспортных средств с широким использованием средств технического диагностирования.

Для достижения данной цели в соответствии с Постановлением Правительства РФ N880 от 31.07.1998 года и Приказом МВД РФ N190 от 15.03.99 в России начала вводиться новая программа по проведению ежегодного государственного технического осмотра с использованием средств технического диагностирования. Эта программа опирается как на уже имеющиеся наработки отечественных исследователей, так и на достижения европейского опыта. В первую очередь она направлена на обеспечение точного диагностирования основных узлов и агрегатов автомобиля, отвечающих за экологическую и дорожную безопасность.

Таким образом можно сделать вывод, что основным механизмом снижения вредного воздействия автомобилей на окружающую среду и повышение их дорожной безопасности является ужесточение государственного регулирования в области автотранспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Транспорт в России 2007: Стат. сб./Росстат. – Т65 М., 2007. – 198 с.
2. <http://www.mnr.gov.ru/part/?act=more&id=2993&pid=1032>
3. <http://www.rian.ru/elements/20080925/151586110.html>
4. <http://www.gibdd.ru/news/main/>
5. www.mintrans.ru/pressa/3_ya_Press.htm

Ешуткин Дмитрий Никитович

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Теоретическая и прикладная механика»
Тел.: +7(4862)419846

Кулев Максим Владимирович

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Аспирант кафедры «Теоретическая и прикладная механика»
Тел.: +7(4862)471323
E-mail: maxim.ka@mail.ru

УДК 331.45:629

А.П. ЛАПИН, А.Н. НОВИКОВ, Д.Н. ШОПОВ, Р.Р. САДЫКОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ОЦЕНКЕ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО КРИТЕРИЮ БЕЗОПАСНОСТИ

Оценивая технические системы, к которым относится система «человек-машина-животное-производственная среда» по конкретному содержанию и свойствам, изменяющимся от низких до высших, определяют возможность совершенствования системы

Ключевые слова: биотехническая система; интегральный показатель качества; интегральная оценка безопасности; информация состояния; информация управления.

By means of the assessment of technical systems to which belong the system “man-machine-animal-industrial environment” by concrete contents and properties changing from lowest to highest one defines a possibility of system perfection.

Key words: bio-technical system, integral index of quality, integral value of safety, information of state, information of control.

Безопасность технической системы в большей степени зависит от значения эргономических показателей средств труда и профессиональной подготовки работников животноводства, которые тесно взаимосвязаны между собой. Так при работе с животными на работников воздействуют многие производственные вредности, которые при определенных условиях могут быть источником травм и профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости. Все это побуждает исследователей и медицинских работников постоянно заниматься этими проблемами.

Следует иметь в виду, что на организм человека вредные факторы воздействуют постоянно, а опасные реализуются в травмы только в определенных условиях, когда случайно событие и происходит оно практически мгновенно.

Изучение биотехнических систем и их эффективная оценка позволили исследователям определить ряд проблем управления качеством средств механизации: исследование операций, теория полезности, теория эффективности, квалиметрия и т. д.

Черчмен У. отнес исследование при решении оптимальных задач, возникших в процессе проектирования и эксплуатации биотехнических систем к научному направлению. Операционная модель эффективности системы может быть записана в следующем виде (1):

$$E=f(X_i : Y_i), \quad (1)$$

где E – критерий эффективности системы;

X_i и Y_i – входные управляемые и неуправляемые параметры системы.

Известно, что информационной основой управления является оценка объекта по большому количеству его показателей. Для получения информации, необходимой для принятия решений, следует преобразовать информацию состояния в информацию управления. Это преобразование обеспечивает оценка функционального состояния объекта в виде отображения (f) множества фактических показателей его функционального состояния $P_k=(P_{ки})$ в области действительных чисел в интервале $R_i=(0,1)$.

Биотехническая система является системой более высокого уровня, но закономерность и этапы ее периода из одного качественного состояния в другое аналогичны.

Интегральным показателям функционального состояния системы, полученным на основе единичных показателей $P_k=(P_{ки})$ и их оценок $K=(k)$, соответствует определенное значение интегрального показателя безопасности $P_{чм}$ или ее обратная величина опасности $Q_{чм}=1-P_{чм}$.

В настоящее время производственный травматизм оценивают коэффициентом $K_ч$ и

коэффициентом тяжести K_T .

Андрос В.А. считает, что коэффициент частоты имеет более глубокое содержание, чем это принято. Необходимо иметь достаточное представление об образующих его факторах. Частота производственного травматизма является случайной величиной с конечным математическим ожиданием.

Присходящий интегральный суммарный (общий) травматизм на изучаемом объекте можно отнести к явлению случайных травм, распределение которых определенным образом связано, возможно, с вероятностью отдельной травмы. Это можно представить как некоторое случайное событие (А), вероятность которого $Q(A)$ есть количественный признак взаимодействия многих и разнородных по своему характеру и формам проявления факторов действительности, т. е. производственный травматизм является реализацией производственного риска при выполнении работы на объекте и измеряемого величиной $Q(A)$ для усредненного работника.

Коэффициент частоты K_q в этих условиях будет иметь вид (2):

$$MK_q=1000 Q(A), \quad (2)$$

т. е. математическое ожидание случайной величины K_q вероятности травмирования одного среднего работника, т. е. в этом случае, зная коэффициент частоты, можно определить и меру опасности $Q(A)$.

Зная числовую величину $Q(A)$, можно для расчета применить закономерности классической теории.

Во ВНИИ охраны труда было установлено, что мера опасности $Q(A)$ для водителей транспортных средств имеет значение $Q_{ст}=6,7 \cdot 10^{-4}$, а что в течение года не будет травмирован ни один водитель в хозяйстве, равна $P(B)$ и составляет 0,87455.

Вероятность противоположного события, т. е. водитель может быть травмирован в течение года будет $Q(B)=1-P(B)$ и составляет 0,12545. Эта вероятность очень мала и вполне можно ожидать, что водители в данном хозяйстве проработают при неизменных условиях несколько лет без травм, но если в районе или области имеется большое количество однотипных хозяйств (при 100 и более однотипных хозяйств), то в соответствии с законом больших чисел, в 12 из них могут произойти в течение года случаи производственного травматизма среди работников.

В соответствии с законом больших чисел (3):

$$\text{Lim}P(\varepsilon/n-PT)<\zeta)=1, \quad (3)$$

где ε/n частота события А на объекте со среднесписочным составом n ;

ε – число травм, наблюдаемых среди работников в течение выбранного отрезка времени;

T – период времени, равный одному календарному году;

ζ – сколь угодно малая фиксированная величина.

Из формулы видно, что при большом количестве работников n частота события мало отличается от его вероятности – $P(A)$.

Рассматривая n как последовательность независимых испытаний, в каждом из которых событие А (травма) может произойти за время T с вероятностью P или не произойти с вероятностью $q=1-P$ (схема Бернулли), можно получить в виде членов разложение бинома Ньютона.

Из теории вероятности известно, что случайная величина может сходиться к величине, распределенной по нормальному (конечное P) или по закону Пуассона (малое p).

Используя формулу отправного допредельного распределения – распределение Бернулли, имеем (4):

$$P(\varepsilon=K)=C_n^K P^K q^{n-K}, \quad (4)$$

где ε – случайная величина равная $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n$

0, если i водитель, проработав период времени T , не был травмирован;

1, если i водитель, проработав период времени T , был травмирован ($i=1,2,3,\dots,n$).

Математическое ожидание вероятности травмирования за период T одного усредненного механизатора $M\varepsilon_i$ и математическое ожидание общего числа случаев травмирования на группу водителей численностью $nM\varepsilon$ будут иметь вид (5), (6):

$$M\varepsilon_i = q_0 + p_1 = P, \quad (5)$$

$$M\varepsilon = \sum M\varepsilon_i = nP. \quad (6)$$

Последовательно вычисляемые вероятности травмирования суммируются по формуле (7):

$$F(x) = \sum_{k=0}^{K=x} P(\varepsilon=K). \quad (7)$$

Во ВНИИ охраны труда, г. Орел, основываясь на анализе травматизма, пришли к выводу, что отраслевой коэффициент частоты травматизма является системным интегральным показателем опасности $Q_{\text{чм}}$ биотехнической системы, в котором нашли свое отражение недостатки средств химизации, профессиональной подготовки работников охраны труда. Установлено, что значения коэффициентов травматизма при отсутствии существенных изменений в технологических процессах и средствах механизации обладают статической устойчивостью.

При изменении элементов биотехнической системы вызывают изменения численных значений коэффициентов частоты травматизма, а каждому факту травмирования предшествовали опасное состояние машины (узла) и опасное действие работника.

Это послужило основанием для ввода двух дополнительных понятий:

- вероятность отказа (ненадежности) системы ЧМ- $Q_{\text{чм}}$;
- вероятность безопасности системы ЧМ- $P_{\text{чм}}$, которые связаны между собой зависимостью(8):

$$P_{\text{чм}} = 1 - Q_{\text{чм}} = 1 - K_q/1000, \quad (8)$$

где $Q_{\text{чм}} = K_q/1000$ – вероятность отказа системы ЧМ и равная значению отраслевого показателя частоты производственного травматизма, относительно к одному механизатору.

Рассматривая более подробно вероятность отказа и вероятность безопасности, пришли к выводу, что на основе статистических данных по травматизму при выполнении отдельных операций можно оценить интегральный уровень риска травмирования работников по конкретной марке машины или по комплексу машин.

Интегральный показатель риска травмирования $Q_{\text{чм}}$ позволяет при изменении численности машин производить оценку в пределах доверительного интервала ожидаемого количества травмированных, а также рассчитать потери рабочего времени (9), вызванные травмированием работников.

$$\Delta\Phi = tN_k(q_{\text{чм л}} q_{\text{т. тр. л}} + q_{\text{чм инв}} q_{\text{т. тр. инв}} + q_{\text{чм вр}} q_{\text{т тр. вр}})K, \quad (9)$$

где t – годовой фонд рабочего времени одного оператора;

$q_{\text{чм л}}$, $q_{\text{чм инв}}$, $q_{\text{чм вр}}$ – частные показатели частоты травмирования по соответствующей тяжести;

$q_{\text{т. тр. л}} = 1$ – частость отказа по тяжести травмы с летальным исходом;

$q_{\text{т. тр. инв}}$ – частость отказа от тяжести травмы с временной утратой трудоспособности.

Используя положения теории вероятности относительно оценок случайных событий, каковыми являются факты травмирования, математическая вероятность отказа $Q_{\text{чм}}$ выражается произведением вероятностей появления отказа в каждом элементе (10):

$$Q_{\text{чм}} = Q_{\text{ч}} Q_{\text{м}}, \quad (10)$$

где $Q_{\text{чм}}$ - вероятность опасного действия;

$Q_{\text{м}}$ – вероятность отказа машины.

Данный методический подход и полученные на его основе зависимости, позволяют осуществить преобразование информации о состоянии ЧМ системы в информацию управления – перевод системы на новый базовый уровень, начальным этапом которого является прогнозирование состояния системы при изменении значений ее управляемых переменных и функционально связанными с ним уровнем риска травмирования водителей, путем образования параметров качественных характеристик транспортных средств, водительских кадров, службы сервисного обслуживания и охраны труда, перевод на которые позволит осуществлять их производство на новом качественном уровне.

Существующая поэлементная эргономическая оценка безопасности несовершенна из-за использования лишь альтернативного, т. е. дискретного метода оценок, потому что предполагает лишь один ответ: «соответствует ГОСТу или не соответствует ГОСТу». При этом не получает должной оценки степень ее несоответствия.

Разработана и широко применяемая в практике группа эмпирических методов, включающих ряд конкретных методологических процедур. Среди них наиболее перспективными для адекватного решения задачи количественной оценки безопасности техники являются методы метрического шкалирования и экспертных оценок. Особое значение шкальных оценок состоит в том, что с их помощью легче сделать вывод о выраженности комплексных признаков. Экспертный метод используется тогда, когда применение расчетных и экспериментальных методов затруднительно. Сложность проблемы состоит в том, что существующие аналитические методы расчета эргатических показателей не в полной мере решают вопросы об адекватности сопоставления данных оценок и тем самым не позволяют достаточно надежно рассчитывать коэффициенты весомости.

В тоже время, как показывают наши исследования, широкие возможности для определения весовых коэффициентов открывает метод психофизического шкалирования, основанный на учете взаимосвязи сенсорной чувствительности оператора с параметрами воздействующих факторов внешней среды: температуры, внешнего шума, вибрации, напряженности и т. п. При этом, принцип потенциальной соизмеримости субъективных ощущений с характеристиками реальных нагрузок, положенный в основу метода, позволяет более надежно, чем существующими до этого методами, осуществлять прогнозирование поведения и деятельности человека в ситуациях, когда информация о физических объектах является необходимой для регуляции состояния и оценки результата человеческой деятельности.

Для более дифференцированного подхода к определению качества по показателям безопасности необходимо иметь систему интегральной количественной оценки уровня безопасности, построенную не по дискретному, а по непрерывному номографическому принципу (аналитических зависимостей), т. е. иметь систему интегральной количественной оценки уровня безопасности, вбирающую в себя характеристики всей совокупности эргономических показателей и позволяющую давать не только общую оценку уровня безопасности объекта, но и, при необходимости, ее дифференцированную оценку, открывающую возможность составить представление за счет каких групп свойств и на сколько повышается (понижается) общая оценка уровня безопасности объекта в целом.

Интегральная оценка – это процесс получения и обработки конкретных данных каждого объекта с последующим нормированием по группам и уровням, определение аналитических зависимостей, вычисление значений показателей при объекте с последующим суммированием полученных значений.

Данная оценка, вносимая в сертификат изделия и напрямую увязанная с его коммерческой ценой, могла бы служить эффективным экономическим рычагом, стимулирующим нормализацию факторов условий труда вплоть до их комфортности.

С этой целью нами разработана система интегральной количественной оценки безо-

пасности техники и рекомендации по совершенствованию ее эргономических свойств при конструировании. Полученные ненормированные значения коэффициентов весомости эргономических показателей позволили установить соотношение однородных эргономических показателей по важности в той или иной группе свойств, которые в квалиметрии принято считать как групповое нормирование значений весовых коэффициентов.

Групповое нормирование значений (11):

$$K_o^{ou} = \sum_{i=1}^n K_i \quad (11)$$

где K_o^{ou} – оценка комплексного показателя в баллах;

K_i – оценка единичного показателя в баллах;

n – число единичных показателей.

При этом комплексное нормирование весовых коэффициентов должно удовлетворять требованию (12):

$$\sum_{i=1}^n K_i = 1 \quad (12)$$

Комплексное нормирование весовых коэффициентов являлось первым этапом на пути получения интегрального показателя безопасности. Следующим этапом было установление значимости каждого из показателей по отношению ко всей совокупности показателей. Для чего было проведено уровневое нормирование групповых коэффициентов весомости.

Оценка отдельного группового или обобщенного показателя рассчитывается по формуле(13):

$$K_i = \sum_{i=1}^T K_i \quad (13)$$

где K_i – оценка группового или обобщенного показателя в баллах;

t и k – порядковые номера единичных показателей, совокупность которых образует оцениваемый показатель.

Проблема интегральной оценки безопасности не может быть решена, если не найден способ объединения разрозненных показателей в единый комплексный показатель. В случае эргономической оценки транспортных машин только единичных показателей насчитывается более двухсот, а каждый из них (или отдельные группы) выражается в несопоставимых единицах измерения: Дб, градусы, кг, люксы и т. д. Безусловно, такое количество показателей требует поиска простого и эффективного способа их объединения. Решение видится в переводе абсолютных значений эргономических показателей полученной номенклатуры в сопоставимые относительные показатели. Для этих целей была использована безразмерная относительная шкала от 0 до 1. Эталонным значением эргономического показателя является лучшее на данный момент в мире значение этого показателя и наоборот, предельно допустимым значением – худшее допустимое значение. Браковочным значением показателя является худшее, ближайшее к предельно допустимому, но худшее, значение показателя.

Показатель уровня оцениваемого механизма, позволяющий установить во сколько раз оцениваемый механизм лучше или хуже базового механизма (идеального, у которого все единичные показатели имеют оптимальные (комфортные) значения, определяют по формуле(14):

$$Q_y^{ou} = K_o^6 / K_o \quad (14)$$

где K_o^6 – комплексный показатель уровня базового механизма.

Оценку уровня любого единичного, группового или обобщенного показателя соответственно определяют по формулам (15):

$$\begin{aligned} Q_i &= K_i^{\text{оп}} / K_i^{\text{оп}} \\ \text{или} \quad Q_j &= K_j^{\text{оп}} / K_j^{\text{оп}} \\ \text{или} \quad Q_{\text{obj}} &= K_{\text{obj}}^{\text{оп}} / K_{\text{obj}}^{\text{оп}}, \end{aligned} \quad (15)$$

где i, j, obj – порядковый номер соответственно единичных, групповых и обобщенных показателей.

Если в конкретных условиях проведения оценки невозможности получить значения всех учитываемых в методике показателей, для каждого из оцениваемых механизмов, но есть уверенность, что неизвестные значения мало отличаются (10%) у сравниваемых механизмов, то оценка может проводиться по сокращенному перечню показателей. В этом случае результат оценки выражается в шкале отношений, если общая весомость (сумма максимальных баллов) неучтенных показателей не превышает 1350 баллов. Если общая весомость неучитываемых показателей превышает 1350 баллов, то результаты оценки даются в шкале рангов, т. е. какой их механизмов «лучше» или «хуже».

В основу разработки компьютерной системы интегральной оценки безопасности положен ряд основных требований:

- алгоритмы системы должны быть просты, удобны и целесообразны;
- программное обеспечение должно быть реализовано на ЭВМ со стандартным набором периферийных устройств;
- информация, получаемая в процессе работы с системой, должна быть детальной и наглядной;
- система должна обеспечивать формирование банка данных об эргономичности и безопасности машин;
- порядок работы с системой должен быть рассчитан на пользователя, не имеющего специальных навыков работы с ЭВМ.

Для работы с пакетом программ не требуется специальных знаний по информатике и вычислительной технике. Операции появляются на экране дисплея в качестве справочной информации: в диалоговом режиме необходимо лишь правильно следовать указаниям, периодически возникающим на экране дисплея.

Итогом этой работы явилась отработка принципов построения работоспособной системы интегральной количественной оценки безопасности сельскохозяйственной техники, что окажет действенное влияние на техническую политику эргономического совершенствования сельскохозяйственных машин, позволит защитить интересы потребителя с точки зрения трудовых мероприятий.

Внедрение системы интегральной количественной оценки безопасности позволит значительно снизить травматизм и заболеваемость за счет приведения эргономических параметров к оптимальным (комфортным) уже на стадиях проектирования, конструирования и испытания. В конечном итоге это позволит определить оптимальные пути совершенствования и повышения конкурентоспособности отечественной техники.

В условиях рыночных отношений система интегральной количественной оценки безопасности уровня качества машин позволит защищать интересы потребителя, даст ему научно обоснованную информацию о реальном эргономическом уровне техники на основе сравнительных характеристик различных машин по уровню безопасности и ее стоимости.

Внедрение интегральной количественной оценки будет иметь социальное и экономическое значение: система станет действенным средством управления показателями безопасности техники, способствуя созданию комфортных условий труда, повышению удовлетворенности и престижности труда, снижению заболеваемости и травматизма, сохранению высокой работоспособности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапин А.П. Величина риска в интегральной оценке безопасности производственных объектов. / А.П. Лапин, И.А. Хуснутдинов, А.В. Пыталев, А.И. Пантюхина – Мат. Межд. Симпозиума. – С. – Пгб.: МА-НЭБ, 2000. – С. 87-88
2. Угаров А.Н. Математические методы в геоинформационных технологиях: Сб. науч. трудов / А.Н. Угаров. – Ярославль: ЯГУ им. П.Г. Демидова. 2000. 108с.
3. Симонова Н.И. Закономерности формирования и оценка техногенных экологических рисков в промышленных городах России.// Н.И. Симонова // Медицина труда и промышленная экология. – №5. – 2002. – С. 3-8
4. Соколов Э.М. Оценка производственного объекта по критерию безопасности на основе концепции эколого-профессионального риска. / Э.М. Соколов, В.В. Ветров, И.В. Панферова, А.Г. Хрупачев // Безопасность жизнедеятельности, – №10. – 2001. – С. 20 – 24

Лапин Алексей Павлович

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Доктор технических наук, профессор кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7(4862) 73-43-50
E-mail: sirm@ostu.ru

Новиков Александр Николаевич

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7(4862) 73-43-50
E-mail: sirm@ostu.ru

Шопов Денис Николаевич

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Ассистент кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7(4862) 73-43-50
E-mail: sirm@ostu.ru

Садиков Раджаб Рустамович

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Ассистент кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7(4862) 73-43-50
E-mail: sirm@ostu.ru

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ РЕМОНТНОМ ОКРАШИВАНИИ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье приведены некоторые экологические аспекты использования лакокрасочных материалов при ремонтном окрашивании кузовов автомобилей, а также затронуты проблемы охраны труда при выполнении данных работ. Кроме того, описано применение жидких лакокрасочных материалов и порошковых композиций и рассмотрены их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: охрана труда; ремонтное окрашивание; жидкие лакокрасочные материалы; порошковые композиции; лакокрасочное покрытие; органические растворители.

In the paper some ecological aspects of paintwork material use at car and truck body repair colouring are represented and also the problems of labour protection at carrying out this kind of work are considered. Besides, the use of liquid paintwork materials and powder compositions with their merits and demerits are described and considered.

Key words: labour protection, repair colouring, liquid paintwork materials, powder compositions, paint coat, organic solvents.

В настоящее время для окрашивания машин используются комплексные системы покрытий (рисунок 1), включающие грунтовки, шпатлевки, композиции для промежуточных и верхних отделочных слоев. Такая структура покрытий предполагает последовательный поэтапный процесс окраски, в который входят предварительная подготовка поверхности металла, грунтование, шпатлевание, нанесение промежуточного и отделочного слоев. Первые два этапа обеспечивают защитные свойства, а последующие — декоративные характеристики покрытия. На каждом этапе окраски используются соответствующие материалы, специально разработанные для указанных целей.

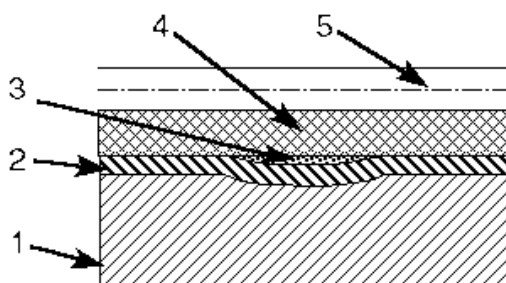


Рисунок 1 – Строение лакокрасочного покрытия:

1 - окрашиваемая поверхность; 2 - грунтовка; 3 – местная шпатлёвка;
4 – общая шпатлёвка (порозаполнитель); 5 – слой покрывной эмали

В настоящее время благодаря уникальному сочетанию эксплуатационных свойств лидирующее положение и в сфере ремонтной окраски автомобилей занимают двухупаковочные полиуретаны (таблица 1).

Таблица 1 – Лакокрасочные материалы (ЛКМ) для ремонтной окраски автомобилей

Тип ЛКМ	Доля применения в авторемонте, %	
	В мире	В Западной Европе
Полиуретановые	40	85
Алкидные	18	10
Нитроцеллюлозные	11	5
Акриловые термопластичные	18	-
Акриловые горячей сушки	13	-

Из приведенных в таблице данных видно, что по объемам потребления полиуретановые ЛКМ превосходят все остальные авторемонтные системы. Такое положение объясняется высокой скоростью отверждения этих материалов при обычной температуре, устойчивостью к бензину и горючесмазочным материалам, хорошей механической прочностью и отменным гляncем.

При ремонте автомобильных кузовов приходится использовать многослойные покрытия, состоящие из адгезионной грунтовки, шпатлевки, базисного и отделочного ЛКМ. При этом в силу специфики ремонтных работ очень серьезное внимание приходится уделять экологическим и технологическим свойствам материала.

Проблема состоит в том, что в США, Германии и других промышленно развитых странах существует нормативное регулирование эмиссии, согласно которому содержание летучих органических растворителей в авторемонтных ЛКМ строго ограничивается. В качестве примера приведем нормативы, обязательные для производителей и потребителей авторемонтных ЛКМ в США:

грунт-шпатлевки — 575—580 г/л;

покрывные лаки — 600 г/л;

эмали — 625—680 г/л.

Кроме экологических нормативов, авторемонтные ЛКМ должны соответствовать требованиям потребителей в отношении режима сушки, т. к. высокие температуры отверждения опасны для неметаллических элементов ремонтируемого кузова.

Применяемые для ремонтного окрашивания лакокрасочные материалы (грунтовки, шпатлевки, эмали) содержат органические растворители другие огнеопасные и вредные вещества, поэтому при работе с ними необходимо применять специальные меры предосторожности. Многие органические растворители относятся к легко воспламеняющимся и горючим жидкостям, пары которых образуют с воздухом взрывоопасные смеси. Также пары и аэрозоли применяемых растворителей токсичны. Это в первую очередь ароматические и галогено-содержащие углеводороды, мономеры (стирол, акрилаты), некоторые пластификаторы и отвердители. Большинство органических растворителей не только токсично, но и пожароопасно. Их пары образуют с воздухом взрывоопасные смеси, которые способны загораться или взрываться при внесении источника воспламенения.

Помещения, в которых проводят окрасочные работы, относятся к классу взрывопожароопасных категории А и должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с существующими нормами.

Указанные недостатки жидких лакокрасочных недостатка стимулируют поиск и разработку новых композиций, более приемлемых в экологическом, экономическом и техническом планах. Особенно интересны водорастворимые ремонтные эмали фирм BASF, Du Pont и Herberts, содержащие не более 350...400 г/л летучих органических соединений. Также одним из выходов является применение порошковых красок низкотемпературного отверждения.

Внедряя порошковые системы, специалисты преследуют цель не только снизить эмиссию летучих органических соединений, но и сократить объемы жидких и твердых отходов, образующихся при окраске автомобилей. Так, ЛКП из порошковых материалов, имеют наименьшее значение эмиссии летучих из всех лакокрасочных систем, применяемых при окрашивании машин (рисунок 2).

Однако применение порошковых красок предъявляет определённые требования к мерам безопасности при проведении окрасочных работ.

Наиболее опасными при производстве покрытий являются участки: нанесения порошковых красок, где возможно запыление окружающего воздуха, и формирования (отверждения) покрытий, где в результате воздействия повышенных температур могут образовываться летучие продукты разложения нестабильных компонентов красок и паров низкомолекулярных веществ.

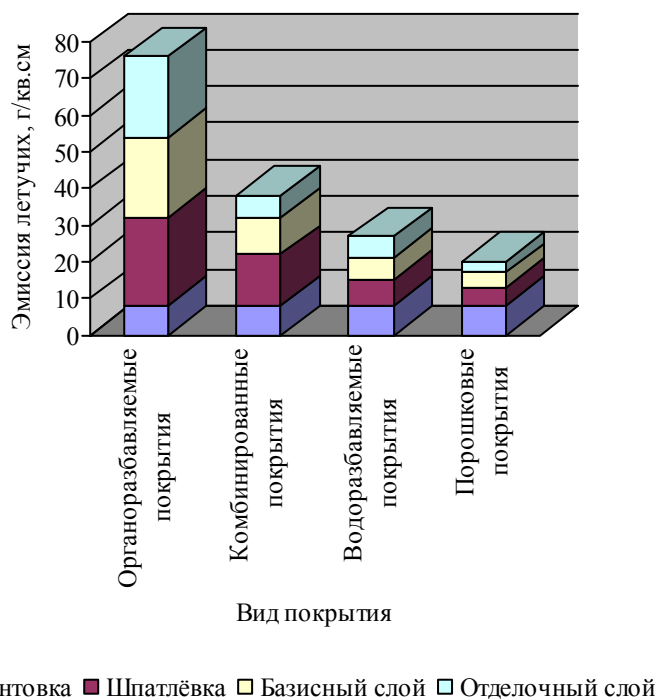


Рисунок 2 – Сравнительная характеристика систем для окрашивания машин с точки зрения экологической безопасности

Показателями пожаровзрывоопасности порошковых красок, как и любых дисперсных органических веществ, служат: температуры воспламенения T_B и самовоспламенения T_{CB} (T_{CB} немного выше T_B); нижний концентрационный предел воспламенения (НКПВ), минимальное взрывоопасное содержание кислорода, минимальные энергия и заряд зажигания. Ниже приведены значения этих показателей для ряда полимеров и получаемых на их основе порошковых красок.

Таблица 2 – Значения температуры самовоспламенения и нижний концентрационный предел воспламенения порошковых красок

Краска	Температура самовоспламенения, °С	Нижний концентрационный предел воспламенения порошковых красок, г/м ³
Поливинилбутиральная П-ВЛ-212	325	25,5
Полиэфирная П-ПЭ-1130у	395	33,5
Полиакрилатная П-АК-1138	405	20,0
Эпоксидный компаунд ЭП-49 Д/2	508	33,6
Эпоксидная П-ЭП-967	538	37,1
Поливинилхлоридная П-ХВ-716	650	100

Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (при использовании дефлегматора азота) для взвесей многих порошковых красок составляет 11...12% (об.); минимальная энергия зажигания 5,0...40 мДж, минимальный заряд зажигания 0,6...3,0 мкКл. Верхний концентрационный предел воспламенения аэрозвесей порошковых красок составляет 2...6 кг/м³, однако значения этого показателя нестабильны при определениях и потому противоречивы.

Порошковые лаки, как правило, более пожароопасны, чем аналогичные краски: присутствие минеральных пигментов и наполнителей приводит к увеличению $T_{СВ}$, НКПВ и минимальной энергии зажигания взвесей.

Порошковые краски, являясь горючими материалами, в пожарном отношении, однако, менее опасны, чем содержащие растворители жидкие краски: минимальная энергия зажигания их взвесей в воздухе примерно в 100 раз меньше. Для воспламенения порошковых взвесей также требуются более высокие температура и заряд зажигания.

Различные пленкообразователи при разложении образуют неодинаковые по вредности низкомолекулярные вещества.

Таблица 3 – Продукты разложения порошковых красок

Краска	Продукты разложения	
	Продукты разложения	ПДК, мг/м ³
Эпоксидная	Эпихлоргидрин	1
	Толуол	50
	Бутанол	10
	Ацетон	200
	Фенол	5
Поливинилбутиральная	Масляный альдегид	5
	Оксид углерода CO	20
	Хлористый водород	5
	Дибутилфталат	1
Полиамидная	Формальдегид	0,5
	ε - капролакам	10
Пентапластовая	Формальдегид	0,5
	Оксид углерода CO	20
	Хлористый водород	5
	Фосген	0,5

Особенно токсичны продукты разложения полифторолефинов (мономеры, фторфосген, оксид углерода) и пентапласта (хлорангидриды кислот, фосген, формальдегид, хлористый углерод, оксид углерода). Поэтому работа с красками на этих полимерах требует повышенной предосторожности и внимания.

Количество образующихся при формировании покрытий летучих продуктов, как правило, невелико: для большинства порошковых красок оно не превышает 3...5 г на 1 кг использованной краски. Это в сотни раз меньше количества растворителей, удаляемого при формировании покрытий из общепотребительных жидких красок.

Наиболее совершенный способ получения покрытий с гигиенической точки зрения - электростатическое напыление в камере с рекуперацией порошка и последующее его сплавление (отверждение) в камере с автоматическим режимом.

Проводилось санитарно-гигиеническое обследование участка по нанесению порошковой краски П-ЭП-219 на механизированной линии фирмы Hafe (Венгрия). Было найдено, что содержание красочной пыли на рабочем месте (у открытого проема камеры напыления) составляет 0,40...0,62 мг/м³ при фоновом содержании пыли в рабочем помещении цеха 1 мг/м³. Концентрация паров эпихлоргидрина у входного и выходного проемов печи не превышает долей мг/м³, т.е. лежит значительно ниже установленной нормы (ПДК-1 мг/м³). Степень улавливания порошка в фильтрах-рекуператорах составляет 99,8%.

Несмотря на меньшую санитарную и пожарную опасность работы с порошковыми красками, чем с жидкими, при получении из них покрытий необходимо строго соблюдать установленные требования:

1. Ванны кипящего слоя обязательно должны иметь бортовые отсосы. Ванны шириной более 0,8 м оборудуются двухсторонним бортовым отсосом.

2. При нанесении красок распылением скорость воздуха в рабочих проемах камер должна быть не менее 0,6 м/с.

3. Недопустимы искровые разряды с оборудования (электростатический распылитель и др.) с энергией выше минимальной энергии зажигания порошковой краски.

4. Камеры рекуперации порошка должны оборудоваться предохранительными мембранами (клапанами) сечением не менее 1 м² на 10 м³ закрытого объема камеры.

5. Печи для формирования покрытий должны быть оборудованы вентиляционным зонтом и иметь автоблокировку для предотвращения подъема температуры выше установленной нормы.

6. При нанесении красок температура нагрева покрываемых изделий не должна превышать 2/3 от температуры воспламенения взвеси, а температура поверхности внутри печи - 2/3 от температуры самовоспламенения порошковой краски. Производства, связанные с получением и применением порошковых красок с НКПВ до 65 г/м, при условии образования взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% от свободного объема помещения, являются взрывоопасными категории Б.

Таким образом, применение порошковых красок имеет преимущество перед традиционными жидкими лакокрасочными материалами не только в экологическом отношении, но и в области безопасности выполнения окрасочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков А.Н. Окраска автомобилей при ремонте: монография/ А.Н. Новиков, А.С. Бодров. – ОрёлГТУ, 2008. – 127 с.
2. Зубов П.И. Структура и свойства полимерных покрытий. / П.И. Зубов, Л.А. Сухарева. – М.: Химия, 2002. 256с.
3. Карякина М.И. Физико-химические основы процессов формирования и старения покрытий. / М.И. Карякина – М.: Химия. 1999. 216с.
4. Бодров А.С. Особенности применения порошковых красок при ремонтном окрашивании автомобилей / А.С. Бодров// Объединённый научный журнал. – №11. – 2006г. – С. 69 – 71.

Недолужко Владимир Валентинович

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Аспирант кафедры «Сервис и ремонт машин»

Тел: +7(4862) 73-43-50

E-mail: Vnedoluzhko@yandex.ru

ОБРАЗОВАНИЕ И КАДРЫ

УДК 355.358

Ю.И. БРЕЗГИН

КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРА

Основу культурологической базы диверсификации подготовки инженера составляет процесс воспитания информационно - технологической культуры будущего специалиста в транспортной отрасли, в условиях культурно-образовательного пространства политехнического многоуровневого учебного заведения. На современном этапе существуют разные подходы к пониманию сущности воспитания информационно - технологической культуры студента.

Ключевые слова: культурологическая база; диверсификация; информационно-технологическая культура; культурно-образовательное пространство; электронизация; компьютеризация; информатизация.

The process of development of information –technological culture of a specialist in a transport branch under conditions of cultural-educational sphere of polytechnic multi-level educational institution is a core of cultural basis of engineer’s training. At the present-day stage there are various approaches to the comprehension of the essence of information-technological culture development in a student.

Key words: cultural basis, diversification, information-technological culture, cultural-educational space, electronization, computerization, comprehension.

В условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, которые определяются в следующем:

1. Как дистанционное обучение.
2. Как обучение с применением в учебном процессе компьютеров и соответствующего программного обеспечения.
3. Как основанные на современных методах обработки информации (т.е. информационные технологии рассматриваются в них как средство обучения);
4. Как использование в обучении компьютерных сетей, в том числе глобальной сети Интернет.

Культурологическая база диверсификации подготовки инженера транспорта основывается на принципе целостности воспитания информационно - технологической культуры студента – выпускника политехнического вуза. Поэтому необходимо определить, какие педагогические требования налагает данный принцип в условиях информатизации современного общества.

Основу культурологической базы диверсификации подготовки инженера составляет процесс воспитания информационно - технологической культуры будущего специалиста в условиях культурно-образовательного пространства политехнического многоуровневого учебного заведения. На воспитание информационно - технологической культуры будущего специалиста возлагаются большие надежды, как на фактор интеграции системы профессионального политехнического образования, а также и как на средство повышения качества образовательных услуг.

Определение понятия «информационно-технологической культуры» упрощается тем обстоятельством, что оно входит в систему, объединяемой понятием «культура», разработка которой в педагогике исследована значительно больше.

Так, к системе, в которую входит понятие «информационно-технологическая культура», относятся: информация, технология, культура, профессиональная подготовка, информационная культура, профессиональная культура, политехническая культура. [2]

Понятие «информация» (вместе с понятием «технология») является структурообразующим при определении понятия «информационно-технологическая культура». [2]

Поэтому, следует отметить, что воспитание информационно - технологической культуры будущего специалиста транспорта в условиях культурно-образовательного пространства политехнического втуза является основой культурологической базы диверсификации профессионального образования. Т.е. базисом социально-экономического развития информационного общества, основой совершенствования и ускорения научно-технического прогресса.

Однако, до сих пор не сбалансирована профессионально-квалификационная структура выпускаемых учебными заведениями специалистов с потребностями федеральной и региональной отраслей производства реальных секторов экономики. Снятие возникшей проблемы воспитания информационно - технологической культуры будущего специалиста в транспортной отрасли, в условиях диверсификации образования будет возможно путем усиления регионализации образования, а также созданием региональной системы непрерывного многоуровневого профессионального политехнического образования. [3]

Одним из перспективных направлений реформирования образовательной системы, которое с успехом применяется в ряде развитых стран, является процесс диверсификации образования, т.е. введение многоуровневой системы политехнического профессионального образования специалистов транспорта. При разумной адаптации уникального процесса диверсификации образования к российским условиям, многоуровневая система профессионального политехнического образования способна снять многие принципиальные трудности, стоящие перед отечественным образованием, в частности, подготовка специалистов транспорта по данной системе позволит во многом удовлетворить запросы новых учебных заведений различных типов и видов, уровней и направлений. [12]

Глобализация мировой рыночной экономической системы создала предпосылки возникновения экономических кризисов, в т.ч. и в нашей стране. Это не могло не отразиться на подготовке специалистов с профессиональным политехническим образованием. Под последним здесь понимается не столько реформирование системы различных типов учебных заведений, сколько диверсификация политехнического профессионального образования, как способа реализации человека посредством самообразования, длящегося всю его сознательную жизнь.

В условиях диверсификации профессионального политехнического образования, как социального явления, можно выделить следующие аспекты интеграции культурно-образовательного пространства вуза, направленных на воспитание информационно - технологической культуры студента и управление его образованием (Ю.С. Брановский, Я.А. Ваграменко, Б.С. Гершунский, В.А. Извозчиков, Е.С. Полат, Роберт И.В. и др.):

- использование аппаратных и программных средств информационных технологий в качестве дидактического средства обучения для повышения наглядности при изложении учебного материала, моделирования различных объектов и процессов, систематизации и обобщении учебного материала, осуществления контроля остаточных знаний политехнического многоуровневого учебного заведения;
- реализация различных форм обучения: индивидуальной, коллективной, дистанционной в политехническом многоуровневом учебном заведении;
- автоматизация обучения с применением современных автоматизированных обучающих систем и компьютерных программ обучения в политехническом многоуровневом учебном заведении;
- разработка компьютерных учебных курсов и программно-методических и учебно-методических комплексов по циклам учебных дисциплин ,имеющих федеральный и региональный компонент;
- научное обоснование и выявление закономерностей разработки компьютерных учебных программ, решение проблем стандартизации и сертификации учебно-методических программных средств;

- обучение научно-педагогического состава вуза профессиональному применению средств информационных технологий в организации и управлении образовательным процессом в политехническом многоуровневом учебном заведении.

Термин «воспитание информационно - технологической культуры студента», как фактора интеграции культурно-образовательного пространства в условиях диверсификации политехнического образования в технических вузах прочно утвердился в современных педагогических исследованиях.

Рассмотрим, что понимается под термином «воспитание информационно - технологической культуры» в условиях диверсификации профессионального политехнического образования в различных научных исследованиях по педагогике.

Под воспитанием информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, многие исследователи подразумевают дистанционное обучение, которое, по их мнению, способно стать одним из способов реализации системы полного усвоения знаний по учебным дисциплинам. Основной характеристикой указанной системы культурно-образовательного пространства политехнического многоуровневого учебного заведения является создание психолого-педагогических условий для полного усвоения требуемого учебного материала каждым учащимся, желающим и способным учиться. Современным вариантом системы полного усвоения знаний является адаптивное компьютеризованное обучение, в том числе и дистанционное.

Проблемы создания и развития систем дистанционного образования для воспитания информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования рассматриваются в работах А.А. Андреева, В.И. Журавлева, А.С. Кондратьева, В.В. Лаптева, Н.Д. Никандрова, О.К. Филатова, А.И. Ходановича, Л.И. Холиной, А.В. Хуторского, В.Г. Ярикова и др.

Отметим, что при дистанционном обучении преподаватель и обучаемый разделены временем или пространством, т.е. находятся на определенной дистанции друг от друга. Развитие дистанционного образования, т.е. воспитание информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования является следствием изменения общественного строя и уровня развития коммуникаций и выступает в качестве возможности удовлетворения потребности в гибкой образовательной системе.

Единая концепция воспитания информационно - технологической культуры студента через дистанционное образование отсутствует, и одной из причин этого может быть недостаточный опыт использования дистанционного образования на практике. Часть научных исследований по педагогике абсолютизируют дистанционное обучение, считая, что оно придет на смену традиционным формам образования как форма образования, обладающая поистине уникальными возможностями, другие считают дистанционное обучение просто механизмом передачи информации.

Например, Г.И. Саранцев, рассматривая воспитание информационно - технологической культуры студента политехнического многоуровневого учебного заведения, как формы обучения, отмечает: «На страницах печати постоянно мелькают названия разных видов обучения: программируемого, модульного, дистанционного... По поводу больших надежд на поднятие качественного уровня преподавания с помощью компьютера замечу, что многие из них не оправдались, особенно это касается придания компьютеру функции средства обучения. Есть все основания утверждать: совершенствование учебного процесса по-прежнему определяется развитием классно-урочной системы с использованием урока в качестве связующего звена в интеграции различных организационных многоуровневых форм обучения» [11]

Сторонники воспитания информационно - технологической культуры студента через дистанционное обучение утверждают обратное, считая, что использование компьютерных технологий в образовательном процессе, т.е. воспитание информационно - технологической

культуры студента способствует вовлечению в научное общение и решение той или иной проблемы практически неограниченного количества участников - представителей любой отрасли знания. Но не менее важным представляется и тот факт, что эти технологии воспитания информационно - технологической культуры студента обеспечивают перевод образовательных систем на новый уровень социального взаимодействия в процессе обучения, когда отношения между обучающимся и обучаемым приобретают форму активного сотрудничества. При этом процесс обучения приобретает форму сотоварищества, в этом случае решающее значение приобретает изменение характера отношений субъектов образовательного процесса, а главной ценностью становится активное включение студента в учебный процесс. Например, «преимущества дистанционного образования при более низкой стоимости образовательных услуг - более высокая эффективность профессиональной подготовки по сравнению с заочной и вечерней формами обучения».

В ходе анализа научной литературы мы убедились в том, что основные идеи программированного обучения могут быть реализованы в системе дистанционного обучения другими более эффективными способами [8]

Отметим, что приведенный выше разброс научных мнений в области педагогики по реализации информационных технологий обучения справедлив применительно ко многим вопросам, в т.ч. касающихся воспитания информационно - технологической культуры студента в условиях культурно – образовательного пространства многоуровневого политехнического вуза с применением ПВЭМ и программного обеспечения в процессе обучения.

Идея реализации воспитания информационно - технологической культуры студента в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования отмечена в ряде нормативных документов [6]. В которых отмечается то, что воспитание информационно - технологической культуры студента в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования через систему дистанционного обучения, предназначено для индивидуального обучения лиц, желающих получить образование в форме самостоятельного экстерната (в силу социальных, психологических или физиологических особенностей; не имеющих возможности посещать общеобразовательную школу; для учащихся сельских школ, политехнических многоуровневых учебных заведений малых городов России, и жителей ближнего зарубежья, желающих обучаться на русском языке и др.).

Согласно требований нормативных документов [6], воспитание информационно - технологической культуры студента политехнического многоуровневого учебного заведения в условиях диверсификации образования реализуется также через организацию системы дистанционного обучения и предусматривает следующее:

- разработку принципов и механизма использования информационных технологий коллективной работы политехнического многоуровневого учебного заведения в распределенных группах пользователей ПЭВМ для организации учебного процесса, разработку и использование многофункциональных интегрированных информационных систем на различных платформах;
- обеспечение интерактивности процесса обучения в политехническом многоуровневом учебном заведении;
- реформирование региональных и университетских центров (филиалов) коллективного пользования уникальным лабораторным оборудованием в режиме удаленного доступа, функционирующих в рамках системы открытого образования в политехническом многоуровневом учебном заведении. [6]

Отметим, что в настоящее время, в условиях диверсификации политехнического образования, нерешённым является вопрос воспитания информационно - технологической культуры студента в вуза через организацию системы дистанционного обучения. Т.е. не определено, для каких категорий обучаемых (возрастных, профессиональных) можно использовать дистанционную форму обучения. Если большая часть научных исследований подтверждает, что в средней школе данная форма образования может использоваться только

дифференцированно (для дополнительного образования одаренных детей, для детей-инвалидов, которые не могут посещать обычную школу, для школьников из сельской местности), то, насчет возможности интеграции культурно-образовательного пространства многоуровневого вуза в дистанционной форме существуют самые различные точки зрения.

Например, есть точка зрения о том, что выпускники, изучающие точные и инженерные науки, в руки которых сразу после получения диплома приобретает лицензионное право заниматься производственной деятельностью и предпринимательством, но от таких специалистов зависит благополучие (а то и жизнь) многих людей и такие специалисты могут быть просто опасны для общества, если получили свои дипломы дистанционно. Гуманитарные науки имеют многовековую историю, книги и уединение всегда способствовали их освоению, поэтому именно историю, политологию, социологию, педагогику можно изучать дистанционно [7]

На наш взгляд, из анализа научно-педагогических исследований в области педагогики следует закономерный вывод о том, что дистанционно нельзя освоить профессию, которая в дальнейшем предполагает тесное общение будущего специалиста с людьми. В этом случае речь может идти только о разумном сочетании дистанционной и традиционной форм обучения.

Однако, несомненно воспитание информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, через организацию системы дистанционного обучения продолжает бурно развиваться, несмотря на то, что разработка его теоретических основ отстает от потребностей реализации этих образовательных услуг на современном этапе развития общества.

Под воспитанием информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, многие исследователи часто понимают, как компьютерную технологию обучения. Отметим, что исторически термин «информационная технология» возник как следствие развития компьютерной техники и современных систем связи. Периодизация развития интеграции культурно-образовательного пространства политехнического многоуровневого учебного заведения тесно связана с развитием различных поколений электронно-вычислительной техники.

Так, Е.Н. Пасхин, А.И. Митин выделяют этапы, условно названные *электронизацией, компьютеризацией и информатизацией* образовательного процесса [9]

Электронизация происходила в конце 50-х - начале 70-х годов двадцатого века и заключалась в широком внедрении электронных средств и вычислительной техники в процесс подготовки студентов сначала в политехнических, а затем и гуманитарных специальностей (конец 60-х - начало 70-х годов). Студенты обучались основам алгоритмизации и программирования, элементам алгебры, логики, математического моделирования на ПЭВМ. Малая производительность компьютеров, отсутствие хорошего интерфейса препятствовали широкому использованию вычислительной техники в сфере профессионального образования.

Компьютеризация началась с середины 70-х годов и связана с появлением более мощных компьютеров и программного обеспечения с дружественным интерфейсом. При этом студенты получили возможность работать с моделями реальных объектов. С помощью компьютеров исследовались химические, физические, социальные, педагогические процессы и явления. В сфере образования стали использоваться автоматизированные системы обучения, контроля знаний и управления учебным процессом.

На современном этапе воспитание информационно - технологической культуры студента вуза, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, через организацию системы *информатизации* образования характеризуется использованием мощных персональных компьютеров, быстродействующих накопителей большой емкости, новых информационных и телекоммуникационных технологий, мультимедиа-технологий и виртуальной реальности, а также философским осмыслением происходящего процесса информатизации и его социальных последствий [9]

Проблемы воспитания информационно - технологической культуры студента и компьютеризации обучения, а также применения в учебном процессе различных видов программного обеспечения были исследованы в работах М.В. Алексеева, Б.С. Гершунского, СИ. Иванова, В.А. Извозчикова, Г.Г. Матаева, А.Ф. Кафтрева, А.С. Кондратьева, В.В. Лаптева, Ш.Т. Меретукова и др.

Так, А.С. Кондратьев, В.В. Лаптев, А.И. Ходанович придерживаются следующей точки зрения: т.к. воспитание информационно - технологической культуры студента является задачей информации ученику (а по определению академика В.Н Глушкова информационные технологии - это технологии, связанные с переработкой информации), то информационные технологии использовались в обучении всегда, следовательно, любая педагогическая технология для воспитания информационно - технологической культуры студента является информационной. Вышеперечисленные авторы научных исследований считают необходимым ввести слово «новая» в характеристику современных технологий для воспитания информационно - технологической культуры студента, основываясь на следующем выводе: новые информационные технологии обучения обусловлены появлением и широким внедрением компьютеров в процесс образования. Эффективность воспитания информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования можно констатировать только в том случае, если:

1. Она удовлетворяет основным принципам педагогической технологии (предварительное проектирование, воспроизводимость, целесообразность, целостность).
2. Она решает задачи, которые ранее в дидактике не были теоретически или практически не решены.
3. Средством подготовки и воспитания информационно - технологической культуры студента является ПЭВМ.

В этом случае аналогична точка зрения Ю. А. Гороховатского: «Новые информационные технологии обучения - это технологии осуществления учебно-воспитательного процесса, в основе которого лежит теория управления педагогическими системами, а накопление, передача и обработка информации происходит с использованием компьютера» [4].

Воспитание информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования втуза, соответствует парадигме личностно-ориентированного образования и позволяет расширить дидактический арсенал педагога, учитывать и развивать личностные качества обучаемых, формировать у них навыки самостоятельной учебной деятельности и исследовательских умений.

Также сформулированы дидактические функции ПЭВМ в учебном процессе, которые выступают:

- в роли технического средства обучения и выполняют функции предъявления учебного материала, средства наглядности, расширения возможностей учебных коммуникаций;
- в роли средства программированного обучения, а также выполняют текущий и итоговый контроль остаточных знаний и т.д.;
- в роли средства формирования компетентности будущего специалиста и развития его способностей оценивать качество информации для профессиональной деятельности, понимать и воспринимать её истинную ценность;
- в роли средства развития когнитивных способностей, которые способствуют формированию операционного стиля мышления, совершенствованию творческих и формированию коммуникативных способностей, развитию общих когнитивных умений и т.д. [7].

По мнению М.И. Арсеновича, В.А. Гайсенюка, Г.А. Забаровского, анализируемое понятие воспитания информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, включает большой круг проблем, начиная от структурного анализа учебного материала и заканчивая системной организацией учебного процесса с комплексным использованием печатных и тех-

нических средств. Авторы отмечают следующие направления в воспитании информационно - технологической культуры студента в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования:

- 1) использование различных моделей обучения (педагогических технологий обучения);
- 2) предоставление возможностей педагогов и учащихся в выборе информационных технологий обучения;
- 3) насыщенность педагогических информационных технологий обучения разнообразными техническими средствами, включая персональный компьютер.

Анализируя общий перечень возможных дидактических задач воспитания информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, можно выделить в процессе обучения следующие дидактические задачи, при решении которых:

- ПК использовать нецелесообразно, например, при усвоении новых знаний, требующих сложного объяснения для трудно формализуемого материала;
- ПК может быть использован, например, в обучении решения задач различных классов сложности, усвоения новых знаний, хорошо формализуемого учебного материала, предполагающее несложное объяснение терминов и определений процессов и явлений ;
- целесообразно преимущественное использование ПЭВМ во взаимодействии с другими элементами компьютерной сети, например, обеспечение обратной связи в процессе усвоения знаний с индивидуальной коррекцией [9].

Т.о., основными характеристиками воспитания информационно - технологической культуры студента втуза, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, в данном подходе является использование в обучении ПЭВМ и программно-педагогических средств.

Под воспитанием информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, многие исследователи понимают современные способы обработки информации.

В нашем анализе научной литературы под воспитанием информационно - технологической культуры студента втуза будем понимать следующее - это получение, преобразование, передача, воспроизведение информации с помощью современных электронных устройств. Исходя из этого, большинство исследователей дают соответствующее определение термина «воспитание информационно - технологической культуры студента» втуза, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования.

Так, Л.В. Баранова под *информацией* понимает (от лат. Informare - изображать) сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования; а воспитание информационно - технологической культуры студента рассматривает двояко: как процесс и как результат. При воспитании информационно - технологической культуры студента как процесса, предполагается, что это способы функционирования системы материальных и идеальных средств, используемых для переработки, хранения, передачи информации. Во втором случае воспитание информационно - технологической культуры студента определяется как результат проектирования учебно-познавательной деятельности обучаемого и преподавания, направленного на достижение целей подготовки будущего специалиста, а также целей в области восприятия, переработки, передачи, распространения информации.

Цель воспитания информационно - технологической культуры студента политехнического многоуровневого учебного заведения как фактора интеграции культурно-образовательного пространства - организация системы обучения восприятия и переработки информации, передаваемой по каналам средств массовой информации; различных технических средств (коммуникационные сети, внешкольная литература, кино, телевидение); критичности в оценке информации [1].

Один из ведущих учёных в области педагогики Е.В. Данильчук под воспитанием информационно - технологической культуры студента втуза, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, понимает «технологии проектирования, организации, реализации, оценки, коррекции и последующего воспроизводства процесса обучения, воспитания и личностного развития учащихся на информационной осно-

ве (средствами новых информационных технологий в образовании)» [5]. Автор выделяет три направления воспитания информационно - технологической культуры студента, влияющих на изменение целей и содержания образования, значимость которых возрастает, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования:

- становление учебных дисциплин, обеспечивающих компьютерную грамотность учащихся;
- становление информатики как метапредмета в содержании образования, что способствует реализации принципов фундаментализации и целостности образования;
- формирование информационной культуры личности как необходимой составной части общечеловеческой культуры и обязательного компонента подготовки учащегося к жизни в современном обществе[5].

Под воспитанием информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, многие исследователи подразумевают использование в обучении *сети Интернет*. В частности, в большинстве исследований в области педагогики высказывается мысль о том, что применение в обучении *сети Интернет* даёт учащимся возможность самостоятельно выбрать образовательную траекторию - последовательность тем, путь и темп их изучения, систему тренировочных заданий и обучающих задач, способы контроля знаний (хотя данную трактовку воспитания информационно - технологической культуры студента трудно отделить от дистанционного и компьютерного обучения) [9].

Применение телекоммуникаций и сетевых информационных технологий обеспечивает учащимся такие возможности, как доступ к банкам данных по научной и учебно-методической проблематике, обмен учебной, методической и научной информацией между учебными заведениями, отдельными преподавателями и учащимися, проведение телеконференций, организационноисследовательской работы и т.д.

Возможности использования сети Интернет в гуманитарном образовании на современном этапе подробно рассмотрены коллективом исследователей под руководством Е.С. Полат. При этом были выделены дидактические свойства сети, которые разбиты на подклассы: дидактические свойства компьютера абонента, дидактические свойства хост-компьютера, дидактические свойства компьютера провайдера.

Пасхин Е.Н. и другие учёные в области педагогики выделяют основные проблемы воспитания информационно - технологической культуры студента втуза в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, возникающие при использовании в обучении сети Интернет, наиболее важными из них являются следующие:

1. Во-первых, преподаватели должны твердо знать, что Интернет не может заменить собой педагога.
2. Во-вторых, нужны специальные действия по организации работы учащихся в сети (в том числе их надо готовить к такой работе).
3. В-третьих, необходимо формировать у учащихся культуру сетевого общения как неотъемлемую составную часть общей культуры поведения.

Важно подчеркнуть, что все исследователи, занимающиеся проблемами воспитания информационно - технологической культуры студента втуза, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, однозначно считают, что использование информационных технологий позволит повысить качество обучения, в том числе - за счет реализации принципов личностно-ориентированного обучения.

По данным исследования О.Ю. Скрыбиной можно выделить основные направления воспитания информационно - технологической культуры студента в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, сведенные автором в таблицу в хронологическом порядке развития (таблица 1, приведена в сокращении). [11] Т.о., мы выяснили, что существуют разные подходы к пониманию сущности воспитания информационно - технологической культуры студента, в условиях диверсификации многоуровневого профессионального политехнического образования, которые определяются в следующем:

1. Как дистанционное обучение.

2. Как обучение с применением в учебном процессе компьютеров и соответствующего программного обеспечения;
3. Как основанные на современных методах обработки информации (т.е. информационные технологии рассматриваются в них как средство обучения);
4. Как использование в обучении компьютерных сетей, в том числе глобальной сети Интернет.

Таблица 1 – Основные направления проектирования воспитания информационно - технологической культуры в США

Направление	Цели	Содержание	Формы
Бихевиористское	Формирование навыков и умений	Предметное, включающие деятельностные компоненты	Программированное обучение
Когнитивистское	Развитие интеллектуального и творческого мышления	Предметное, включающее творческий и когнитивный компоненты	Проблемное обучение (сократовский диалог, экспертные системы)
Гуманистическое	Созданию условий самореализации интеллектуального и личностного роста	Личностно ориентированное	Проблемное обучение (проектирование, имитационное моделирование)

Т.о., мы приходим к выводу, что культурологическая база диверсификации подготовки инженера транспортной отрасли основывается на принципе целостности воспитания информационно - технологической культуры студента – выпускника политехнического вуза, т.е. необходимо определить, какие педагогические требования налагает данный принцип в условиях информатизации современного общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранова Л.В. Методика формирования представлений об информационных технологиях в курсе физики основной школы (на примере оптических явлений). / Л.В. Баранова Автореферат дис ... канд. пед. наук. - М.:1999.-26 с., с. 3
2. Воробьев С.В. Определение структуры понятия информационной культуры. / С. В. Воробьев // Методология и методика непрерывного образования: межвузовский сборник научных трудов / ЕГУ. – Елец, 2001.- С. 92-97.
3. Гершунский, Б. С. Педагогическая наука в условиях непрерывного образования. / Б. С. Гершунский // Советская педагогика. 1993. - №7. - С. 57-62
4. Гороховатский Ю.А. Применение новых информационных технологий в системе подготовки учителей физики. / Ю.А. Гороховатский, Д.Э. Темков. // Применение новых информационно-коммуникационных технологий в преподавании: Материалы международной конференции. - СПб., 2001. - С. 52-57
5. Данильчук Е.В. Информационные технологии в образовании. Учеб. пособие. / Е.В. Данильчук. - Волгоград: Перемена, 2002. - 184 с. 38
6. Карлов И. Ноосфера образования. Область удаленного доступа к знаниям / И.Карлов, И. Кудрявцев //Вестник высшей школы, 2001, № 3. - С. 41 44.
7. Околелов О.П. Теория и практика интенсификации процесса обучения в вузе: Дис. ... д-ра пед. наук. / О.П. Околелов. М., 1994. - 303 с., с. 51
8. Пасхин Е.Н. Информатизация образования в системе устойчивого развития: Философско-методологический анализ / Е.Н. Пасхин — М.: Изд-во РАГС, 1999.-218 с.
9. Саранцев Г.И. Теория, методика и технология обучения / Г.И. Саранцев //Педагогика, 1999, № 1. - с. 40.
10. Скрыбина О.Ю. Информационные технологии обучения в современном образовании США (гуманистический аспект). - Дисс. ... канд. пед. наук. / О.Ю. Скрыбина - Волгоград, 2000. - 190 с.
11. Селихова, Т. Д. Учебно-исследовательская работа в процессе политехнической подготовки будущего инженера / Т. Д. Селихова // Теория и практика профессионального образования / ОрелГТУ. - Орёл-Мценск, 2005.- С.156-159.

Брезгин Юрий Игоревич
 Мценский филиал ОрелГТУ, г. Мценск
 Кандидат технических наук, доцент, академик МАНЭБ
 Тел.: +7(4862) 73-43-50

УДК 371.014.3

Г.В. БУКАЛОВА, А.Н. НОВИКОВ

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ КАК ДИДАКТИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Авторы обращаются к проблеме оптимизации дидактической системы образовательного процесса, направленного на формирование профессиональной компетентности выпускника вуза технического профиля.

Ключевые слова: компетентностная модель; мотивационная сфера; интегративность систем; профессиогенный подход; акмеологический подход.

The authors touch the problem of didactic system optimization in a learning process directed to the formation of professional competence in a graduate student of a technical college.

Key words: competence model, motivation situation, integrity of systems, profессиogenic and acme-logical approaches.

Эффективность инженерного труда в большой степени определяется уровнем сформированности профессиональной компетентности в период обучения в вузе. Профессиональную компетентность выпускника вуза отражают освоенные им профессиональные знания, умения, навыки, профессионально важные качества личности, профессиональные способности, профессиональное мышлением, профессиональное сознание, понимание принципов профессиональной этики [1].

Формирование профессионализма имеет сходные основы для различных видов профессиональной деятельности. Однако любая конкретная профессиональная деятельность обладает своими особенностями. Компетентностная модель выпускника вуза и предназначена для представления особенностей той производственной сферы, для которой ведется подготовка специалистов. Поэтому компетентностная модель, отражающая профессиональные функции инженера конкретной области производства, может рассматриваться в качестве ориентира для педагогического управления процессом формирования профессиональной компетентности.

Основой формирования профессиональной компетентности, как результата образования выступают психические процессы, такие как речевые, сенсорные, мыслительные, мотивы, психические состояния [2]. В связи с этим можно отметить две «границы» профессиональной компетентности, как явления, принадлежащего и производственной, и образовательной сферам. С одной стороны, профессиональная компетентность определяет продуктивность производственной деятельности инженера. С другой стороны, это – результат учебной деятельности студента, новообразование в структуре его личности, своего рода - инновация. При чем инноватором выступает сам студент как субъект учебной деятельности. Понимание и принятие этого факта студентом – одно из условий эффективности процесса формирования профессиональной компетентности в условиях образовательного процесса вуза. Следовательно, необходимым условием эффективности образовательного процесса предстает постоянное стремление обучающегося к освоению профессиональной деятельности, соответствующих ей знаний, навыков и способностей. Таким образом, в организации образовательного процесса приоритетным признается «стимулирование *мотивационной сферы* (ценностные ориентации, цели, мотивы, установки, определяющие направленность личности)» [3, с. 13].

Представляя профессиональную компетентность как дидактическую категорию, можно выделить следующей комплекс образовательных стратегий ее формирования. Во-первых, - это создание образовательной среды для освоения соответствующего объема профессиональных знаний. Во-вторых, - обеспечение освоения алгоритмов жестко формализуемых профессиональных действий. В-третьих, - освоение широкого спектра мягко формализуемых (возможных для варьирования) профессиональных действий. В-четвертых, - это го-

товность к аналитическому восприятию промежуточных и окончательных результатов учебной и учебно-профессиональной деятельности, способность к коррекции непродуктивных действий и личностных качеств. Реализация указанных стратегий в ходе формирования профессиональной компетентности влечет за собой следующие личностные изменения обучающегося. Прежде всего, это изменение иерархического строения личностной системы ценностей: формирование понимания приоритетности профессиональной деятельности, среди других освоенных индивидуумом к этому моменту времени видов деятельности; формирование специфического личностного стиля решения учебно-профессиональных и профессиональных проблем. Происходят изменения в самосознании личности в результате становления профессионального мировоззрения. Возникает изменение ценностных установок по отношению к объекту будущей профессиональной деятельности в результате развития информированности об объекте профессиональной деятельности, осознания его значимости, формирования интереса к взаимодействию с ним; достижения реальных возможностей своего влияния на состояние объекта деятельности.

Анализируя работы по проблеме формирования профессиональной компетентности (Э. Ф. Зеер, А. Ф. Амиров, В. А. Козырев), можно отметить следующие его уровни:

- осознание обучающимися личного отношения к профессии, субъектная включенность в профессию;
- осознание студентом своих возможностей в выполнении профессиональной деятельности;
- овладение профессией, внесение вклада в развитие элементов теории или практики профессиональной сферы.

Для реализации представленных выше образовательных стратегий равнозначно ценны и функциональный анализ конкретной производственной деятельности, лежащей в основе профессиональных компетенций и структура свойств личности инженера, как субъекта профессиональной деятельности. Компетентностная модель специалиста объединяет в себе эти два средства проектирования образовательных целей, определяющих основу профессионального развития студентов. В рамках образовательного процесса компетентностная модель выпускника вуза как дидактическая категория, обуславливает содержание той части дидактической системы вуза, которая направлена на формирование профессиональной компетентности по соответствующей специальности.

В качестве атрибутов указанной дидактической системы выделяются следующие (указанные Л. И. Гурье [1, с. 18]):

- системность;
- гуманистическая направленность;
- интегративность систем общеобразовательных, общетехнических и профессиональных знаний, умений, навыков;
- индивидуализация как возможность самореализации личности».

Структуру профессиональной компетентности выпускника вуза условно можно представить состоящей из следующих взаимосвязанных и взаимообусловленных элементов: профессионального потенциала, образованности и гражданственности. Совокупность указанных элементов объединяется в понятие «профессиональная культура»[2]. Компетентность составляет часть профессиональной культуры, в определенной степени являясь ее частичным отражением. Профессиональная культура наряду с профессионально-деятельностными способностями, представляемыми компетентностной моделью, характеризуется также специфическими функциями: сохранением, регулированием и развитием профессиональной деятельности на основе идеологии, признанной в данном профессиональном сообществе. Таким образом, профессиональная культура направлена на создание и передачу профессиональных ценностей. Следовательно, профессиональная культура оказывает непосредственное влияние на развитие соответствующей сферы профессиональной деятельности и поэтому выступает как *специфическая общественная категория*. Выпускник вуза в результате профессиональной подготовки должен стать носителем профессиональной культуры. Поэтому структура и

содержание образовательного процесса, в ходе которого формируется и развивается у обучающихся профессиональная компетентность, должны отражать элементы профессиональной культуры и соответствовать ее требованиям.

Современная система высшего образования технического профиля таит в себе ряд противоречий. Это, прежде всего, противоречие между комплексностью содержания инженерной деятельности и традиционным приобщением к ней студентов посредством освоения множества учебных дисциплин, принадлежащих различным научным областям. Другое противоречие состоит в том, что в ходе традиционно организованного образовательного процесса студент занимает объектно-субъективную позицию [3], в то время, как позиция инженера в профессиональной деятельности безусловно субъективная и в предметном, и в социальном отношении. Разрешению этих противоречий может способствовать целенаправленное выделение содержания обучения в соответствии со спецификой инженерной деятельности соответствующего направления и создания образовательной среды, способствующей социально-личностному развитию студента в соответствии с требованиями эффективной инженерной деятельности. Этому способствуют образовательные технологии, вовлекающие студентов в процесс освоения постепенно усложняющихся учебных и квазипрофессиональных задач, отражающих сущность инженерной деятельности.

Готовность выпускника вуза к инженерной деятельности структурно можно представить как совокупность следующих компонентов: деятельностного, мотивационно-личностного и содержательного. Эффективность технологии формирования профессиональной компетентности будущего инженера в условиях образовательного процесса вуза требует применения сочетания традиционных и инновационных педагогических технологий, обеспечивающих возможность осознания обучающимся сущности данной профессиональной деятельности и создающих условия для их внутренней активности.

Полагание в основу формирования профессиональной компетентности процесса *становления* студента субъектом профессиональной деятельности указывает на необходимость *отражения этапов* этого процесса в содержании *процесса образовательного*. В качестве признаков субъектности инженера называется «осознание структуры деятельности, инициатива, самостоятельное целеполагание, проектирование, стремление к самореализации, владение приемами саморегуляции, осознание и планирование своего профессионального развития» [4]. В результате выделения иерархии образовательных целей изучения конкретных дисциплин возможно создание соответствующих им учебных, учебно-профессиональных и профессиональных задач, в свою очередь, соответствующих уровням сформированности профессиональной компетентности: элементарному, функциональному, системному.

Отсюда, как очевидное, предстает целесообразность привлечения профессиоогенного подхода, предложенного Л. И. Гурье [1] к проектированию образовательного процесса, ориентированного на формирование профессиональной компетентности. Профессиоогенный подход предполагает определение системных характеристик профессионального развития обучающегося и на основе этого выявление генетического перехода от одного уровня учебно-познавательной деятельности к другому. При этом целесообразно отражение в основной образовательной программе динамики становления обучающегося, как субъекта профессиональной деятельности, с тем, чтобы обеспечить его осознание собственного профессионального развития.

Известно, что инженер, эффективно осуществляющий свою профессиональную деятельность характеризуется высоким уровнем развития личностно-деловых и профессионально важных качеств, проявляемых в его ориентации на высокие результаты профессиональной деятельности; стремлением к профессиональному самосовершенствованию; глубоким пониманием личной ответственности за результаты производственной деятельности. Условием эффективной производственной деятельности инженера также являются высокий уровень профессиональной наблюдательности, точности, надежности, умение проектировать технические объекты и технологии, способность к их оценке с высоким уровнем объективности; устойчивое стремление добиться успеха в совершенствовании технической реально-

сти. Указанные условия предполагают сформированность **профессионализма** инженера как качественной его характеристики. Следует заметить, что профессионализм выступает основополагающей категорией акмеологии. Отсюда, очевидно актуальным представляется привлечение **акмеологического подхода** к решению проблемы формирования компетентности выпускника вуза. С учетом того, что акмеологический подход направлен на выявление условий и закономерностей, способствующих максимальной самореализации субъекта деятельности (в условиях образовательного процесса – квазипрофессиональной деятельности).

Существенное влияние на эффективность производственной деятельности инженера оказывает способность его к системному пониманию технической реальности. Использование **системно-деятельностного подхода** создает основу для целостного формирования профессиональной компетентности выпускника вуза. Известно, что сформированность именно деятельностного компонента профессиональной компетентности во многом определяет успешность деятельности в технической сфере [2]. Структуру деятельностного компонента профессиональной компетентности можно представить состоящей из следующих профессионально значимых умений, востребованных в инженерной деятельности: технологических, проектировочных, аналитико-диагностических, организационных, коммуникативных.

Успешное освоение студентами профессиональной деятельности в немалой степени определяется сформированностью у них профессиональных потребностей и мотивов. К ведущим профессиональным мотивам инженера, как справедливо отмечает Л. И. Гурье [1, с. 29], можно отнести «интерес к инженерной деятельности, стремление к самореализации, стойкий интерес к инновационной деятельности, мотивы долга и ответственности за результаты деятельности». Профессиональные потребности, поддерживающие активное освоение обучающимися основных образовательных программ технического профиля, - это потребность в освоении принципов действия технических объектов, потребность в их совершенствовании, а также потребность в собственном профессиональном совершенствовании. Основой профессиональной деятельности является профессиональное мышление. Плодотворная инженерная деятельность, основанная на профессиональной компетентности, предполагает развитость определенных типов мышления субъекта труда. К ним относят проектный тип мышления, обеспечивающий возможность достоверного моделирования процесса результата производственной деятельности; исследовательский тип мышления, позволяющий осознать сущность технических объектов и определить средства их совершенствования; управленческий тип мышления, обеспечивающий эффективную реализацию запланированных технических, технологических и организационных решений.

Справедливо предположить, что формирование профессиональной компетентности выпускника вуза, связанное с возникновением сложных устойчивых профессионально-личностных новообразований, - это **постоянно развивающийся процесс**. Поэтому в формировании профессиональной компетентности возможно выделение отдельных периодов, как этапов ее становления. Выделение периодов формирования профессиональной компетентности, позволяет сделать оптимальный выбор педагогической стратегии, соответствующей каждому периоду. Особенно важно выделение тех периодов формирования профессиональной компетентности, которые составляют процесс обучения в вузе. Образовательная эффективность каждого периода базируется на соответствующих образовательно-профессиональных потребностях обучающихся. И формирование этих потребностей – также задача образовательного процесса. Первый период формирования профессиональной компетентности состоит в получении обучающимся первичного представления об основах инженерной деятельности определенного направления. Можно согласиться с утверждением о том, что «основная потребность личности студента в этот период – потребность в приобретении профессии» [1, с. 33]. Поэтому в начальный период обучения целесообразной представляется педагогическая стратегия, направленная на формирование у обучающихся интереса к инженерной деятельности; осознание ими основных требований к подготовке инженера, как субъекта профессиональной деятельности, - постоянного профессионального самосовершенствования, - понимания необходимости создания функциональной основы для своего профессио-

нального развития, освоения универсальных и общенаучных компетенций. На этом этапе в качестве одной из педагогических целей актуально формирование у студентов психологической установки на применение получаемых знаний и умений в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности. Профессионально-образовательные потребности обучающихся в этот период обучения поддерживаются развитием у студентов интереса к возможностям современной техники и технологий, к проблемам преобразования техносферы.

Этому *первичному этапу* формирования профессиональной компетентности условно можно дать название «*элементарный уровень*», т. к. он предполагает массовую репродуктивную учебную деятельность студентов с проявлением лишь элементов творчества в выполнении профессионально-ориентированных учебных заданий с опорой на их довузовский опыт. На этапе элементарного уровня освоения профессиональной компетентности информация об инженерной деятельности, технических объектах, инженерных задачах носит сопутствующий характер. Успешность достижения педагогических целей первичного этапа формирования профессиональной компетентности выражается в удовлетворенности студентов выбором инженерной профессии данного направления.

Второй период формирования профессиональной компетентности – это освоение ее на *функциональном уровне*. В ходе этого периода у студентов целенаправленно формируются компетенции, поддерживающие их готовность к выполнению конкретных профессиональных функций, свойственных инженеру данной сферы производства; формируется образ конкретной инженерной деятельности и понимание разновидности продуктов этой деятельности. Наряду с этим важным является реализация педагогических целей, связанных с формированием и развитием профессионально важных качеств личности инженера, - с пониманием влияния их на результаты профессиональной деятельности. На этом этапе формирование профессиональной компетентности значимым является создание педагогических условий для трансформации мотивационной сферы обучающихся: обеспечения перехода от познавательных мотивов к познавательно-профессиональным, а от них – к мотивам профессиональным.

Педагогическая стратегия второго периода формирования профессиональной компетентности концентрируется на обеспечении репродуктивно-эвристических видов учебной деятельности студентов: воспроизведении и применении учебного материала для решения квазипрофессиональных учебных проблем; формировании психологической установки на способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности инженера. Функциональное освоение элементов инженерной деятельности связано с изучением общетехнических и специальных дисциплин с опорой на инженерную практику соответствующей сферы производства. Критериями успешности достижения педагогических целей в период функционального уровня формирования профессиональной компетентности являются степень овладения способами инженерной деятельности; сформированность умений принимать технические и технологические решения; развитость профессиональных инвариантов на личностном уровне.

Третий уровень формирования профессиональной компетентности – уровень *системной готовности* к производственной деятельности. Системная готовность выражается в проявлении профессиональной компетентности как интегральной характеристики инженера, которая проявляется в мотивационной сфере, целеполагании, притязании на продуктивные результаты деятельности. Этот период формирования профессиональной компетентности поддерживается личностной потребностью обучающихся в профессиональном самовыражении, самообразовании и развитии. Педагогическая стратегия периода формирования системной готовности к производственной деятельности ориентирована на интеграцию учебной и профессиональной деятельности студентов; создание образовательных ситуаций, отражающих комплексный характер реальных производственных проблем и обеспечивающих использование сформированных в период обучения универсальных и профессиональных компетенций. Одной из задач этого этапа развития профессиональной компетентности является формирование у обучающихся понимания необходимости оптимизации своих действий по

решению производственных проблем с учетом особенностей технических и социальных характеристик конкретной производственной сферы. Освоение профессиональных способов действий, готовность к реализации производственных функций в рамках профессиональной деятельности - основные задачи завершающего периода формирования профессиональной компетенции. Творчески-деятельностный характер учебной деятельности студентов в этот период обеспечивается курсовым и дипломным проектированием; организацией учебных занятий на основе инновационных педагогических технологий, подкрепляемых практикой на передовых предприятиях соответствующей сферы производства. Успешность завершения третьего этапа формирования профессиональной компетентности выражается в системной готовности выпускника вуза к производственной деятельности, готовности к самореализации в должности инженера, готовности к самосовершенствованию и профессиональному саморазвитию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурье Л. И. Теоретические аспекты формирования готовности инженера к профессиональной деятельности / Л. И. Гурье. – Казань: РИЦ «Школа», 2007.
2. Букалова Г.В. Компетентностный подход к обеспечению качества подготовки специалиста: монография / Г.В. Букалова– Орел: ОрелГТУ, 2009.
3. Инновации в высшей технической школе России // Состояние и проблемы модернизации инженерного образования. – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2002. – Вып. 1.
4. Медведев В. Подготовка преподавателя высшей школы: компетентностный подход / В. Медведев, Ю. Татур - Высшее образование в России. – 2007. - №11.

Букалова Галина Васильевна

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (4862) 73-43-50
E-mail: astra10151@mail.ru

Новиков Александр Николаевич

Орловский государственный технический университет, г. Орел
Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Сервис и ремонт машин»
Тел. +7 (4862) 73-43-50.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКА ВОДИТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье обсуждаются основные понятия теории безопасности и надежности, являющиеся методологическими основами для решения задач определения и нормирования требований, обеспечивающих безопасность системы «водитель-автомобиль-дорога-среда движения» (ВАДС).

***Ключевые слова:** риск водителей; автомобиль; теория безопасности; приемлемый ущерб; государственный контроль.*

In the paper the main ideas in the theory of safety and reliability which are methodological fundamentals for solution of problems in definition and regulation of requirements providing a system of safety "driver-motor-car-high way-traffic situation" (DMHWTS) is considered.

***Key words:** drivers' risk, motor-car, safety theory, acceptable damage, state control.*

Безопасность, трактуемая в Законе «О техническом регулировании» как отсутствие недопустимого риска, должна обеспечиваться государственным контролем (надзором). Причем риск рассматривается как вероятность причинения вреда... с учетом тяжести этого вреда. В теории безопасности понятие «вред» обычно заменяется аналогичным термином «ущерб».

В международных стандартах (ИСО/МЭК 51: 1990; EN 292-1: 1991) обеспечение безопасности также рассматривается в рамках концепции приемлемого риска, а не абсолютной безопасности.

Из сказанного следует, что необходимо знать величину ущерба до которого орган госконтроля должен рассматривать состояние системы ВАДС как безопасное по соответствующему критерию.

Для этого вводится понятие «приемлемого ущерба», а опасное состояние системы ВАДС характеризуется превышением ущерба предельно допустимого уровня. На данном этапе особенно важно определить факторы повышения безопасности и сокращения риска возникновения аварий и дорожно-транспортных происшествий (ДТП) по вине водителей (по статистике по вине водителей происходит 75-80% ДТП).

При ежедневном риске быть подвергнутом ранению или гибели водитель за рулем должен быть уверен, что он объективно владеет как умением, так и реальной возможностью управлять своим автотранспортным средством (АТС) повышенной опасности и требовать таких же объективных умений от других водителей, выехавших с ним на общую дорогу. Однако решение этой задачи в большинстве случаев проблематично в виду неизмеримости риска, и, следовательно, невозможности представления его количественного выражения.

Безопасность системы ВАДС существенно зависит от отказов, нарушений и ошибок в ее подсистемах: нарушения и ошибки водителя, отказ в работе АТС. Для классификации с точки зрения их влияния на безопасность необходимо ввести понятия критичности отказов, нарушений и ошибок, как совокупность признаков, характеризующих их последствия.

Переход системы в аварийное состояние можно назвать критическими, в опасное - существенными, а в безопасное - несущественными отказами, нарушениями или ошибками. При анализе безопасности в этом случае рассматривается только критические и существенные.

Для количественной оценки ущерба при этом вводится понятия «показатель безопасности» (ПБ). Важнейшим универсальным ПБ является приемлемый риск, равный вероятности ущерба, если он меньше допустимого (или приемлемого) ущерба.

Основу концепции приемлемого риска составляют методы вероятностного анализа безопасности системы ВАДС, основными задачами которой являются: выбор частных ПБ; установление нормативов безопасности (НБ) и анализ соответствующих рисков; разработка

методов вычисления ПБ; разработка процедур подтверждения ПБ нормативным значениям; разработка мер и предложений по повышению безопасности системы ВАДС.

В классической постановке задачи нормативы безопасности обычно задаются некоторыми ограничениями на ПБ, например:

$$x \geq x_{\min 1}; x \leq x_{\max 1}; x_{\min 1} \leq x \leq x_{\max 1} \quad (1)$$

В этом случае, учитывая вероятностный характер ПБ, описываемый некоторыми плотностями распределения вероятностей $f(x)$, выражение для расчета r_1 имеет вид (рисунок 1):

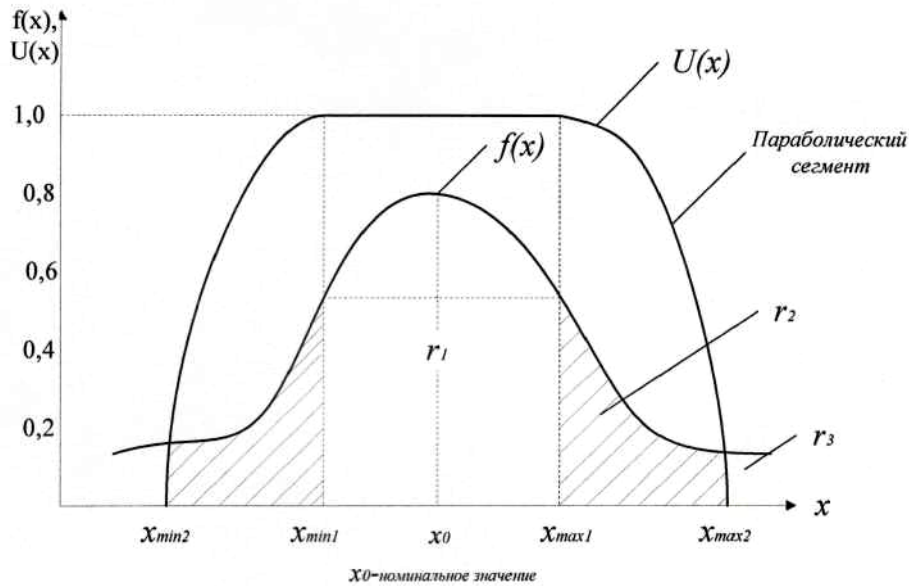


Рисунок 1 – Вид функции распределения вероятностей $f(x)$ и функции «полезности» $U(x)$

Таким образом, допуск, задаваемый ограничениями (1), выпадает из плотности вероятности $f(x)$ площадь, соответствующую вероятности безопасного состояния и риску r_1

$$r_1 = 1 - \int_{x_{\min 2}}^{x_{\max 2}} f(x) \cdot dx \quad (2)$$

При распространении функции $f(x)$ (рис. 1) на случай двухступенчатых допусков, а именно:

- для нарушений, не приводящих к аварии и ДТП (допустимый риск r_1), ограничения ПБ имеют вид (1);
- для нарушений, приводящих к предпосылкам аварии или ДТП (пределно допустимый риск r_2), ограничения ПБ имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} x \leq x_{\min 1} \geq x_{\min 2}; \\ x \geq x_{\max 1} \leq x_{\max 2}; \\ x_{\min 2} \leq x_{\min 1} \leq x \leq x_{\max 1} \leq x_{\max 2} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

- для нарушений, приводящих к аварии или ДТП (недопустимый риск r_3), если

$$x < x_{\min 2}$$

$$x > x_{\max 2}$$

Для расчета в этом случае вводится некоторая функция «полезности» $U(x)$, равная единице для узкого допуска и нулю - за пределами широкого допуска и снижающаяся от единицы до нуля между допусками по параболическому закону. Тогда формула для расчета риска r_2 примет вид:

$$r_2 = 1 - \int_{x_{\min 2}}^{x_{\max 2}} U(x) \cdot f(x) \cdot dx . \quad (4)$$

Для симметричных допусков с учетом линейной аппроксимации, когда случайная величина x меняется от $x_{\min 1}$ до $x_{\min 2}$ или от $x_{\max 1}$ до $x_{\max 2}$, а $f(x_{\min 1}) = f(x_{\min 2})$, искомый предельно допустимый риск рассчитывается по формуле:

$$r_2 = r_1 - \frac{2}{3} \Delta x f(x_{\min 2}) = r_1 - \frac{2}{3} \Delta P, \quad (5)$$

где ΔP - вероятность нахождения ПБ в интервале Δx .

Риск r_2 с учетом функции полезности занимает промежуточные значения между приемлемым и предельно допустимым риском.

Исходной информацией для расчета и нормирования рисков является закон распределения показателя безопасности, который в большинстве случаев неизвестен и подлежит определению по экспериментальным данным. что в реальных условиях эксплуатации АТС представляет собой достаточно сложную проблему, так как это опасно для жизни экспериментатора и участников дорожного движения.

Задача становится разрешимой и неопасной при получении закона распределения ПБ на современном динамическом тренажере, разработанном после проведения теоретических и экспериментальных работ в автомобильно-дорожном институте ПГУАС. На структурной схеме тренажера (рисунок 2) представлены:

1. Полномасштабный макет рабочего места обучаемого под конкретный тип АТС (геометрически подобная копия рабочего места водителя конкретного АТС), с органами управления, содержащие загрузатели и датчики положения; приборы контроля, кресло и т.д.

2. Компьютерная модель движения АТС, учитывающая изменение выходных параметров (скорости V_x, V_y ; угловой скорости ω_x, ω_y ; расхода топлива; угловая скорость вращения вала двигателя) от режима работы двигателя, сцепления, положения рычага коробки передач, тормозной системы; параметров окружающей среды (давления, температуры, направления и скорости ветра); параметров дороги (уклоны, спуски, вид покрытия, неровностей), а так же от введения отказов в работе двигателя, тормозной системы, рулевого управления, прокола шины и т.д.

Компьютерный генератор, формирующий визуальную дорожную обстановку (ВДО) на экране дисплея Д трехмерное пространство в реальном масштабе времени. База (банк) данного генератора строится с учетом конкретного маршрута большой протяженностью (до 1000 км), профиля дороги (спуски, подъемы, поперечные уклоны, повороты) и типа дорожного покрытия; генератор формирует также и подвижные объекты (встречный транспорт, обгоняемый автомобиль, неожиданный выход пешехода на проезжую часть дороги и т.д.), как в дневных условиях освещения, так и ночью и в сумерки при различных атмосферных условиях (туман, дождь, снег).

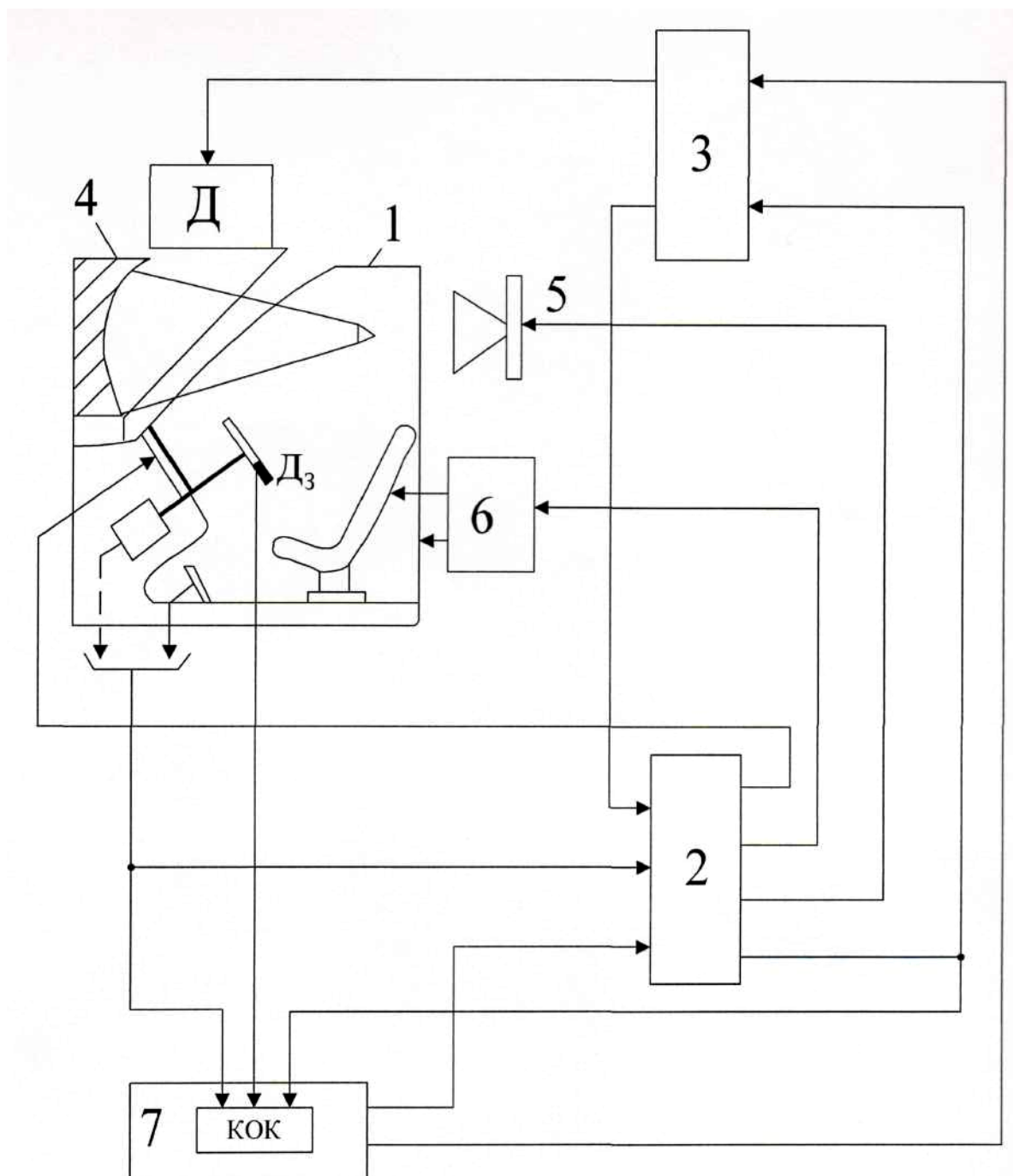


Рисунок 2 – Структурная схема современного автотренажера

4. Оптико-коллимационное устройство (ОКУ), преобразующее плоское изображение ВДО на дисплее Д в объемное, позволяющее обучаемому определить расстояние до видимых объектов и их взаимное расположение с точностью как и в реальных условиях. Основой ОКУ является сферическое зеркало.

5. Устройство формирования внутрикабинных акустических шумов (шум работы двигателя, обгоняемых АТС, визг шин при торможении и т.д.). Реализация этого устройства осуществляется с помощью компьютерных технологий (3D - аудио).

6. Устройство формирования акселерационных ощущений (ускорений, перемещений, вибраций) с помощью изменения положения кресла или всего рабочего места обучаемого.

7. Пульт управления обучением, позволяющий мастеру обучения (инструктору) вводить отказы техники, управлять дорожной обстановкой, задавать различные погодные условия и время суток, а так же осуществлять контроль за действиями обучаемого

и проводить автоматическую количественную оценку степени обученности и квалификации водителя (КОК) в функции параметров движения АТС, суммарного отклонения органов управления и напряженности водителя с помощью датчика зажима (дз) рулевого колеса.

На предлагаемом автотренажере можно проводить обучение, тренировку и стажировку водителей с отработкой:

- навыков управления АТС в обычных (штатных) условиях (трогание с места, переключение скоростей, торможение, повороты, езда задом, на перекрестках, мостах с учетом работы светофоров и разметок на дороге);

- навыков управления АТС в сложных и аварийных ситуациях, при отказах техники;

- действий в сложной дорожной обстановке (обгоны, выезд встречного АТС, неожиданный выход пешехода и т.д.);

- езде при различных дорожных покрытиях и профиле дороги (занос, юз, буксование и т.д.);

- езде ночью, в сумерках, при плохой видимости (туман, снег, дождь, задымленность);

- навыков и оптимальных действий по экономичному управлению АТС на дальних расстояниях, выдерживая показатели по ПДД.

Предлагаемая концепция обучения на современном автотренажере позволяет за 40 - 50 часов достичь показателей БДД, соответствующих высококвалифицированному водителю, имеющего стаж более 10 лет. В дальнейшем эти полученные навыки необходимо подкреплять 2-3 раза в течении 10 лет на этом же автотренажере за время 15-20 часов.

На таком тренажере, представляющим собой детерминированную модель системы ВАДС, в качестве экспериментатора может быть опытный квалифицированный водитель, статически обработанные ПБ которого применяются за норматив, а риски r_1 , r_2 рассчитанные по формулам (2), (5), за приемлемые и предельно-допустимые.

Однако применение такого подхода к определению и нормированию риска водителей при контроле приведет к тому, что только небольшая часть водителей будут удовлетворять предъявляемым нормативам и рискам.

По данным [1]:

• 15% водителей осуществляют движение по дороге с риском не выше $1 \cdot 10^{-4}$;

• 50% водителей, включая и предыдущих, допускают риск не более $1 \cdot 10^{-3}$;

• 85% водителей, включая первых и вторых, - не выше, чем $1 \cdot 10^{-2}$;

• 100% водителей осуществляют движение по дороге с риском, не превышающим 0,27.

Объясняется это тем, что водители, осуществляющие движение по дороге, имеют различную квалификацию, то есть обладают различными знаниями, навыками и умениями управления АТС (от водителя только что получившего права на вождение до водителя с большим стажем работы). Особенно эта разница проявляется в различных опасных дорожно-транспортных ситуациях (ДТС), которые являются случайными, неопределенными и непредвидимыми.

Снижение безопасности дорожного движения можно достичь, если выработать механизм обучения, тренировки и контроля квалификации водителей при управлении АТС в сложных ДТС с учетом допустимого и предельно допустимого риска, как того требуют Законы РФ и международные стандарты.

Предлагаемая концепция состоит в объективной оценке и контроле величины риска водителей в сложных ДТС на динамических автотренажерах при:

• обучении и сдаче экзаменов на получение прав вождения АТС;

• эксплуатации АТС через определенные промежутки времени (от 3 до 5 лет в зависимости от категории АТС).

В качестве ПБ могут быть приняты риски при наезде на впереди идущий АТС, при неожиданном появлении пешехода, при обгоне впереди идущего АТС с выездом на встреч-

ную полосу движения, при уклонении от столкновения при различных отказах в работе АТС и т.д. ПБ определяется при различных скоростях движения, климатических и дорожных условиях.

На рисунке 3 приведены кумулятивные кривые распределения риска r_v допускаемого водителями на опасной стадии развития ДТП, при существующей методике обучения (кривая 1) и по предлагаемой (тренажерной) подготовке водителей (кривая 2). Количество ДТП по вине водителей в этом случае может снизиться до 50%.

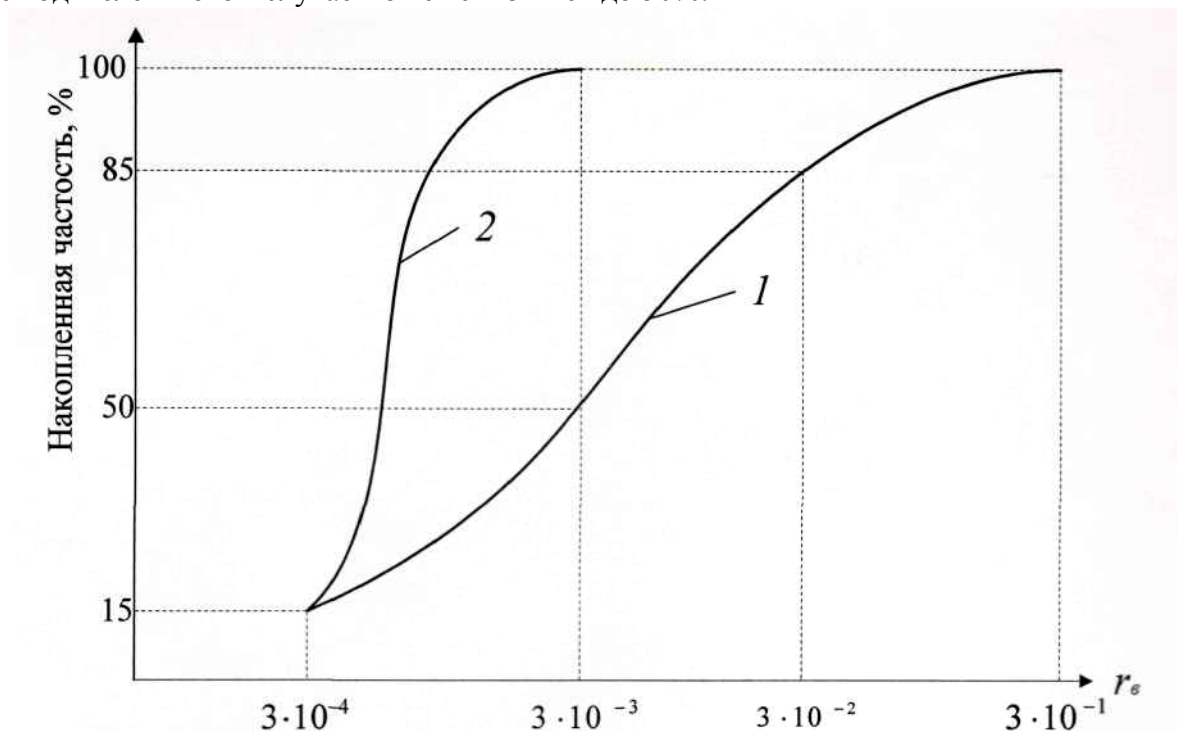


Рисунок 3 – Кумулятивные кривые распределения риска, допускаемого водителями на опасной стадии развития ДТП

Таким образом, внедрение концепции позволит существенно снизить фактор риска водителей и соответственно повысить показатели безопасности дорожного движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Столяров В.В. Дорожные условия и организация движения с использованием теории риска. / В.В. Столяров - Саратов: СГТУ, 1999. - 168 с.

Родионов Юрий Владимирович

Автомобильно-дорожный институт Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, г. Пенза

Доктор технических наук, профессор

Тел.: +7 (8412) 49-83-30

Шнякин Андрей Сергеевич

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза.

Студент

Тел.: +7 (8412) 49-83-30

Адрес редакции:

Орловский государственный технический университет
302020, 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 В.В. Недолужко
Перевод В.М. Хрошин

Сдано в набор 20.07.2009 г.
Подписано в печать 28.09.2009 г.
Формат 70x108 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 7,5.
Тираж 300 экз.
Заказ № _____

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