



Научно-
технический
журнал

Орловского государственного
технического университета

Выходит четыре раза в год

№ 1/24(565)2009

Мир транспорта и технологических машин

Содержание

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:

Лапин А.П. д-р техн. наук, проф.
Пучин Е.А. д-р техн. наук, проф.
Ременцов А.Н. д-р пед. наук, проф.
Родионов Ю.В. д-р техн. наук, проф.
Сазонов С.П. канд. техн. наук, проф.
Ушаков Л.С. д-р техн. наук, проф.

Адрес редколлегии:

302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29
(4862) 43-48-90, 41-98-48, 55-55-24,
41-98-21

www.ostu.ru

E-mail: srmotu@mail.ru

Зарегистрировано в Министерстве
Российской Федерации по делам
печати, телерадиовещания и средств
массовой информации.

Свидетельство:

ПИ № 77-15496

от 20 мая 2003 года

© ОрелГТУ, 2009

Эксплуатация, ремонт, восстановление	
<i>Апсин В.П., Бондаренко Е.В., Зацепин П.П., Мануйлов В.С., Пославский А.П.</i> Метод определения общего термического сопротивления гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания с эксплуатационными загрязнениями.....	3
<i>Бакаева Н.В.</i> Функциональная декомпозиция целей системы технического сервиса автомобилей.....	13
<i>Бодров А.С.</i> Проблемы ресурсосбережения при окрашивании автомобилей.....	26
<i>Недолужко В.В.</i> Анализ способов и методов подготовки наружных поверхностей автотранспортных средств к покраске.....	39
<i>Стратулат М.П.</i> Остаточные напряжения в электролитическом хроме.....	48
<i>Якунин Н.Н., Дрючин Д.А., Якунин С.Н.</i> Повышение эффективности таксомоторных перевозок за счет оптимизации структуры парка....	56

Технологические машины

<i>Паничкин А.В.</i> Перспективные системы поддрессирования гусеничных строительного-дорожных машин.....	70
<i>Ушаков Л.С., Бажанов А.А., Юрьев Д.А., Фабричный Н.Д.</i> Исследование зоны обслуживания ударно-скалывающим исполнительным органом погрузчика.....	74
<i>Шакулин О.П., Абдурашитов А.И., Кравченко В.А.</i> Усовершенствование работы механизма прессования в мусоровозах с задней загрузкой.....	78

Вопросы экологии

<i>Ивацук О.А.</i> Теоретические положения разработки систем мониторинга, ориентированных на повышение экологической безопасности автотранспортного комплекса региона.....	86
<i>Лапин А.П., Новиков А.Н., Глухов А.В., Садыков Р.Р.</i> Опасное и вредное воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду.....	98
<i>Новиков А.Н., Ивацук О.А., Васильева В.В.</i> Пути снижения негативного воздействия автотранспортных потоков на качество акустической среды.....	107
<i>Трясцин А.П.</i> Анализ опасности взрыва при наливке и сливе жидких нефтепродуктов.....	112

Образование и кадры

<i>Букалова Г.В., Новиков А.Н.</i> Методические аспекты разработки компетентностной модели выпускника вуза.....	117
<i>Коробкова Н.В.</i> Потенциал деловой игры в процессе профессионально-личностного становления будущего инженера.....	128

World of transport and technological machinery

Editorial Council:

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

Chairman

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

Vice-Chairman

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

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

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

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

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

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

Editor-in-Chief

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

Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

Address:

302020, Orel, Naugorskoye Sh, 29
(4862) 43-48-90, 41-98-48, 55-55-24,
41-98-21

www.ostu.ru

E-mail: srmstu@mail.ru

The journal is registered in State
Committee for Publications of the
Russian Federation

Registration Certificate

ПИ № 77-15496

Issued from May 20, 2003

© OrelSTU, 2009

Contents

Operation, Repair, Restoration

<i>Apsin V.P., Bondarenko E.V., Zatsepin P.P., Manuylov V.S., Poslavsky A.P.</i> Method for definition of general thermal resistance in cylinder sleeves of internal combustion engines with operational pollution.....	3
<i>Bakayeva N.V.</i> Aim functional decomposition in a motor-car servicing system	13
<i>Bodrov A.S.</i> Resource saving problems at motor-car colouring.....	26
<i>Nedoluzhko V.V.</i> Analysis of ways and methods for vehicle external surface preparation to colouring.....	39
<i>Stratulat M.P.</i> Residual stresses in electrolytic chrome.....	48
<i>Yakunin N.N., Dryuchin D.A., Yakunin S.N.</i> Efficiency increase in passenger taxi traffic at expense of taxi fleet optimization.....	56

Technological Machinery

<i>Panichkin A.V.</i> , Prospect cushioning systems of caterpillar road-building machines.....	70
<i>Ushakov L.S., Bazhanov A.A., Yuryev D.A., Fabrichny N.D.</i> Research of operation zone of percussion-chipping tool in loader.....	74
<i>Shakulin O.P., Abdurashitov A.I., Kravchenko V.A.</i> Improvement of pressing mechanism operation in garbage trucks with back loading.....	78

Ecological Problems

<i>Ivashchuk O.A.</i> Theoretical regulations for development of monitoring systems directed to ecological safety increase of regional motor transport.....	86
<i>Lapin A.P., Novikov A.N., Glukhov A.B., Sadykov R.R.</i> Dangerous and harmful effect of petroleum and mineral oil on environment.....	98
<i>Novikov A.N., Ivashchuk O.A., Vasilyeva V.V.</i> Means to decrease motor transport negative effect on acoustic medium quality.....	107
<i>Tryastin A.P.</i> Explosion danger analysis at hydrocarbon oils pouring and discharge	112

Education and Personnel

<i>Bukalova G.V., Novikov A.N.</i> Methodical aspects in competence model development of higher school graduates.....	117
<i>Korobkova N.V.</i> Business game potential in professional and personal formation of future engineer	128

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ

УДК [629.1: 62-714]

В.П. АПСИН, Е.В. БОНДАРЕНКО, П.П. ЗАЦЕПИН,
В.С. МАНУЙЛОВ, А.П. ПОСЛАВСКИЙ

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕГО ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ЗАГРЯЗНЕНИЯМИ

Отмечена проблематика количественной оценки теплоотдачи рабочей поверхности гильз цилиндров ДВС в условиях эксплуатации. Рассмотрено влияние эксплуатационных факторов на изменение состояния рабочей поверхности. Предложен метод определения степени загрязненности по критерию теплоотдачи. Приведены результаты определения теплоотдачи гильз, выработавших свой ресурс по сравнению с новыми. Дана оценка перспектив использования метода для обеспечения надежности ДВС за счет поддержания его оптимального теплового состояния в эксплуатации.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современного автомобилестроения связано с необходимостью улучшения экономических и экологических показателей, которые достигаются за счет совершенствования конструкции и процессов эксплуатации транспортных средств. Форсирование удельной мощности ДВС повышает КПД, но одновременно увеличивает тепловую напряженность деталей и способствуют увеличению концентрации оксидов азота в выхлопных газах. Также снижаются показатели надежности ДВС в эксплуатации из-за высокой чувствительности к неблагоприятным эксплуатационным факторам, в т.ч. загрязнениям рабочих поверхностей теплообмена различными отложениями. При высокой интенсивности выделения теплоты в рабочем цикле ДВС без адекватной интенсификации теплоотвода, основные теплонапряженные детали не смогут обеспечить надежную работу из-за перегрева. Снижение локальной теплоотдачи, например, на границе гильза цилиндра (ГЦ) - охлаждающая жидкость приводит к увеличению температуры на поверхности других ответственных деталей: поршня, головки цилиндра, клапанов, форсунок и пр. На этапе эксплуатации отложения на внешней поверхности ГЦ формируются из различных соединений органического и неорганического происхождения, отличающихся на один - два порядка по коэффициенту теплопроводности λ по сравнению с металлами. Например, для накипи коэффициент теплопроводности λ колеблется в пределах 1,32 – 3,4 Вт/(м×°С), что существенно ниже, чем для чугуна, как основного конструкционного материала гильзы - 63,0 Вт/(м×°С) [1,4]. Кроме накипи в отложениях присутствуют продукты коррозии, компоненты добавок к охлаждающим жидкостям и др., также снижающие теплоотдачу по сравнению с исходным его значением для новой, механически чистой поверхности ГЦ. Природа загрязни-

телей сложна, а закономерность ее формирования труднопрогнозируема из-за многообразия возможных условий эксплуатации.

Характеристика рабочего процесса теплообмена ГЦ

При рассмотрении рабочего процесса теплообмена на загрязненной поверхности ГЦ исходят из того, что к снижению коэффициента теплоотдачи α приводят следующие причины [1,5]:

1) отложение слоя загрязнения, имеющего высокое термическое сопротивление;

2) снижение скорости и характера движения охлаждающей жидкости относительно рабочей поверхности гильзы вследствие изменения гидравлического сопротивления прилегающего слоя в виде местных (локальных) отложений загрязнителя.

3) снижение скорости циркуляции охлаждающей жидкости вследствие засорения и возросшего гидравлического сопротивления в радиаторе, как взаимозависимого элемента системы охлаждения

Перечисленные причины чаще всего проявляются в совокупности, обуславливая интегральный отрицательный эффект. Локальное значение термического сопротивления слоя загрязнений R_τ может быть определено при условии нахождения первоначального и через заданный промежуток времени τ коэффициентов теплоотдачи [3]:

$$R_\tau = 1/\alpha_\tau - 1/\alpha_0, \quad (1)$$

где α_τ и α_0 - коэффициенты теплоотдачи соответственно чистой и загрязненной поверхностей охлаждения.

Значение термического сопротивления после наработки в течение времени τ может быть также найдено [1]:

$$R_\tau = R_{\tau max} \cdot (1 - e^{-B\tau}), \quad (2)$$

где $R_{\tau max}$ - максимальное термическое сопротивление, к которому со временем стремятся асимптотически приблизиться кривые загрязнения (при максимально возможной толщине отложения); B - константа, определяемая экспериментально. Аналитическим методом, ввиду неопределенности состава и геометрии расположения отложений на ГЦ, коэффициенты B , α_τ и α_0 точно не определяются, а сложность и трудоемкость их экспериментального определения очевидна. Тем не менее, установление закономерности изменения термического сопротивления R_τ является необходимым для определения предельного состояния работоспособности поверхности гильзы и назначения соответствующих профилактических мер по очистке.

Восстановление теплопередающей способности рабочей поверхности ГЦ

Вследствие невозможности открытого доступа без разборки ДВС к загрязненным поверхностям ГЦ используют химические и физико-химические методы очистки, преимущественно кислотными или щелочными составами, использование которых имеет неблагоприятные экологические последствия. Причем, количественная и качественная оценка

загрязнений практически невозможна и дозировка химических реагентов производится без учета реальной их потребности.

Для очистки системы охлаждения рекомендовано множество составов с указанием в инструкции по использованию оптимальных значений технологических параметров, в т.ч.: температуры и концентрации реагента в растворе, времени обработки и др. Однако результативность таких операций, в виду невозможности проведения контроля состояния обрабатываемых поверхностей, может не соответствовать требуемым результатам. Очистка системы охлаждения требует дифференцированного подхода в выборе метода очистки по причине возможного негативного воздействия активных компонентов на материалы элементов этой системы, в том числе: радиатор, соединительные и герметизирующие детали. Причем, возможны процессы переноса отделившихся крупных частиц отложений в зону входных каналов охлаждающих трубок радиатора и их закупорку.

Возможным неблагоприятным фактором является воздействие агрессивных компонентов моюще-очищающих растворов на коррозионную стойкость конструкционных материалов, последствия применения которых устраняются пассивирующими растворами, также являющихся химически активными. Подавления коррозионного действия этих компонентов требует значительных расходов воды на промывку и ополаскивание.

Изменение термического сопротивления ГЦ, восстанавливаемой дополнительной ремонтной вставкой

В ремонтной практике широко используется метод восстановления ГЦ постановкой дополнительного ремонтного элемента (вставки) [2]. Действительно, с целью продления ресурса детали указанный метод является прогрессивным. Достоинства метода – низкая себестоимость восстановления (особенно, если ремонтная деталь производится промышленным способом), технологическая преемственность, простота техпроцесса и оборудования. В случае применения материала ремонтной вставки с более высокими эксплуатационными характеристиками, чем у исходного, возможно достижение послеремонтного увеличения ресурса детали. Однако реализация этого метода приводит к изменению термического сопротивления в сопряжении ГЦ – вставка, что в рабочем процессе может существенно изменить картину распределения температурного поля (рисунок 1) [3].

В эксплуатации это общее термическое сопротивление $R_{общ}$ теплопередаче будет увеличиваться (рисунок 2) не только на величину термических сопротивлений от эксплуатационных загрязнений на наружной и внутренней поверхности (накипь, продукты коррозии, сажа и др. отложения), но и на величину термического сопротивления газового зазора между вставкой и гильзой. В случае различия коэффициентов теплопроводности материалов гильзы и ремонтной вставки возможно изменение общего термического сопротивления $R_{общ}$ в зависимости от влияния термического сопротивления ремонтной вставки.

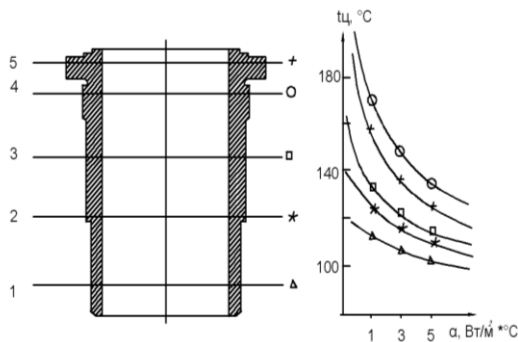


Рисунок 1 – Поле температур и коэффициент теплоотдачи новой гильзы

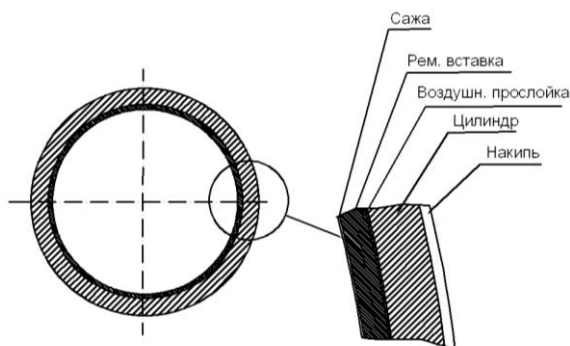


Рисунок 2 – Гильза, восстановленная ремонтной вставкой с эксплуатационными загрязнениями

Для гильзы, восстановленной ремонтной вставкой с эксплуатационными загрязнениями общее термическое сопротивление $R_{общ}$ может быть найдено из выражения:

$$R_{общ} = \sum_{i=1}^n R_i, \quad (3)$$

где R_i – частное термическое сопротивление слоев, в т.ч.: стенки гильзы и ремонтной вставки, воздушной прослойки и слоев эксплуатационных загрязнений.

Рабочий процесс теплообмена через стенку гильзы математически может быть описан в соответствие с законом Ньютона - Рихмана

$$Q = kF(t_1 - t_2) = \frac{1}{R_{общ}} F(t_1 - t_2), \quad (4)$$

где Q – тепловой поток, Вт;

F – площадь теплообмена, м²;

k – коэффициент теплопередачи, Вт/м²·°С;

t_1, t_2 – усредненные температуры на внутренней и наружной стенке ГЦ, °С.

Очевидно, количество передаваемой теплоты при неизменной поверхности охлаждения в известном интервале значений температурного напора будет в основном зависеть от значения общего термического со-

противления $R_{общ}$, $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$. При рассмотрении рабочего процесса в условиях послеремонтного изменения общего термического сопротивления $R_{общ}$ следует исходить из того, что уменьшение теплового потока в период эксплуатации не должно повышать температуру телонапряженных деталей от высокотемпературного воздействия со стороны рабочего тела и приводить к интенсивному отводу теплоты в виде выбросов, снижающих КПД ДВС.

На основании свойств аддитивности составляющих членов формулы (3) можно утверждать, что интервал работоспособного состояния для гильзы с ремонтной вставкой будет зависеть от значения приращения величины термического сопротивления воздушного зазора R_g в сопряжении ремонтная вставка - ГЦ.

$$R_g = \frac{\delta_g}{\lambda_g}, \quad (5)$$

где δ_g – толщина воздушной прослойки, м;

λ_g – коэффициент теплопроводности воздуха, Вт/м·°С.

В связи с незначительной толщиной воздушной прослойки можно было бы ожидать, что термическое сопротивление R_g не будет оказывать существенного влияния на общее термическое сопротивление $R_{общ}$. Однако низкое значение коэффициента теплопроводности воздуха $\lambda_g = 3,21 \dots 3,93 \times 10^{-2}$ Вт/м·°С в интервале температур 100 – 200 °С [4] указывает на недопустимость игнорирования этой составляющей общего термического сопротивления $R_{общ}$. Таким образом, существует вероятность снижения нормативных показателей эффективности работы ДВС и послеремонтного ресурса гильз, восстановленных ремонтной вставкой, вследствие совокупного воздействия метода ремонта и эксплуатационных условий при которых параметры рабочего процесса будут иметь определенные отклонения от оптимальных значений. Такая задача требует научного обоснования результата воздействия используемого метода восстановления на характеристики рабочего процесса ГЦ.

Характеристика методов оценки термического сопротивления гильз цилиндров

Математическое описание и аналитическое решение задач рабочего процесса теплообменных процессов на поверхностях ГЦ ДВС осуществляется при помощи критериальных, эмпирических и полуэмпирических уравнений при введении тех или иных упрощающих допущений [1,5]. Расчетные формулы теплопередачи в значительной степени сложны и, весьма, приближенны. Их применение, как правило, распространяется на процессы теплопередачи в конкретных конструкциях и условиях функционирования. В процессе эксплуатации рабочий процесс теплообмена меняет свой характер из-за накопления различного рода загрязнений и дефектов. Найденные для расчета по формуле (1,2) коэффициенты

α_r, α_0 и др. носят прогностический характер и, как правило, не известны на этапе эксплуатации.

Наряду с расчетно-аналитическими методами, для более точного определения тепловых характеристик, применяют экспериментальные методы, основанные на калориметрических измерениях теплофизических параметров в условиях стационарной теплопередачи. Известна методика [6] оценки теплопроводности гильзы цилиндра, восстановленной ремонтной вставкой. Авторы исследовали скорости изменения температуры от средней разности температур на поверхности ГЦ. Целью методики являлась оценка теплопроводности восстановленной ГЦ по сравнению с новой. Однако данная методика не дает ответа на вопросы о возможности обеспечения теплопередачи при максимальной плотности теплового потока, отвечающей условиям реализации эффективного КПД ДВС, и как будет изменяться теплопередача в эксплуатации при наращивании на наружных стенках слоя загрязнений.

Для решения упомянутых задач авторами предлагается метод определения общего термического сопротивления ГЦ в различных ее состояниях [7]. Например, в состоянии поставки, с ремонтной вставкой или с эксплуатационными загрязнениями.

Коэффициент теплопередачи k в формуле (4) зависит от состояния поверхности теплообмена, в частности от величины термического сопротивления, создаваемого различными загрязнениями и поэтому может служить критерием степени загрязненности поверхностей.

Предлагаемый метод реализуется при использовании измерительно-вычислительного комплекса, функционально связанного с генератором теплового потока, в качестве которого служит электродный парогенератор, соединенный с испытуемой гильзой напорным и обратным трубопроводом в рабочем процессе тепломассопереноса. Использование электрического нагрева позволяет регистрировать изменение тепловой нагрузки в зависимости от общего термического сопротивления на исследуемой поверхности гильзы при неизменных параметрах и условиях эксперимента. Схема устройства для измерения общего термического сопротивления представлена на рисунке 3.

Тепловой поток Q в стационарном режиме при постоянном значении напряжения, подаваемого на электродный парогенератор пропорционален потребляемому электрическому току

$$Q = UI, \quad (6)$$

где U – напряжение питания, В;

I – потребляемый ток, А.

Для поверхности гильзы F , и заданном температурном напоре

$$t_1 - t_2$$

$$k \equiv I, \quad (7)$$

Если принять условно значение коэффициента теплопередачи эталонной поверхности $k_0 = 1$, которому соответствует измеренное значе-

ние теплового потока Q_0 , или, соответственно, электрического тока I_0 при постоянном напряжении, то из соотношения

$$k_\tau / k_0 = I_\tau U / I_0 U = P_\tau / P_0, \quad (8)$$

где k_τ - коэффициент теплопередачи после наработки τ с учетом эксплуатационных загрязнений.

Учитывая, что

$$k_0 = \frac{1}{R_{общ}}, \quad (9)$$

получаем:

$$R_{общ\tau} = R_{общ} \frac{P_0}{P_\tau}, \quad (10)$$

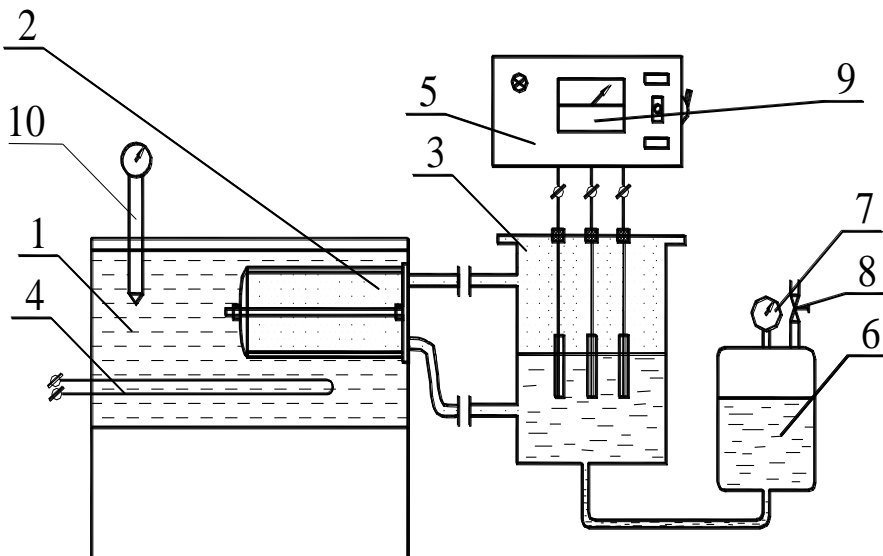


Рисунок 3 – Схема установки для определения общего термического сопротивления:

- 1 - испытательная ванна, 2 - испытуемая гильза, 3 - электродный котел,
- 4 - нагреватель, 5 - пульт управления, 6 - демпферная емкость,
- 7 - манометр, 8 - вентиль, 9 - ваттметр, 10 - термометр

Определение степени загрязненности гильз цилиндров осуществляют следующим образом. В установке, изображенной схематически на рисунке 3, исследуемая гильза 2 с загрязненной поверхностью и (или) ремонтной вставкой, закрепляется и уплотняется с помощью фланца, уплотняющих элементов и накидных гаек в испытательной ванне 1. Испытательная ванна заполняется водой, которая нагревается при помощи нагревателя 4. Электродный парогенератор 3, соединенный с гильзой напорным и обратным трубопроводами и образующий замкнутую систему, заполняется технической водой. После полного вытеснения воздуха из замкнутого контура водой, включают нагреватель 4. О достижении за-

данного температурного напора между внутренней и наружной поверхности гильзы судят по термометру 10 и давлению насыщенного пара в замкнутом контуре (используя зависимость температуры от давления насыщенного пара). С помощью пульта управления 5 на электроды парогенератора подают рабочее переменное напряжение 380 В, в результате чего происходит нагревание воды и парообразование. Избыток объема расширяющейся воды при нагреве и парообразовании вытесняется в демпферную емкость 6. При достижении стационарного режима устанавливается баланс тепломассообменного процесса парового объема 2 замкнутого контура через стенку ГЦ и объемом воды в ванне 1. По установившемуся значению потребляемой электрической мощности, при соответствующем температурном напоре, производится регистрация и отсчет показаний ваттметра 9. Для определения теплового потока, проходящего через поверхность гильзы, необходимо вычесть значение электрической мощности при отсутствии тепловой нагрузки устройства, измеренного при назначенных условиях эксперимента, потребляемого в стационарном режиме при отсутствии гильзы (в этом случае контур замыкается фланцем-заглушкой). Полученная разность значений электрической мощности и будет соответствовать значению теплового потока проходящего через поверхность испытуемой гильзы. Используя формулы (6 – 10) можно определять величину общего термического сопротивления гильзы $R_{общ}$. Для определения термического сопротивления новой гильзы $R_{общ}$, как эталонной, необходимо провести процедуру, описанную выше, после чего появляется возможность сравнения исследуемого параметра для различных вариантов состояния гильзы.

Экспериментальная апробация метода

Апробация метода на вышеописанной установке производилась на комплекте гильз цилиндров двигателя КамАЗ-740, поступившего в капитальный ремонт. Гильзы с эксплуатационными загрязнениями, поштучно устанавливались на установку. Температурный напор Δt между внутренней и наружной поверхностью поддерживался в пределах $20 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Среднее значение теплового потока $\bar{Q}_{общ}^3$ в состоянии баланса для загрязненных гильз составило 1,05 кВт (Рис. 4).

После проведения тепловых измерений с загрязнениями гильзы были очищены механическим способом до металлически чистой поверхности. Измерение теплового потока металлически чистых гильз в серии экспериментов дало среднюю его величину $\bar{Q}_{общ}^4 = 1,40$ кВт (Рис. 5). Измерение теплового потока, проходящего через открытые поверхности экспериментальной установки (без учета поверхности гильзы) с установленной заглушкой при назначенных условиях эксперимента дало значение $\bar{Q}_0 = 0,20$ кВт (Рис. 6).

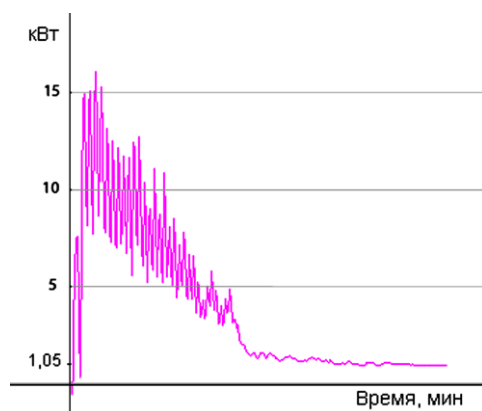


Рисунок 4 – Результат термотестирования загрязненной ГЦ

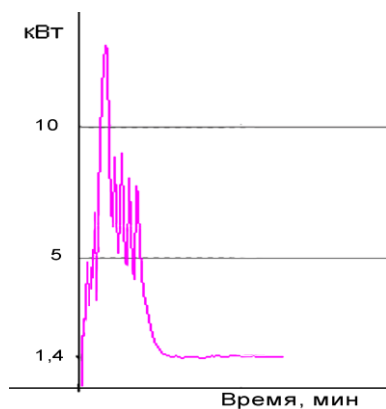


Рисунок 5 – Результат термотестирования металлически чистой ГЦ

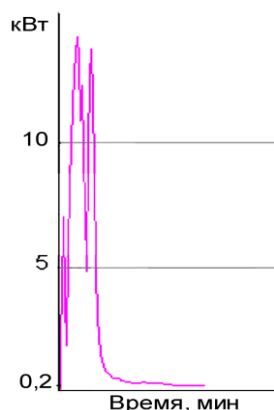


Рисунок 6 – Результат термотестирования установки без тепловой нагрузки

Используя зависимость (10), можно сделать вывод: приращение значения общего термического сопротивления для загрязненных гильз $R_{общ}$ по сравнению с его значением для чистых $R_{общ}$, принятом за 100%, составило в среднем на 29,4%.

Основные результаты и выводы

Таким образом, можно констатировать следующее.

Разработан метод численного измерения общего термического сопротивления гильзы цилиндра, реализация которого позволяет:

1. Объективно оценивать состояние рабочих поверхностей и материала самой гильзы как факторов влияния на процесс теплопередачи;
2. Изучать закономерности снижения теплопередачи гильзы цилиндров в эксплуатации;
3. Оценивать влияние конструктивных факторов, в т.ч.: материала гильзы, режимов обработки и ремонтных воздействий;
4. Снизить непроизводительные расходы материальных, энергетических и трудовых ресурсов при выполнении процедуры очистки внутренних, скрытых поверхностей системы охлаждения ДВС;
5. Прогнозировать период работоспособного состояния гильзы цилиндров и устанавливать обоснованные нормативные сроки проведения обслуживания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурков В.В., Индейкин А.И. Автотракторные радиаторы. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отд-ние, 1978. - 216 с.
2. Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование: Учеб. Для вузов / В.Е.Канарчук, А.Д. Чигринцев, О.Л. Голяк, П.М. Шощкий. – М.: Транспорт, 1995. – 303 с.
3. Автомобильные двигатели. Под ред. М.С. Ховаха. М., «Машиностроение», 1977. – 591 с.
4. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотп. М.: «Энергия», 1977.
5. Кавтарадзе Р.З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях: Учеб. Пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 592 с.
6. Сборник научных трудов МАДИ «Ресурсосбережение при ремонте автомобилей и дорожных машин». Оценка теплопроводности гильзы цилиндра, восстановленной методом дополнительной детали. В.П. Апсин, Б.С. Васильев, С.В. Ильичев./Издание МАДИ, 1989, 127 с.
7. Патент РФ №2296295, БИ №9, 27.03. 2007 г. Способ определения степени загрязненности поверхностей емкостей. Пославский А.П., Апсин В.П., Бондаренко Е.В., Зацепин П.П.

Апсин В.П. канд. техн. наук, проф.; **Бондаренко Е.В.** докт. техн. наук, проф.;
Зацепин П.П. асп.; **Мануйлов В.С.** асп.; **Пославский А.П.** канд. техн. наук, доц.
Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

Н.В. БАКАЕВА

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ ЦЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА АВТОМОБИЛЕЙ

В статье выполнено формирование целей и подцелей для системы технического сервиса автотранспортных средств. Генерируется основная цель системы с учетом требований современных вызовов и угроз и в соответствии с действующей на сегодня в Российской Федерации нормативно-правовой базой. Рассматривается достижение целей системы целереализующими подсистемами. Дается оценка вклада подсистем в достижение главной цели системы.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы обеспечения безопасности среды обитания человека, в последние десятилетия занимают все большее внимание государственных органов, ученых и специалистов [1,2 и др.]. Автомобильный транспорт является одним из факторов повышенного риска для населения и окружающей среды [3]. К настоящему времени остро проявляются отчасти стратегически неверные подходы к решению автотранспортных проблем отдельно взятых регионов [4]. Так, например, по оценкам специалистов [2,5], менее половины городов нашей страны имеют современные генеральные планы и другие планировочные решения, учитывающие элементы автотранспортной инфраструктуры и ее согласованного развития. Большинство городов России оказалось непригодным к восприятию растущего количества автотранспортных средств (АТС), к организации их потоков, к размещению стоянок и одновременному учету экологического аспекта транспортного процесса с аспектом дорожно-транспортной аварийности [3,5]. Учитывая ежегодный экологический ущерб от воздействия автотранспортного комплекса (АТК) и количество пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП), проблемы развития технического сервиса автомобилей, связанные, в первую очередь, с обеспечением дорожной и экологической безопасности на сегодняшний день являются сверх актуальными для нашей страны.

Транспортной стратегией Российской Федерации [6], определено, что генеральной целью функционирования и развития АТК является обеспечение экономического роста, повышение качества жизни и других жизненно важных национальных интересов. Подобные инициативы содержатся и во многих законодательных актах [7 и др.], отраслевых нормативных документах [8 и др.], концепциях развития АТК и общества на перспективный период [9 и др.]. Сложившаяся практика в отрасли показывает, что чаще всего критерием эффективности функционирования различных транспортных систем и подсистем служит максимум прибыли и расширение масштабов бизнеса, а не сбалансированность и устойчивость среды обитания на основе приоритетов функциональности, ресурсосбережения, экологичности и безопасности. Как результат налицо проявление

ние системных отрицательных последствий: увеличение количества ДТП и пострадавших в них, рост потребления невозобновляемых ресурсов и вредных выбросов от АТС и бесконтрольных не утилизируемых отходов от предприятий ТСА, увеличение ущерба от этих воздействий, и, соответственно, рост затрат на содержание и развитие объектов автотранспортной инфраструктуры.

Идеи и подходы устойчивого развития транспортных систем уже частично апробированы в целом ряде стран. В документе ЕКМТ СЕМТ/СМ (2005) 12 "Реализация устойчивой городской транспортной политики" [10] было отмечено, что, хотя определения и критерии устойчивости транспортной деятельности, используемые в различных странах и городах, различаются в деталях и зачастую остаются достаточно нечёткими, в большинстве из них устойчивая работа транспорта связана с улучшением качества жизни городского населения, включая обеспечение доступности услуг и их качества, не нанесение ущерба здоровью людей и окружающей среде. Таким образом, устойчивое развитие систем автотранспорта, в т.ч. и системы ТСА, представляет собой процесс, уменьшающий системные отрицательные последствия, существующие угрозы и не порождающий новые.

С этих позиций постановка современных функциональных задач устойчивого развития автосервиса в условиях структурной перестройки экономики, в т.ч. и в чрезвычайных и кризисных ситуациях, должна производиться на основе приоритетов безопасности. Достижение показателей дорожной, экологической и экономической безопасности с целью повышения качества жизни населения становится главной организационной целью функционирования системы ТСА и рассматривается как непрерывный процесс, являющийся частью процесса устойчивого развития.

Обеспечение безопасности технического сервиса АТС реализует:

- защиту интересов автовладельцев в сфере оказываемых услуг (работ);
- безопасную эксплуатацию АТС на протяжении всего жизненного цикла;
- биосферно-совместимую и функциональную инфраструктуру ТСА;
- дорожно-транспортную безопасность;
- экологическую безопасность;
- экономическую безопасность;
- социальную безопасность;
- информационную безопасность.

Функциональная декомпозиция целей системы ТСА

Произведем построение дерева (ДЦ) целей для системы ТСА, реализуя тем самым известный в практике управления сложными и большими системами, декомпозиционный (многоуровневый) подход, обеспечивающий снижение размерности задачи исследования [11 и др.]. В рамках

этого подхода на сегодняшний день выполнено построение верхних ярусов ДЦ транспортного комплекса Российской Федерации [12], нескольких ярусов дерева систем технической эксплуатации автомобилей и ее подсистемы «Инженерно-техническая служба АТП» [12]. Конкретизируем ранее поставленные цели и выделим новые, актуальные для настоящего периода реструктуризации экономики и ТСА.

На рисунке 1 представлен фрагмент ДЦ (верхние ярусы) системы ТСА, выполненный на основе декомпозиционного подхода. Генеральной целью системы C_0 является обеспечение комплексной безопасности среды обитания человека от функционирования ТСА в контексте его устойчивого развития. Целями первого уровня рассматриваемой системы ТСА являются следующие:

C_{01}^1 - обеспечение удовлетворенности потребностей автовладельцев по объему и ассортименту оказываемых услуг (работ). Удовлетворение спроса по объему и номенклатуре услуг возможно в том случае, если мощности автосервиса соответствуют объему потребностей в услугах. Формирование и развитие рынка автосервисных услуг должно происходить адекватно росту спроса различных сегментов потребителей-автовладельцев на основе учета факторов эксплуатации и прогнозирования потребностей. Изучение спроса в части ассортимента услуг, их структуры позволяет рационально развивать рынок ТСА и оптимизировать производственные мощности предприятий автосервиса, оценить конкурентоспособность и перспективы развития, дает возможность принимать наиболее верные управленческие решения в области безопасного функционирования рынка услуг ТСА.

C_{02}^1 - обеспечение надежной и безопасной эксплуатации АТС в течение всего жизненного цикла. Данная подцель достигается организацией комплексного контроля за соблюдением правил технической эксплуатации автомобилей, в том числе при их хранении, оказании услуг по техническому обслуживанию и ремонту, при периодическом техническом осмотре и экологическом надзоре. Важным аспектом в вопросе обеспечения безопасности является управление техническим состоянием АТС в течение всего срока их эксплуатации на основе анализа процессов изменения технического состояния, а также в процессе поддержания и восстановления работоспособности АТС.

C_{03}^1 - создание современной биосферно-совместимой и функционально-достаточной инфраструктуры ТСА. Обозначенная подцель достигается организацией сети предприятий автосервиса, корпоративных, многоступенчатых объединений предприятий ТСА не только разной мощности, но и безопасного для окружающей среды функционального назначения. Современная инфраструктура ТСА подразумевает сбалансированное развитие биосферы и техносферы за счет минимизации потенциального загрязнения окружающей среды и снижение вероятности угрозы отрицательного воздействия, а главное, реализации способности биосферы к очищению и самовоспроизводству (саморазвитию).

Достижение подцели предполагается созданием производственно-технической базы в соответствии с рекомендациями и требованиями тех-

нических, градостроительных и экологических регламентов, гарантирующих эффективную защиту прав потребителей услуг, необходимый уровень безопасности транспортных процессов и защиту окружающей среды от вредных воздействий автомобильного транспорта.

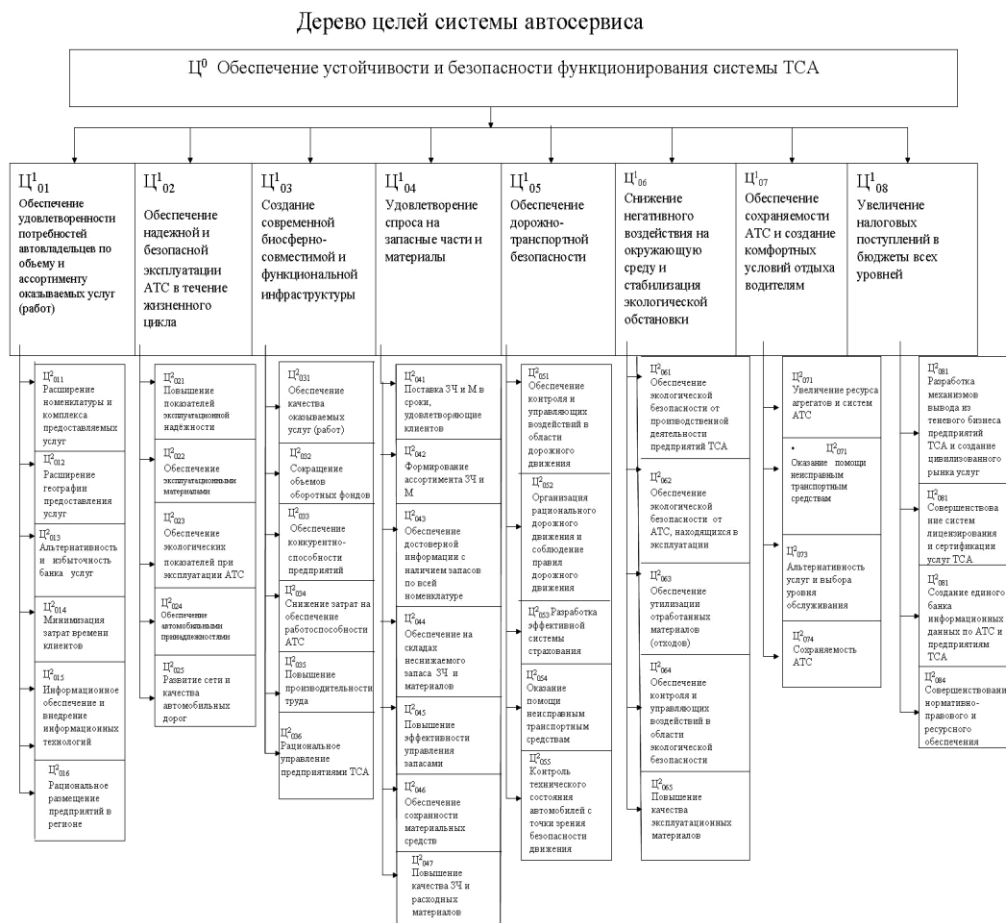


Рисунок 1 – Фрагмент ДЦ системы ТСА

Ц¹₀₄ - удовлетворение спроса на запасные части и материалы. Одним из направлений повышения эффективности технической эксплуатации АТС является совершенствование организации материально-технического обеспечения ТСА. Совершенствование методов планирования, доставки запасных частей и материалов основывается на учете факторов эксплуатации и на основе прогнозирования потребности в запасных частях и материалах.

Ц¹₀₅ - обеспечение дорожно-транспортной безопасности. Данная подцель подразумевает комплексное совершенствование форм и методов обеспечения БДД и создание системы управления безопасностью, при которой на всех стадиях жизненного цикла АТС отсутствует недопустимый

риск вреда или ущерба при соблюдении требований норм и правил. При этом следует ожидать увеличение числа АТС, имеющих техническое состояние в соответствии с нормативными показателями, что приведет к снижению количеств ДТП и уменьшению ущерба от их возникновения. Вопрос реализации цели непосредственным образом связан с периодичностью технического осмотра, качеством технического обслуживания и ремонта АТС, выполняемых автосервисными предприятиями.

Ц¹₀₆ - снижение негативного воздействия на окружающую среду и стабилизация экологической обстановки. Данная подцель достигается обеспечением заданного уровня экологической безопасности от АТС, находящихся в эксплуатации и от функционирования предприятий ТСА, в соответствии с требованиями правовых и нормативных документов. Подразумевает реализацию механизмов эффективного контроля технического состояния эксплуатирующихся АТС и управляющих воздействий при отклонении параметров от нормативных значений. Включает в себя механизмы ограничения доступа и вытеснения с рынка автосервисных предприятий, не отвечающих требованиям нормативной базы и экологического законодательства, формирования новых требований правовой и нормативной базы деятельности предприятий и элементов инфраструктуры ТСА на основе концепции биосферной совместимости.

Ц¹₀₇ - обеспечение сохраняемости АТС и создание комфортных условий отдыха водителям. Обеспечение условий хранения АТС в соответствии с рекомендациями нормативных документов, а также обеспечение полноценного отдыха автовладельцев и водителей непосредственным образом влияют на реализацию генеральной цели системы, повышая техническую готовность АТС и улучшая физическое состояние людей, их эксплуатирующих.

Ц¹₀₈ - увеличение налоговых поступлений в бюджеты всех уровней. Достижение поставленной цели и управление подсистемами, способствующими ее реализации, должно быть основано на сочетании принципов государственного регулирования и отраслевого самоуправления, уточнения функций и полномочий административного контроля и надзора в сфере автобизнеса. Ряд подцелей формируют внешние условия для организации ТСА и его привлекательности, а также обеспечат разработку механизмов вывода из теневого бизнеса предприятий ТСА и создания цивилизованного рынка автосервисных услуг. К ним можно отнести: наличие адекватной нормативно-правовой базы, регламентирующей требования к предприятиям автосервиса и порядок их деятельности на рынке автосервисных услуг; рациональное землепользование; природоохранную деятельность; формирование нормативно-технического, организационно-методического, технологического, регламентного и информационного обеспечения системы автосервиса; развитие системы подготовки и пере-

подготовки кадров; создание привлекательных условий инвестирования и кредитования автосервисных предприятий и другие.

Достижение генеральной цели системы подразумевает разработку целевой функции и построение критерия эффективности функционирования системы ТСА. Задача решается построением совокупности моделей экологического, социального, градостроительного, экономического функционирования и прогнозирования развития ТСА.

Построение Древа Систем

Для выявления всех возможных способов достижения поставленной цели системы предприятий ТСА определим ряд альтернатив или их комбинаций, которые находятся в определенных иерархических связях и по-разному могут влиять на достижение целей системы. Способы достижения поставленных целей требуют такой же систематизации, как и сами цели и подцели. Необходимую систематизацию и упорядочивание выявленных способов достижения поставленной перед системой цели осуществим построением дерева систем (ДС).

Дерево систем строится по тем же законам, как и дерево целей, т.е. определяется генеральная система S^0 , которая структурируется на подсистемы первого ($S^1_{01}, S^1_{02}, \dots, S^1_{0n}$), второго и последующих уровней. Задача управления будет сводиться к выбору подсистем наиболее эффективно влияющих на достижение поставленной цели системы.

Выстроим ДС системы предприятий ТСА, акцентируя внимание на выделении отдельных наиболее значимых подсистем и установлении их взаимодействия.

Как следует из рисунка 2, важнейшими целереализующими системами первого уровня являются:

S^1_{01} - подсистема маркетинга, реализующая возможность анализа потребности в услугах и работах;

S^1_{02} - подсистема технической эксплуатации АТС, включающая уровень надежности и работоспособности АТС, меры по их повышению с учетом условий эксплуатации;

S^1_{03} - подсистема технического обслуживания и ремонта, включающая регламентные технические воздействия и соответствующие им нормативы, а также подсистему управления качеством оказываемых услуг и выполняемых работ;

S^1_{04} - подсистема производственно-технической базы (ПТБ), характеризующаяся видами предприятий, зданиями, сооружениями, технологическим оборудованием, организационным и ресурсным обеспечением;

S^1_{05} - подсистема материально-технического обеспечения, характеризующаяся каналами получения, хранения и методами доставки потреби-

телям запасных частей и материалов, структурой дистрибьюторской и дилерской сети;

C^1_{06} - подсистема персонала, состоящая из подготовки, переподготовки кадров, повышения их квалификации в соответствии с потребностями рынка труда и предложениями сферы образования, а также введение новых и обновление перечня существующих профессий и специальностей;

C^1_{07} - подсистема обеспечения эксплуатационными материалами, характеризующаяся каналами их получения, хранения и доставки потребителям, соответствия их экологической классификации, альтернативностью выбора, качеству и безопасности применения при эксплуатации АТС и для окружающей среды;

C^1_{08} - подсистема обеспечения безопасности дорожного движения, включающая систему мониторинга дорожной ситуации, транспортных условий и интенсивности движения, а также нормативно-правовую базу, регламентирующую в том числе и деятельность станций периодического технического осмотра АТС;

C^1_{09} - подсистема хранения (гаражи, стоянки), влияющая на эксплуатационную надежность АТС и представленная в недоукомплектованном с позиций производственно-технической базы виде;

C^1_{10} - подсистема отдыха водителей (мотели, кемпинги) и техническая помощь АТС, включающая элементы инфраструктуры ТСА, предоставляющих возможность полноценного отдыха и восстановления работоспособности водителей и оказания технической помощи АТС;

C^1_{11} - подсистема экологической безопасности, характеризующаяся, в первую очередь, законодательной и нормативно-правовой базой, в т.ч. и нового поколения (техническими и экологическими регламентами), а также информационно-аналитической базой по воздействию АТК на окружающую среду.

По мере дальнейшей декомпозиции целей и систем увеличивается их адресность, т.е. возможность делегирования определенных функций конкретным структурным подразделениям предприятий ТСА.

Взаимодействие ДЦ и ДС. Количественная оценка вклада подсистем в достижение цели системы предприятий ТСА

Структурная и количественная оценка вклада подсистем в достижение конечных целей даст возможность существенно сузить область рациональных управленческих решений и определить перечень подсистем, через которые целесообразно воздействовать для достижения поставленной главной цели системы. Для решения этой задачи составим схему взаимодействия ДЦ и ДС для первого уровня (рисунок 2.3) и произведем оценку вклада подсистем в реализацию генеральной цели системы предприятий ТСА.

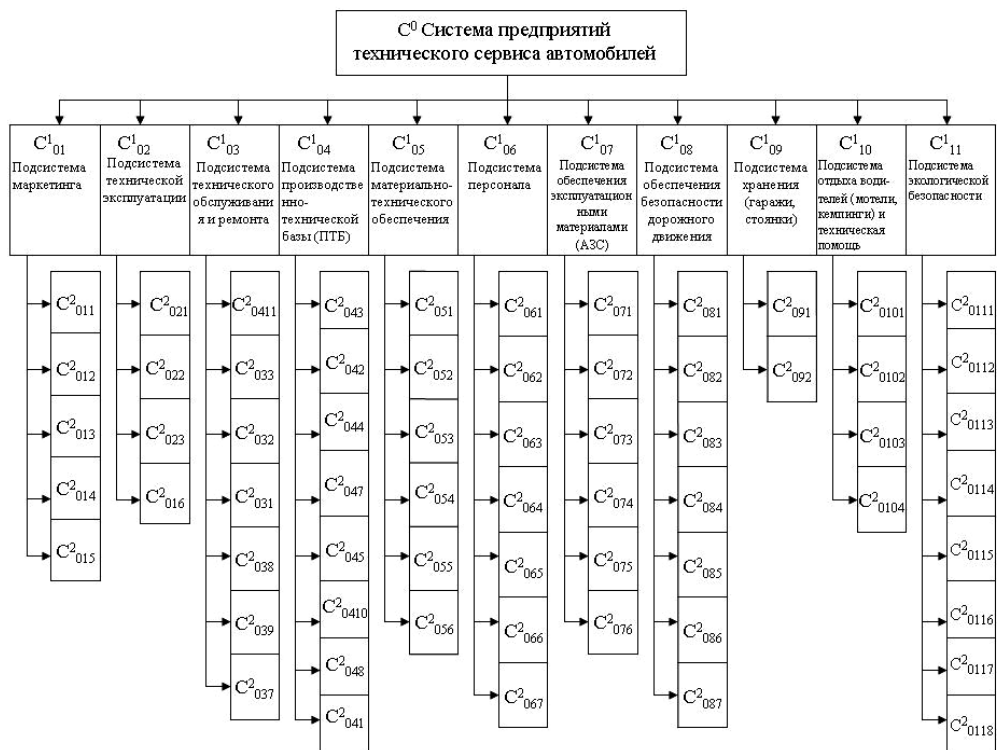


Рисунок 2.2 – Фрагмент ДС системы предприятий ТСА

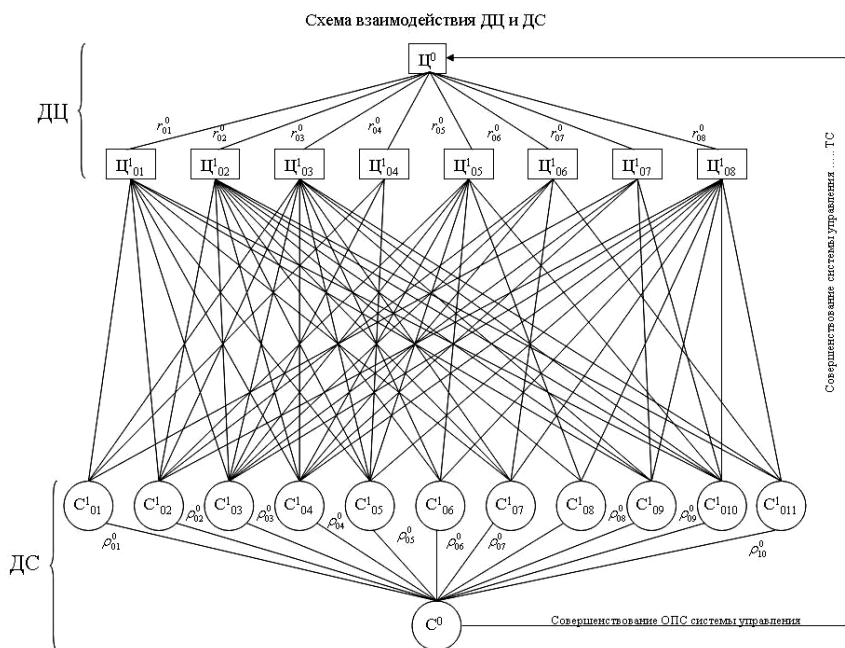


Рисунок 2.3 – Схема взаимодействия ДЦ и ДС системы предприятий ТСА

Отдельные вклады подцелей Π_{on}^1 в генеральную цель Π^0 определялись экспертным путем ($\sum_1^m \omega_m = 1$) и равны следующим значениям:

- для $\Pi_{01}^1 \Gamma_{01}^0 = 0,05(5\%)$;
- для $\Pi_{02}^1 \Gamma_{02}^0 = 0,1(10\%)$;
- для $\Pi_{03}^1 \Gamma_{03}^0 = 0,3(30\%)$;
- для $\Pi_{04}^1 \Gamma_{04}^0 = 0,05(5\%)$;
- для $\Pi_{05}^1 \Gamma_{05}^0 = 0,2(20\%)$;
- для $\Pi_{06}^1 \Gamma_{06}^0 = 0,2(20\%)$;
- для $\Pi_{07}^1 \Gamma_{07}^0 = 0,05(5\%)$;
- для $\Pi_{08}^1 \Gamma_{08}^0 = 0,05(5\%)$;

Соответственно для генеральной цели имеем следующее распределение вклада подцелей:

$$\Pi^0 = 0,05\Pi_{01}^1 + 0,1\Pi_{02}^1 + 0,3\Pi_{03}^1 + 0,05\Pi_{04}^1 + 0,2\Pi_{05}^1 + 0,2\Pi_{06}^1 + 0,05\Pi_{07}^1 + 0,05\Pi_{08}^1. \quad (2.1)$$

Суммарный вклад всех подцелей, естественно, равен:

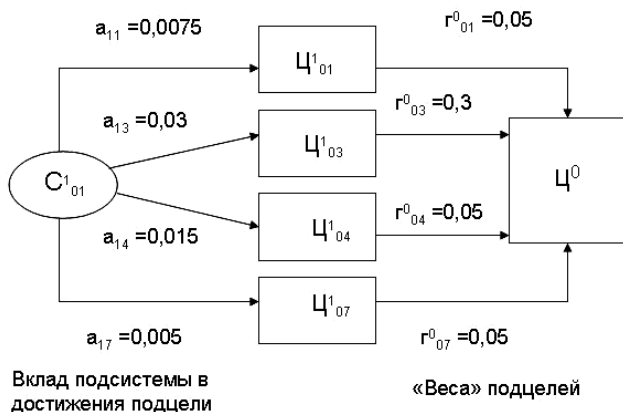
$$\Gamma_{01}^0 + \Gamma_{02}^0 + \Gamma_{03}^0 + \Gamma_{04}^0 + \Gamma_{05}^0 + \Gamma_{06}^0 + \Gamma_{07}^0 + \Gamma_{08}^0 = 1,0 \quad (100\%). \quad (2.2)$$

Результаты разметки дуг (связей) целей и подсистем, определяющих их структурный вклад в достижение генеральной цели системы предприятий ТСА представим в виде функционально-системной матрицы (таблица 2.1).

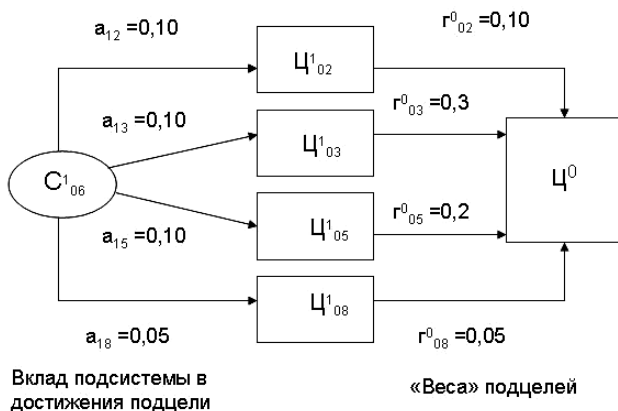
Таблица 2.1 – Функционально-системная матрица системы предприятий ТСА

Подсистема	Вклад a_{km} подсистемы k в реализацию целей и подцелей Π_{on}^1								
	Π_{01}^1	Π_{02}^1	Π_{03}^1	Π_{04}^1	Π_{05}^1	Π_{06}^1	Π_{07}^1	Π_{08}^1	Π^0
C_c^1	Π_{01}^1	Π_{02}^1	Π_{03}^1	Π_{04}^1	Π_{05}^1	Π_{06}^1	Π_{07}^1	Π_{08}^1	Π^0
C_{01}^1	0,15	-	0,10	0,30	-	-	0,10	-	-
C_{02}^1	0,15	0,15	0,10	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10	-
C_{03}^1	0,15	0,15	0,10	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	-
C_{04}^1	0,10	0,10	0,10	-	0,10	0,15	0,10	0,15	-
C_{05}^1	0,15	0,05	0,10	0,30	0,10	-	-	0,10	-
C_{06}^1	-	0,10	0,10	-	0,10	-	-	0,05	-
C_{07}^1	0,10	0,05	0,10	-	-	0,2	-	0,10	-
C_{08}^1	-	0,05	-	-	0,30	-	-	0,10	-
C_{09}^1	0,10	0,15	0,10	-	-	-	0,30	0,10	-
C_{10}^1	0,10	0,15	0,10	-	0,10	-	0,30	0,10	-
C_{11}^1	-	0,05	0,10	-	-	0,25	-	0,10	-
Всего по Π_{on}^1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-
"Вес" подцели Π_{on}^1 в цели Π^0, Γ_{0n}^0	0,05	0,1	0,3	0,05	0,2	0,2	0,05	0,05	1,0

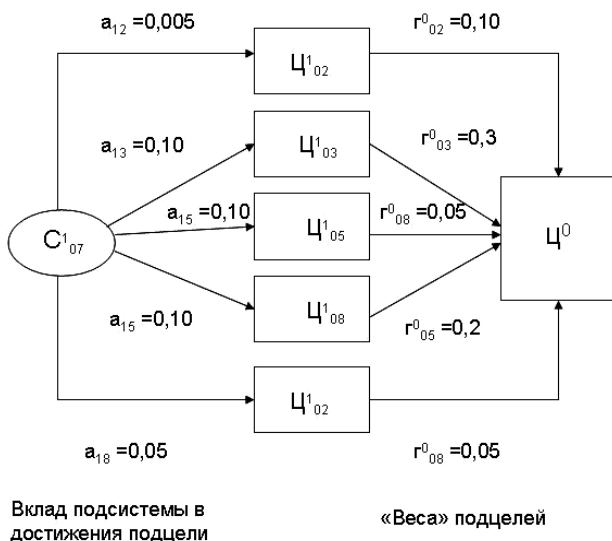
Цепочки влияния отдельных подсистем C^1_c на генеральную цель Ψ^0 системы приведены на рисунке 2.4.



а) цепочка влияния подсистемы C^1_{01} генеральную цель Ψ^0 ;



б) цепочка влияния подсистемы C^1_{06} генеральную цель Ψ^0 ;



в) цепочка влияния подсистемы C^1_{07} генеральную цель Ψ^0 ;

Рисунок 2.3 - Влияние отдельных подсистем C^1_c на генеральную цель Ψ^0

Таким образом, структурный вклад подсистем C^1_c в достижение генеральной цели Π^0 системы через ее подцели Π^1_{on} может быть определен сочетанием:

$$Q(C^1_c / \Pi^1_{on}) = a_{km} \Gamma^0_{0ц}, \quad (2.3)$$

где a_{km} – вклад подсистем в реализацию целей;

$\Gamma^0_{0ц}$ – вклад подцелей в реализацию целей.

Например, структурный вклад подсистемы C^1_{01} через подцель Π^1_{01} в Π^0 составляет:

$$Q(C^1_{01} / \Pi^1_{01}) = a_{11} \Gamma^0_{01} = 0,15 \cdot 0,05 = 0,0075.$$

Результаты расчетов для всех подсистем и подцелей сводим в таблицу вклада подсистем в реализацию цели (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Вклад подсистем в реализацию цели

Подсистема	Структурный вклад подсистемы Π^1_{on}								Общие вклады подсистемы C^1_c в реализацию цели Π^0
	Π^1_{01}	Π^1_{02}	Π^1_{03}	Π^1_{04}	Π^1_{05}	Π^1_{06}	Π^1_{07}	Π^1_{08}	
C^1_c									
C^1_{01}	0,0075	-	0,03	0,015	-	-	0,005	-	0,0575
C^1_{02}	0,0075	0,015	0,03	0,01	0,02	0,04	0,005	0,005	0,1325
C^1_{03}	0,0075	0,015	0,03	0,01	0,04	0,04	0,005	0,005	0,1525
C^1_{04}	0,005	0,010	0,03	-	0,02	0,03	0,005	0,0075	0,1075
C^1_{05}	0,0075	0,005	0,03	0,015	0,02	-	-	0,005	0,0825
C^1_{06}	-	0,010	0,03	-	0,02	-	-	0,0025	0,0625
C^1_{07}	0,005	0,005	0,03	-	-	0,04	-	0,005	0,085
C^1_{08}	-	0,005	-	-	0,06	-	-	0,005	0,07
C^1_{09}	0,005	0,015	0,03	-	-	-	0,015	0,005	0,07
C^1_{10}	0,005	0,015	0,03	-	0,02	-	0,015	0,005	0,09
C^1_{11}	-	0,005	0,03	-	-	0,05	-	0,005	0,09
"Вес" подцели Π^1_{on} в цели Π^0 , $\Gamma^0_{0ц}$	0,05	0,1	0,3	0,05	0,2	0,2	0,05	0,05	1,0

Суммируя данные столбцов по каждой цели, получим веса подцелей. Так, для первой подцели вес равен:

$$\Gamma^1_{01} = Q(C^1_{01} / \Pi^1_{01}) + Q(C^1_{02} / \Pi^1_{01}) + Q(C^1_{03} / \Pi^1_{01}) + Q(C^1_{04} / \Pi^1_{01})$$

$$+Q(C_{05}^1/\Psi_{01}^1)+ Q(C_{06}^1/\Psi_{01}^1)+ Q(C_{07}^1/\Psi_{01}^1)+ Q(C_{08}^1/\Psi_{01}^1)+ Q(C_{09}^1/\Psi_{01}^1)+ \\ Q(C_{10}^1/\Psi_{01}^1)+ Q(C_{11}^1/\Psi_{01}^1)= 0,0075+0,0075+0,0075+0,005+ \\ +0,0075+0,005+0,005+0,005=0,05$$

Определяем общий вклад каждой из подсистем в генеральную цель Ψ^0 . Для этого суммируем структурные вклады каждой подсистемы, располагаемые в соответствующих строках таблицы 2.2.

Для подсистемы C_{01}^1 общий вклад в Ψ^0 равен:

$$Q(C_{01}^1/\Psi^0) = Q(C_{01}^1/\Psi_{01}^1) + Q(C_{01}^1/\Psi_{02}^1) + Q(C_{01}^1/\Psi_{03}^1) + \\ Q(C_{01}^1/\Psi_{04}^1)+ \\ +Q(C_{01}^1/\Psi_{05}^1) + Q(C_{01}^1/\Psi_{06}^1) + Q(C_{01}^1/\Psi_{07}^1) + Q(C_{01}^1/\Psi_{08}^1) = \\ =0,075+0,03+0,015+0,005 = 0,0575$$

Выполненные расчеты по оценке вклада подсистем в достижение генеральной цели системы предприятий ТСА позволяют сделать следующие выводы.

1. Наибольшее влияние на генеральную цель Ψ^0 имеют вторая C_{02}^1 , третья C_{03}^1 и четвертая подсистемы C_{04}^1 (технической эксплуатации, технического обслуживания и ремонта и производственно-технической базы), вес которых составляет соответственно 0,1325 (13%), 0,1525 (15%) и 0,1075 (11%). По влиянию на генеральную цель названных подсистем могут конкурировать только комбинации из других подсистем (например, C_{06}^1 и C_{09}^1 , суммарный вклад которых составит $0,0625+0,07=0,1325$). Поэтому при ограниченных общих ресурсах наибольший результат по достижению главной цели Ψ^0 можно получить, воздействуя на подсистемы C_{02}^1 , C_{03}^1 , C_{04}^1 .

2. Для достижения наилучшего результата управления целесообразно воздействовать через наиболее значимые подсистемы C_{02}^1 , C_{03}^1 , C_{04}^1 , которые являются многоканальными.

3. Подсистемы C_{01}^1 , C_{08}^1 и C_{09}^1 (маркетинга, эксплуатационных материалов, хранения) являются менее значимыми и малоэффективными т.к. их вклад в достижение цели минимален и составляет 0,0575, 0,07 и 0,07 соответственно.

Проведя качественный анализ ДС, выявили подсистемы, на которые следует воздействовать в первую очередь при достижении поставленных целей в процессе управления системой ТСА.

ЛИТЕРАТУРА

1 Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2007 году» [Текст]. — М.: ВНИИ ГОЧС, 2008. — 157 с.

2 Булгаков, С.Н. Архитектурно-строительная отрасль и проблемы безопасности России [Текст] / С.Н. Булгаков // Доклады и итоговые документы сессий общих собраний РААСН 2002-2006 гг. — М., 2007. — С.14-21.

3 Воздействие транспортного комплекса РФ на состояние окружающей среды и здоровье населения [Текст]: Аналитический доклад/ сост. В.А. Петрухин; ФГУП НИИ-АТ — М.:НПСТ «Трансколсатинг», 2002.- 68с.

4 Ременцов, А.Н. Рынок услуг предприятий автосервиса: сущность, структура, границы [Текст] / А.Н. Ременцов, А.А. Ряховский // Социальная сфера: проблемы развития в современных условиях: Сборник научных трудов №11. - М., 2001.

5 Выступление министра транспорта РФ И.Е. Левитина на заседании Общественного совета Минтранса РФ, посвященное обсуждению ФЦП «Развитие транспортной системы России. 2010-2015 годы» 11 июня 2008 г.

6 Транспортная стратегия Российской Федерации до 2020 года (одобрена на заседании Госсовета РФ 29 октября 2003 года).

7 Федеральный закон от 10.12.95 г. № 196 «О безопасности дорожного движения» (в ред. от 10.01.2003 г.).

8 ОНТП-01-91. Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта [Текст] / Росавтотранс. - М.: Гипроавтотранс, 1991. - 184 с.

9 Проект концепции технической политики в транспортном комплексе в отношении транспортных средств М.: НИИАТ, 2002. - 26 с.

10 Резолюция ЕКМТ СЕМТ/СМ (2005)9/FINAL. Guide for government officials carriers on the use of the ECMT multilateral (Руководство по использованию квоты многосторонних разрешений ЕКМТ). Эл.ресурс: www.transdekra.ru

11 Цурков, В.И. Декомпозиция в задачах большой размерности [Текст] / В.И. Цурков. - М.: Наука. - 1981.-352 с.

12 Кузнецов, Е.С. Управление техническими системами [Текст]: Учебное пособие / МАДИ (ТУ) – М., 2001. - 262 с.

Бакаева Н.В. Канд. техн. наук, доц.

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
тел.(4862) 73-29-94, e-mail: natbak@mail.ru

А.С. БОДРОВ

ПРОБЛЕМЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ОКРАШИВАНИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Технологический процесс окрашивания машин является одним из основных элементов технологии ремонта машин. Однако существующие способы окрашивания и применяемые лакокрасочные материалы обладают рядом недостатков. Для устранения недостатков традиционных технологий предлагается использование в качестве покрывных слоёв лакокрасочного покрытия порошковых лакокрасочных материалов.

При ремонте автомобилей окраска занимает значительное место, достигая 10% всех трудозатрат. Это связано с тем, что автомобильные лакокрасочные покрытия являются многокомпонентными системами, которые состоят из различных грунтовок, эмалей, а иногда и лаков, причем каждый компонент системы имеет индивидуальные технологии нанесения и сушки. Если добавить, что технология подготовки поверхности перед окраской автомобилей также весьма сложна и трудоемка, то становится понятным столь большой объем окрасочного производства.

Причина сложности технологии кроется в том, что требования к свойствам конечного лакокрасочного покрытия очень высоки, и удовлетворить им можно только с помощью такой системы покрытия, где каждый компонент вносит свой вклад в обеспечение необходимых свойств.

В настоящее время для окраски автомобилей используются комплексные системы покрытий, включающие грунтовки, шпатлевки, композиции для промежуточных и верхних отделочных слоев (рис. 1).

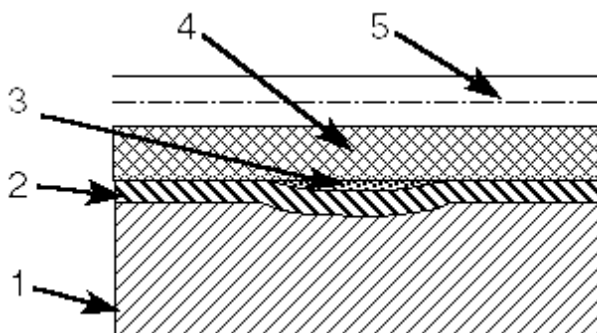


Рисунок 1 – Строение лакокрасочного покрытия:

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

Такая структура покрытий предполагает последовательный поэтапный процесс окраски, в который входят предварительная подготовка поверхности металла, грунтование, шпатлевание, нанесение промежуточ-

ного и отделочного слоев. Первые два этапа обеспечивают защитные свойства, а последующие — декоративные характеристики покрытия.

Основой ресурсосбережения при формировании лакокрасочных покрытий является процесс плёнообразования. Под пленкообразованием понимают процесс перехода материала из жидкого или вязкотекучего состояния в твёрдое на поверхности подложки с образованием адгезированной пленки.

Пленкообразование значительной части лакокрасочных материалов осуществляется в результате физических процессов: испарения растворителей, астабилизации и обезвоживания латексов, охлаждения расплавов. Другая часть материалов образует покрытия в результате либо химических процессов полимеризации или поликонденсации, либо одновременного (а часто последовательного) протекания физических и химических процессов [1, 2].

Так как эксплуатационноспособными считаются покрытия, в которых плёнообразователь (полимер) находится в кристаллическом, стеклообразном или высокоэластическом состоянии, пленкообразование связано с фазовыми или физическими переходами, т.е. с изменением взаимного расположения молекул и термодинамических свойств вещества.

Несмотря на одинаковую направленность процессов, а именно, установление и упрочнение внутри- и межмолекулярных связей в исходном материале, пленкообразование из различных лакокрасочных систем имеет свои характерные особенности.

Различают два вида плёнообразования:

- плёнообразование, осуществляемое в результате химических превращений;
- плёнообразование, осуществляемое без химических превращений.

Пленкообразование, при котором отсутствуют химические превращения, предопределяет получение обратимых (растворимых) покрытий. При этом свойства материала пленки во многом соответствуют свойствам исходных пленкообразователей, которыми служат преимущественно полимеры аморфного или кристаллического строения: виниловые, акриловые, полиолефины, полиамиды и др.

В зависимости от химической природы пленкообразующего вещества, его растворимости, термопластичности покрытия получают из растворов, расплавов, водных и органических дисперсий, аэродисперсий (порошковых систем). В большинстве случаев покрытия отличаются хорошими механическими и изолирующими свойствами, однако имеют невысокую адгезионную прочность [1].

Более 90% ремонтных лаков и красок содержат растворители. Поэтому пленкообразование из растворов, связанное с удалением из них растворителей, распространено в технологии ремонтных лакокрасочных покрытий. Растворители удаляют обычно испарением.

С кинетической точки зрения процесс испарения растворителей можно разделить на две стадии (рис. 2).

I - испарение растворителей из жидкой пленки, контролируемое поверхностными явлениями;

II - испарение из сформировавшейся твердой пленки, определяемое диффузионными процессами в массе полимерного материала.

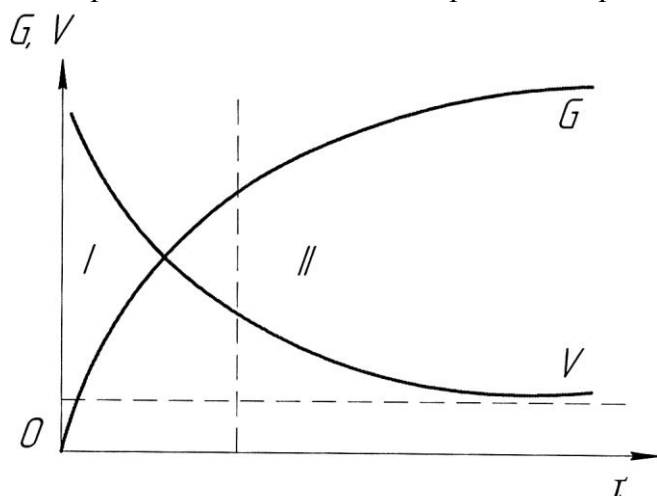


Рисунок 2 – Кинетика испарения растворителей G и изменения объема V лакокрасочного материала при плёнообразовании

Первую стадию из-за низкой вязкости и наличия конвективного перемешивания раствора можно рассматривать как испарение растворителей со свободной поверхности.

Вторая стадия испарения обычно начинается при содержании растворителя в пленке 5...15%, когда вязкость раствора становится высокой и вследствие этого не происходит его конвективного перемешивания. Скорость улетучивания растворителей на этой стадии контролируется внутренней диффузией, при этом коэффициент диффузии изменяется с концентрацией растворителя.

При отвердевании пленки (переходе в стеклообразное состояние) вязкость пленкообразователей достигает $10^{11} \dots 10^{12}$ Па·с. В этих условиях коэффициент диффузии растворителей крайне мал. Это затрудняет диффузионный перенос растворителей особенно на последних стадиях формирования покрытий. Вследствие односторонней диффузии в пленке всегда имеет место определенный градиент концентрации растворителя по толщине; его содержание возрастает от периферии к подложке.

Пигментирование пленкообразующих систем замедляет испарение растворителей, особенно если используются пигменты и наполнители чешуйчатого строения (алюминиевая пудра, микрослюда и др.). Испарение ускоряется с увеличением скорости движения воздуха над слоем лакокрасочного материала [2].

При формировании покрытий из растворов, как и из любых жидких лакокрасочных материалов, различают два состояния пленок: высыхание «от пыли», когда пленка утрачивает липкость, и практическое высыхание, когда покрытие приобретает твердость, необходимую для последующей обработки изделий. Время высыхания «от пыли» обычно кор-

релируется с продолжительностью испарения из пленки примерно 60% растворителей, растекание же лакокрасочного материала на поверхности прекращается уже при испарении 25...30% растворителей.

О завершенности процесса формирования покрытий обычно судят по их твердости, липкости, электрическим параметрам.

Следует учитывать, что сформированные в естественных условиях покрытия всегда содержат некоторое количество (0,1...2%) остаточных растворителей, которые нередко сохраняются длительное время, отрицательно сказываясь на свойствах покрытий и ухудшая гигиенические условия эксплуатации окрашенных изделий.

На ускорение процесса сушки влияет ряд факторов, наиболее важными из которых являются температура нагревания лакокрасочного слоя и степень подвижности воздуха. При неподвижном воздухе среда, непосредственно соприкасающаяся со свежеекрашенной поверхностью, насыщается парами растворителей, и процесс сушки замедляется. При беспрерывной смене воздуха пары растворителя уносятся с поверхности окрашенного изделия. Большое влияние на испарение растворителей оказывает и скорость воздушного потока в зоне сушки.[1]

Сушка жидких лакокрасочных материалов может происходить при температуре 18...23⁰С (естественная сушка) или при повышенной температуре (искусственная сушка). Широкое применение нашли следующие методы искусственной сушки лакокрасочных покрытий: конвективная, терморadiационная и терморadiационно – конвективная. [2]

При конвективном способе нагревание слоя лакокрасочного материала и изделия осуществляется за счёт передачи теплоты от окружающего воздуха или топочных газов. Теплота передаётся поверхности и постепенно распространяется внутрь плёнки, поэтому затвердевание покрытия происходит с поверхности раздела плёнка – газовая среда.

Вследствие низкой теплопроводности газов в конвективной передаче теплоты покрытию принимают участие лишь слои, непосредственно контактирующие с изделием. Для улучшения теплопередачи применяют перемешивание нагретых газов, что вызывает дополнительные затраты энергии.

С теплотехнической точки зрения в процессе отверждения можно выделить три стадии (рис.3): «1» – подъём температуры, «2» – отверждение (сушка), «3» – охлаждение покрытия. Стадия «1» характеризуется наличием температурного градиента в плёнке:

$$\Delta t = t_c - t_n, \quad (1)$$

где t_c - температура в сушилке;

t_n - температура подложки.

Температурный градиент тем больше, чем выше температура в сушилке и ниже температура подложки. Большой перепад температур приводит к неравномерному протеканию процесса отверждения: в верхней части плёнки возможны деструктивные процессы, тогда как у подложки процесс может быть полностью незавершён [3].

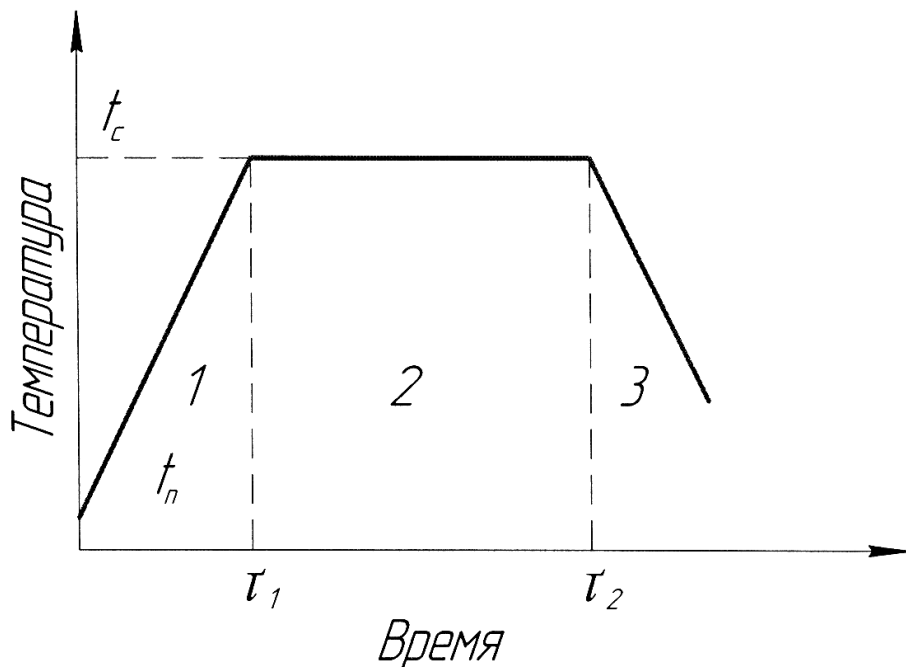


Рисунок 3 – Температурно-временная характеристика конвективной сушки покрытий

Стадия «1» при конвективном способе нагрева обычно длительна и во многом определяет общее время отверждения покрытия; τ_1 зависит от массы и теплофизических параметров материалов покрытия, изделия и скорости подвода к ним теплоты. Ориентировочно время τ_1 (в мин.), необходимое для выравнивания температуры в сушилке и подложки, находят как утроенное произведение толщины покрываемого изделия:

$$\tau_1 \approx 3\delta, \quad (2)$$

где δ – толщина покрываемого изделия (мм)

Продолжительность стадии «2» зависит от скорости протекания процессов в плёнке и является функцией температуры. Стадия «3» может быть проведена как в пределах сушильной установки, так и вне её.

Основными факторами, влияющими на процесс конвективного отверждения являются:

- скорость теплоносителя;
- скорость удаления растворителей из лакокрасочных материалов;
- тип плёнообразователя;
- физико-химические особенности пигмента.

Так высокотемпературное конвективное отверждение эмали МЧ-123 дает возможность существенно интенсифицировать процесс отверждения покрытия при возрастании скорости обдувки изделий с плёнками до $v_1 = 8$ м/сек. Дальнейшее повышение скорости теплоносителя не приводит к заметному ускорению процесса (рис. 4).

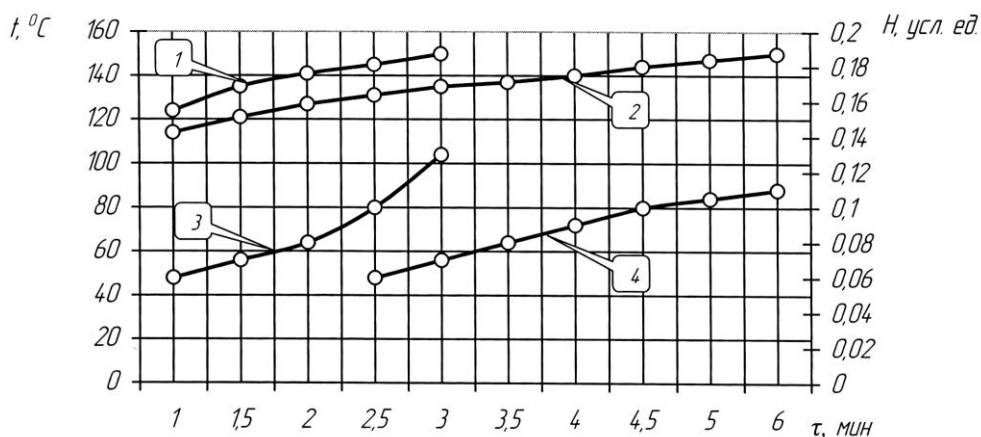


Рисунок 4 – Темп нагрева плёнки и кинетика запекания эмали МЧ-123 при конвективном отверждении в нестационарных условиях прогрева (80...150°C) при различных скоростях обдува:

- 1 – темп нагрева плёнки при скорости обдува покрытия $v=8$ м/сек;
- 2 – темп нагрева плёнки при скорости обдува покрытия $v=5,5$ м/сек;
- 3 – твёрдость покрытия, полученного при скорости обдува покрытия $v=8$ м/сек;
- 4 – твёрдость покрытия, полученного при скорости обдува покрытия $v=5,5$ м/сек.

Для меламино-алкидных эмалей (типа МЛ-1110) возрастание скорости возрастание скорости обдувки изделий примерно в 1,75 раза (кривые 1 и 2 на рис. 5) приводит к соответствующей интенсификации процесса формирования покрытий (кривые 3 и 4 на рис. 5).

Можно полагать, что при указанном диапазоне скоростей обдувки изделий горячим воздухом кинетика процесса отверждения не лимитируется подводом кислорода воздуха к отверждаемой поверхности и диффузией его внутрь покрытия. Иначе говоря, в первый период высокотемпературного отверждения ($t_1 \approx 150^\circ\text{C}$) интенсивное удаление растворителя из отверждаемого покрытия препятствует подводу «свежего» кислорода воздуха через пограничный слой к поверхности покрытия. В итоге усугубляется неравномерность отверждения пленки по сечению, поскольку быстро образуется внешний «тонкий» отвердевший слой, поглотивший некоторое количество кислорода воздуха.

Установлено, что при прочих равных условиях тип пленкообразователя главным образом обуславливает кинетику конвективного отверждения ЛКМ, в то же время в некоторых случаях следует учитывать и физико-химические особенности пигмента [2].

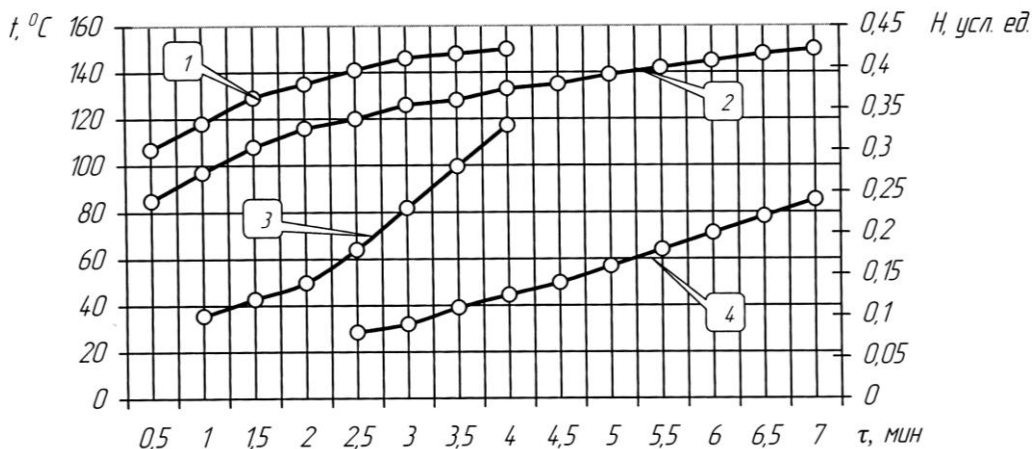


Рисунок 5 – Темп нагрева плёнки и кинетика запекания эмали МЛ-1110 при конвективном отверждении в нестационарных условиях прогрева (80...150°C) при различных скоростях обдува:

- 1 – темп нагрева плёнки при скорости обдува покрытия $v=8$ м/сек;
- 2 – темп нагрева плёнки при скорости обдува покрытия $v=5,5$ м/сек;
- 3 – твёрдость покрытия, полученного при скорости обдува покрытия $v=8$ м/сек;
- 4 – твёрдость покрытия, полученного при скорости обдува покрытия $v=5,5$ м/сек.

Скорость удаления растворителей также оказывает влияние на кинетику твердения и качество лакокрасочных пленок, наиболее заметно проявляющееся при их конвективной сушке.

На рисунках 6...7 приведены кривые сушки и скорости сушки растворителей эмали МЧ-123, из которых следует, что имеет место два периода процесса: период постоянной и падающей скоростей.

Из рисунков видно, что неравномерность прогрева плёнок эмалей в рассматриваемом случае обуславливает быстрое образование плотной поверхностной микроплёнки. В результате даже после 4...8 минут высокотемпературной конвективной сушки покрытий наблюдаются остатки растворителя в глубинных слоях эмалей, что известным образом замедляет кинетику их твердения.

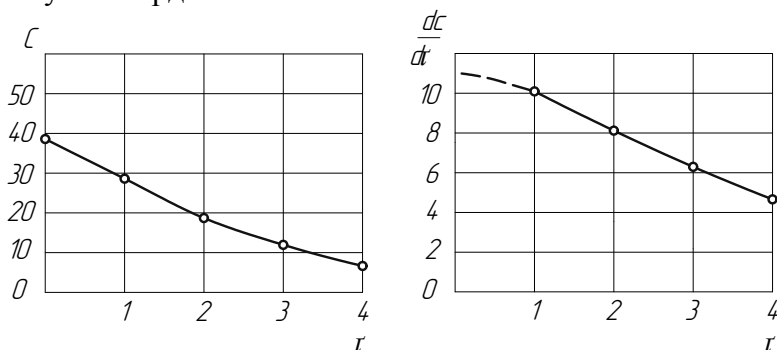


Рисунок 6 - Кривые сушки (а) и скорости сушки растворителей (б) эмали МЧ-123 на металлических подложках $\delta=3$ мм, при скорости обдувки горячими газами с $v\approx 16$ м/сек.

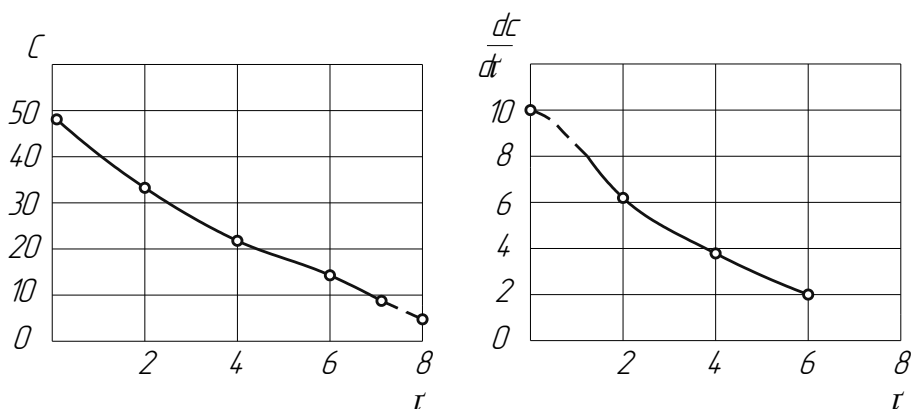


Рисунок 7 - Кривые сушки (а) и скорости сушки растворителей (б) эмали МС-123 на металлических подложках $\delta=3$ мм, при скорости обдувки горячими газами с $v \approx 8$ м/сек.

В связи с этим необходимо отметить, что при естественной сушке эмалевого покрытия толщиной 30 мкм ($\delta=30$ мкм) практически в течение 10 минут удалиться до 50% растворителя (рис. 8).

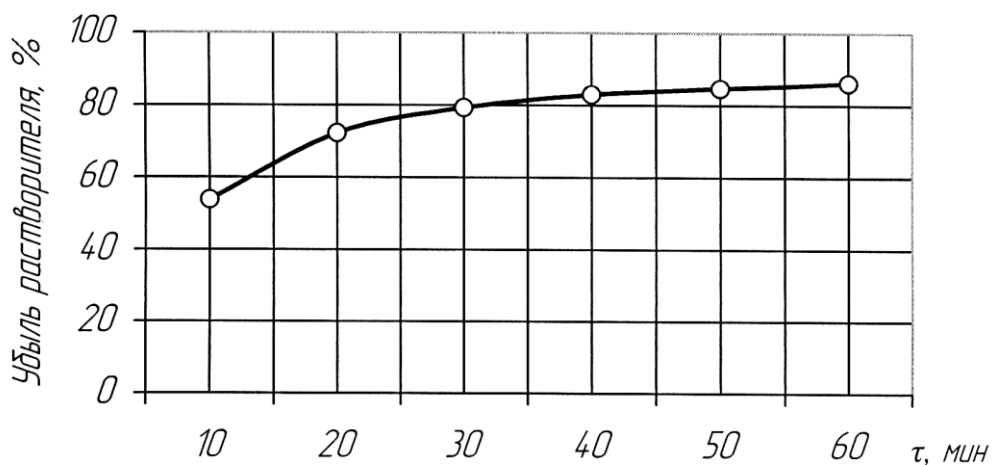


Рисунок 8 – Скорость естественной сушки эмалевого покрытия

Высокотемпературное конвективное отверждение ЛКМ эффективно при получении покрытий на изделиях сложной конфигурации. Однако использование высокотемпературного конвективного отверждения в условиях сервисных предприятий затруднено в связи с тем, что на автомобилях установлено большое количество нетермостойких уплотнений.

Более эффективным методом формирования лакокрасочных покрытий при ремонте автомобилей является применение терморрадиационного нагрева.

Принцип отверждения основан на использовании лучистой энергии, испускаемой нагретыми телами, такими, как лампы накаливания, металлические и керамические плиты, спирали, газовые горелки и др.

При сушке лакокрасочных материалов инфракрасными лучами термоизлучение, проникая через слой покрытия, нагревает внутреннюю поверхность подложки. Возникает перепад температур между внутренней поверхностью пленки, соприкасающейся с металлом, и ее слоями, находящимися ближе к поверхности покрытия. Иначе говоря, имеет место градиент температур, направленный изнутри к поверхности. Таким образом, исходя из общей теории тепло- и массообмена, при терморadiационном отверждении во внутренних слоях пленки имеет место совпадение по знаку (направлению) градиента общего давления паров воздуха от подложки к поверхности пленки и градиента температур (эффект термовлагопроводности).

Для отверждения терморadiационным методом используются два типа излучений. Коротковолновое излучение с длиной волны $\lambda = 760 \dots 2500$ нм считается светлым. Такое излучение характерно для ламповых (или «светлых») излучателей. В отличие от него излучение с длиной волны $\lambda = 3500 \dots 4500$ нм называют темным. Источниками его являются тела с температурой нагрева $650 \dots 720$ К («темные» излучатели).

Степень восприятия лакокрасочными материалами лучистой энергии с различной длиной волны неодинакова, соответственно различен и эффект её действия при отверждении.

Процесс запекания лакокрасочной пленки, по мнению ряда исследователей, является процессом чисто температурной полимеризации, поликонденсации или окисления.

Основным требованием, вытекающим из принятого в настоящее время представления о механизме терморadiационной сушки лаков и эмалей, является достаточная проникаемость их для инфракрасных лучей. Эта проникаемость создает условия для протекания процесса запекания от подложки к наружным слоям без образования поверхностной пленки, препятствующей удалению растворителя [3]. Ж. Леконт в подтверждение этой точки зрения приводит результаты опытов по сушке лака, нанесенного на металлическую пластинку и высушенного в одном случае, когда пленка лака обращена к излучателю, а в другом облучению подвергалась противоположная, не покрытая лаком поверхность. Данные, приведенные на рисунке 9, убедительно доказывают, что при одинаковом ходе температурной кривой (на границе эмали и подложки) скорость затвердевания пленок при непосредственном воздействии терморadiации на покрытия значительно возрастает.

На основании результатов опытов, представленных в работе [3], можно сделать вывод о том, что процесс запекания не является чисто тепловым процессом и его интенсивность в значительной степени обусловлена специфическим воздействием инфракрасной радиации, которая должна быть связана со спектральной характеристикой падающего на лакокрасочную пленку излучения. Здесь имеется в виду эффект воздействия излучения определенной частоты на полимеризацию молекул.

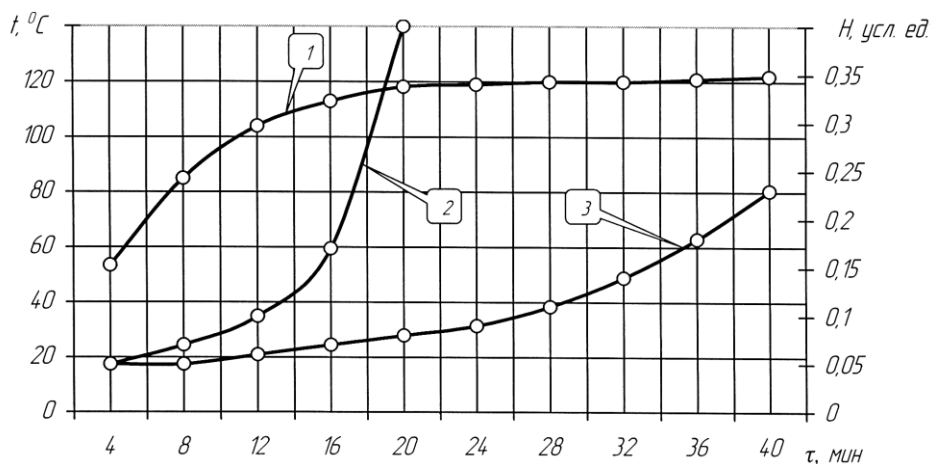


Рисунок 9 – Кинетика запекания эмали МЛ-1110 терморadiационным способом при одинаковом темпе нагрева:

1 – темп нагрева плёнки; 2 – кинетика запекания эмали, когда окрашенная поверхность обращена к излучателю; 3 – кинетика запекания эмали, когда к излучателю обращена неокрашенная поверхность.

Естественно предположить, что воздействие на лак или эмаль чистой энергии с частотой, соответствующей частотам собственных колебаний тех групп атомов, которые участвуют в процессе полимеризации, должно вызвать явление, подобное резонансу, в результате чего межатомные связи могут разрушаться и создаваться новые высокомолекулярные образования. Например, в масляных ЛКМ процесс высыхания связан с разрывом двойной связи в группе $C = C$, собственные колебания которой соответствуют длине волны $3...3,3 \text{ мк}$. В лаках и эмалях на мочевиноформальдегидной основе процесс высыхания связан с разрывом связи $N = C$, имеющей частоту собственных колебаний в области $3...5 \text{ мк}$, и присоединением молекулы формальдегида, собственные колебания которой соответствуют $3,6$ и $5,7 \text{ мк}$ и т.п.

Как видно из приведенных данных, область собственных колебаний групп атомов, активно участвующих в процессе полимеризации, соответствует максимуму излучения абсолютно черного тела в интервале температур $300...700^\circ \text{C}$. Таким образом, можно предположить, что процесс формирования пленки лака протекает под влиянием двух факторов: температуры и радиационного эффекта.

Результаты исследований по запеканию эмали МЛ – 1110, изготовленной на алкидно-меламиновой основах, в сушильных камерах со светлыми и темными излучателями представлены на рисунке 10.

Из рисунков видно, что алкидно-меламиновая эмаль МЛ-1110 (синяя) затвердевает при прочих равных условиях быстрее при радиационном воздействии ламповых излучателей. Объяснение этим явлениям можно найти из сопоставления спектральных характеристик рассматриваемой эмали, которая, выражается коэффициентом экстинкции (коэффи-

циент ослабления монохроматического излучения). Чем больше этот коэффициент, тем меньше пропускательная способность эмали, а следовательно, и специфичность воздействия на них тепловой радиации, которая может сказаться только лишь на верхних слоях покрытия [3].

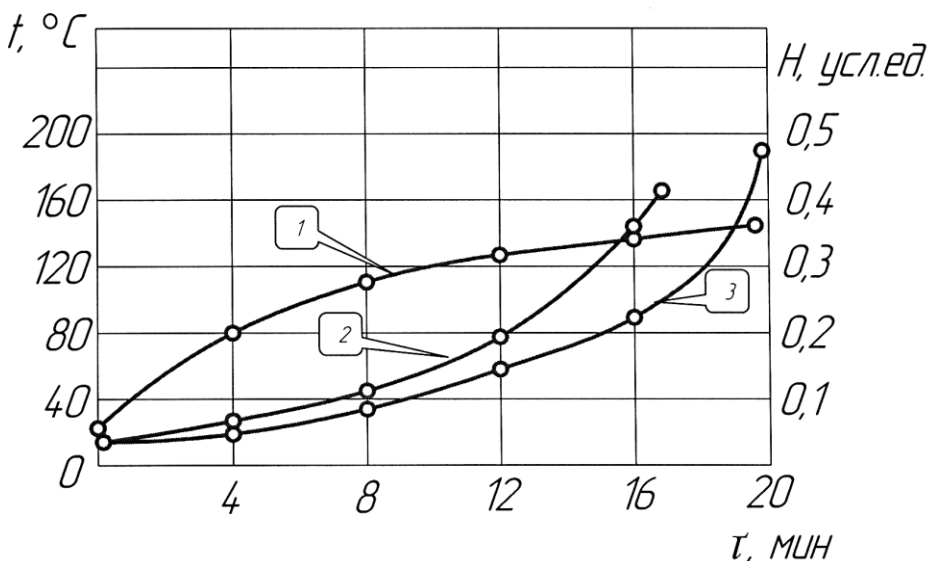


Рисунок 10 – Сравнительная характеристика эффективности керамического и лампового излучателей по скорости запекания эмали МЛ-1110 при одинаковом темпе нагрева:

1 – темп нагрева подложки; 2 – скорость запекания эмали при использовании светлого излучателя (плотность падающего лучистого потока $q_{пад}=1,2 \text{ вт/см}^2$); 3 – скорость запекания эмали при использовании керамического (тёмного) излучателя (плотность падающего лучистого потока $q_{пад}=0,8 \text{ вт/см}^2$).

Полученные данные позволяют сформулировать следующее принципиальное положение: выбор источника излучения для проведения процесса сушки (запекания) лакокрасочных пленок тесным образом связан с химической структурой пленкообразователя, составляющего основу эмали или лака. Поэтому нельзя говорить о преимуществах того или иного вида излучателей безотносительно к тем конкретным типам эмалей, для высушивания которых эти излучатели применяются.

На рисунках 11 и 12 представлены результаты опытов, в которых была достигнута одинаковая твердость пленки при воздействии различных типов излучателей [3]. Для меламино-алкидной эмали МЛ-1110 (белая ночь) требуемая плотность падающего лучистого потока при использовании ламп вдвое меньше, чем при воздействии низкотемпературного керамического излучателя, в то время как при сушке мочевиноформальдегидной эмали МЧ-123 имело место обратное соотношение (при сопоставимых значениях коэффициентов отражения поверхностей эмалей).

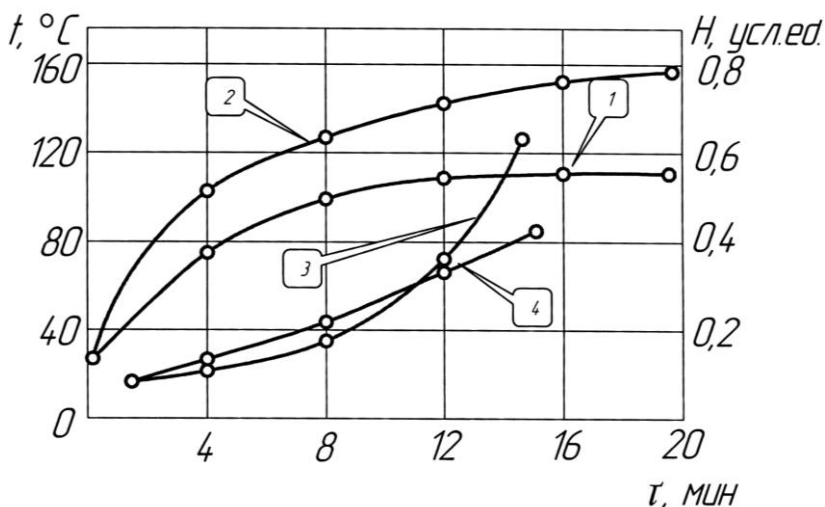


Рисунок 11 – Сравнительная эффективность керамического и лампового излучателей по темпу нагрева эмали МЛ-1110 (белая ночь) при одинаковой скорости запекания:

1 – темп нагрева подложки ламповым излучателем (плотность падающего лучистого потока $q_{над}=0,4 \text{ вт/см}^2$); 2 – темп нагрева подложки керамическим излучателем (плотность падающего лучистого потока $q_{над}=0,8 \text{ вт/см}^2$); 3 – скорость запекания эмали при использовании светлого излучателя; 4 – скорость запекания эмали при использовании керамического (тёмного) излучателя.

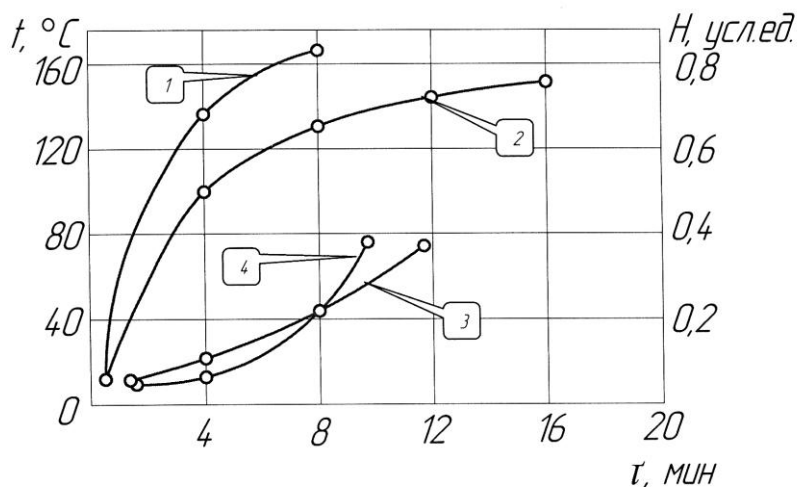


Рисунок 12 – Сравнительная эффективность керамического и лампового излучателей по темпу нагрева эмали МЧ-123 при одинаковой скорости запекания:

1 – темп нагрева подложки ламповым излучателем (плотность падающего лучистого потока $q_{над}=1,5 \text{ вт/см}^2$); 2 – темп нагрева подложки керамическим излучателем (плотность падающего лучистого потока $q_{над}=0,88 \text{ вт/см}^2$); 3 – скорость запекания эмали при использовании светлого излучателя; 4 – скорость запекания эмали при использовании керамического (тёмного) излучателя.

Сравнительная оценка эффективности конвективного и терморadiационного отверждения показывает, что при одинаковом темпе нагрева эмали МЛ-1110 (белая ночь), скорость запекания покрытия в случае терморadiационного нагрева плёнок светлыми излучателями существенно выше, чем при конвективном прогреве (рис. 12).

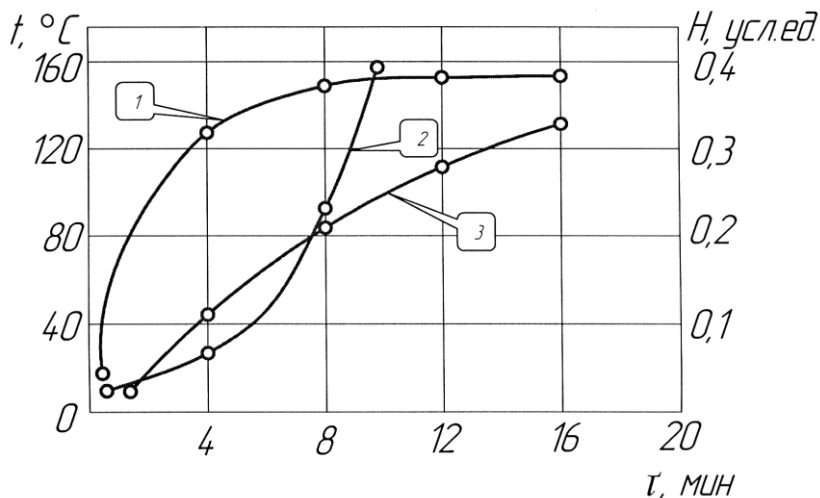


Рисунок 13 – Сравнительная эффективность терморadiационного и конвективного отверждения эмали МЛ-1110 (белая ночь) при одинаковом темпе нагрева:

1 – темп нагрева подложки; 2 – скорость запекания эмали терморadiационным способом; 3 – скорость запекания эмали конвективным способом.

На ускорение процесса запекания терморadiационным способом оказывает влияние, более высокая скорость испарения растворителя, чем при конвективном отверждении [3].

Таким образом можно сделать вывод, о том, что выбор рационального способа отверждения лакокрасочных материалов, оказывает существенное влияние на скорость формирования покрытий, и соответственно на затраты материальных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубов П.И., Сухарева Л.А. Структура и свойства полимерных покрытий. М.: Химия, 2002. 256с.
2. Карякина М.И. Физико-химические основы процессов формирования и старения покрытий. М.: Химия. 1999. 216с.
3. Новиков А.Н. Окраска автомобилей при ремонте: монография/ А.Н. Новиков, А.С. Бодров. – ОрёлГТУ, 2008. – 127 с.

Бодров А.С. Канд. техн. наук, доцент

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
тел. (4862) 73-43-50; e-mail: Srmostu@mail.ru

В.В. НЕДОЛУЖКО

АНАЛИЗ СПОСОБОВ И МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ К ПОКРАСКЕ

В условиях открытого атмосферного воздействия лакокрасочные покрытия (ЛКП) под действием влаги, тепла и холода, солнечной радиации, кислорода, механических воздействий и других факторов претерпевают необратимые изменения, отражающиеся на физико-химических и механических свойствах покрытий и приводящие, в конечном счете, к разрушению последних. Такое изменение свойств покрытий и называют старением.

В основном старение лакокрасочных пленок сводится к двум химическим процессам - деструкции и структурированию. Деструкция - процесс, ведущий к разрыву цепей макромолекул покрытия, уменьшению их размеров и снижению молекулярной массы. В зависимости от главного разрушающего фактора различают несколько видов деструкции ЛКП: окислительную (происходит под действием кислорода воздуха), гидролитическую (под действием воды), термическую (под действием тепла), фотохимическую (под действием света). В реальных условиях эксплуатации ЛКП при комплексном воздействии разрушающих факторов различные виды деструкции могут протекать одновременно, что резко усиливает процесс разрушения покрытий.

Наряду с деструкцией при старении происходит и дальнейшее структурирование, приводящее к увеличению твердости пленки и уменьшению её эластичности, в результате чего в покрытии образуются разветвленные цепи и циклы, возникают трехмерные структуры. Полимеризация происходит при окислении покрытия за счёт контакта с воздухом, окислителями и т. д.

Процессы деструкции и структурирования в лакокрасочной пленке обычно протекают одновременно, но деструкция идет более интенсивно, чем и определяется изменение свойств плёнки с течением времени в сторону её разрушения.

Кроме химических процессов, на старение оказывает влияние и ряд физических процессов:

- растрескивание покрытия, происходящее из-за различия коэффициентов теплового разрушения пленки и окрашенного металла, а также под действием вибраций и ударов;
- механическое истирание покрытия под действием пыли;
- сорбция на поверхности покрытия влаги, пыли, газообразных и жидких веществ.

Произвести анализ причин и механизмов отказов, выяснить факторы, обуславливающие различные виды отказов позволяют схемы Исикава (рис. 1) [1].

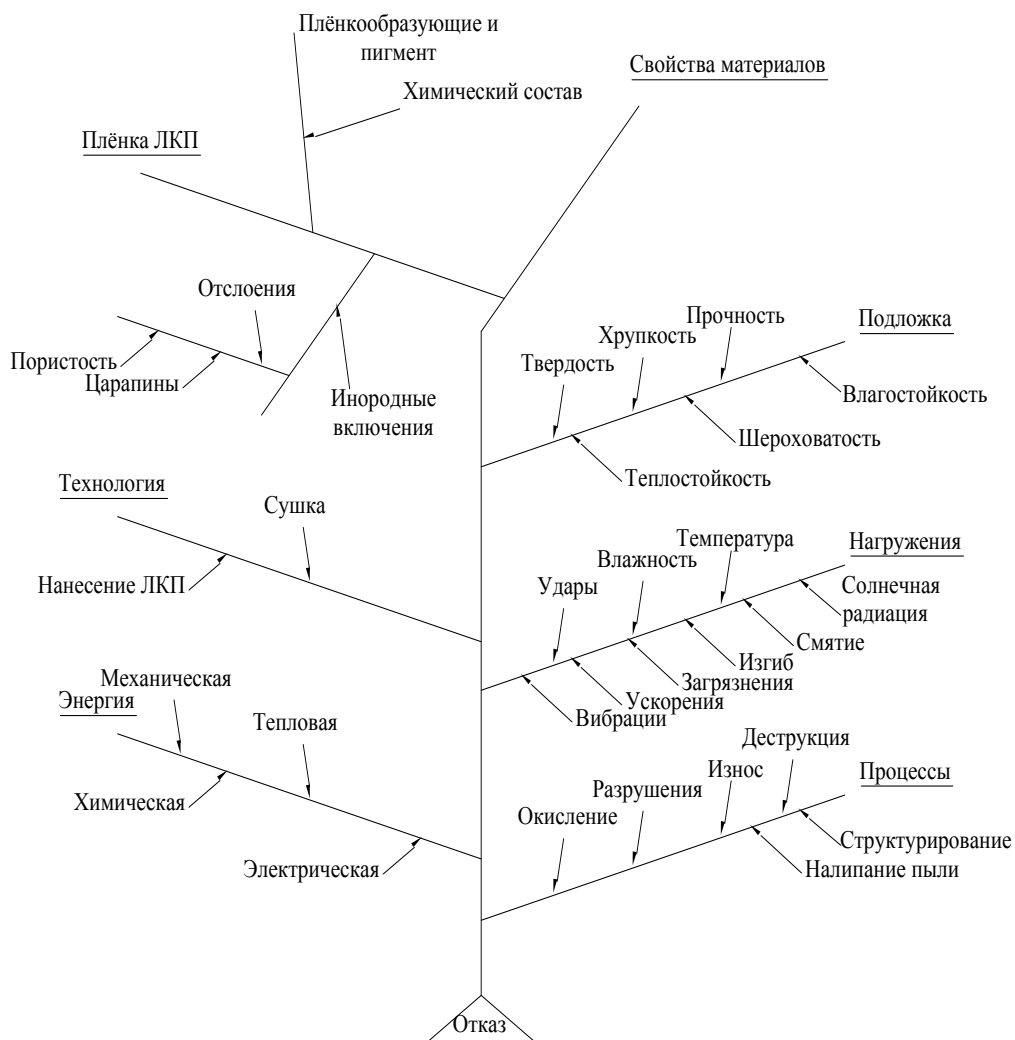


Рисунок 1 - Фрагмент дерева совокупности условий отказов окрашенных поверхностей автомобиля (схема Исикава)

Данные схемы позволяют выявить наиболее слабые звенья, определить качество используемых конструкционных материалов и влияние режимов нагрузок и эксплуатации.

Как видно из приведённой схемы Исикава качество подготовки поверхности перед окрашиванием оказывает существенное влияние на надёжность лакокрасочных покрытий.

По характеру основных показателей, обуславливающих качественную подготовку машин, узлов и деталей под окраску, существующие способы очистки делят на механические и физико-химические [1] (рис. 2).

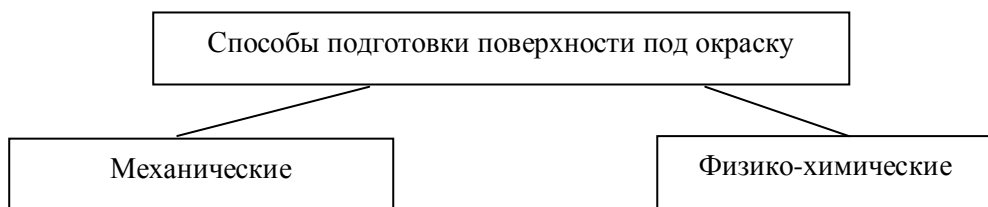


Рисунок 2 – Способы подготовки поверхности под окраску.

Эти способы не являются взаимоисключающими и часто применяются совместно. Практические пути осуществления каждого способа очистки могут быть, весьма различны с использованием самых разнообразных моющих средств и приспособлений. Особенно распространено механическое воздействие в сочетании со способами смыванием и растворением.

Механические способы очистки [1] находят свое применение при подготовке металлических поверхностей под окраску, они используются для удаления нагара, накипи, старой краски, окисных пленок, продуктов коррозии и окалины. Механическая очистка включает как ручную очистку скребками, щетками, ершами, так и механическую очистку косточковой крошкой, кварцевым и металлическим песком (дробью), очистку деталей вращающимися щетками и шлифованием (с применением абразива, наклеенного на ленту или круг).

Шлифование - это одна из основных операций в общем комплексе работ по восстановлению лакокрасочного покрытия кузова автомобиля. По некоторым оценкам [2] операции шлифования составляют около 65% от общей трудоёмкости работ по окрашиванию кузовов автомобилей. Поэтому качеству её выполнения необходимо придавать особое значение.

При ремонтном окрашивании автомобилей применяются два метода шлифования лакокрасочных покрытий:

- «мокрое» шлифование;
- «сухое» шлифование.

При проведении «мокрого» шлифования, шлифуемая поверхность и шлифовальный материал смачивается водой или каким-либо инертным растворителем (уайт-спирит). Вследствие чего, уменьшается количество пыли, повышается качество шлифования, а также увеличивается срок службы шлифовального материала. Шлифование «по мокрому» требует применения специальных водостойких шлифовальных материалов на основе карбида кремния. Средняя производительность «мокрого» шлифования составляет примерно 4 м²/час.

В отличие от «мокрого», «сухое» шлифование не требует применения воды или растворителей, и на сегодняшний день является доминирующим видом шлифования при проведении ремонтного окрашивания в условиях сервисных предприятий. Основным фактором, доминирования «сухого» шлифования является его высокая производительность (примерно 10 м²/час), которая в первую очередь достигается применением средств механизации (шлифовальных машинок). Кроме того, данный способ шлифования не требует применения специальных водостойких мате-

риалов. Однако, при «сухом» шлифовании образуется большое количество пыли, которая может привести к возникновению дефектов наносимого лакокрасочного покрытия, и поэтому, при шлифовании необходимо использовать системы пылеудаления.

При шлифовании лакокрасочных покрытий в условиях сервисных предприятий, необходимо учитывать, что данная операция преимущественно применяется для создания на окрашиваемой поверхности необходимой шероховатости, обеспечивающей сцепляемость лакокрасочных материалов с поверхностью. Дело в том, что при окрашивании кузовов на заводе, его поверхности не шлифуется – высокоагрессивные протравливающие грунты наносятся в полностью закрытых герметичных и изолированных камерах (дистанционно или автоматически). Делается это потому, что заводская концентрация цинкофосфатов весьма велика (применяемые материалы ядовиты, - к тому же они не выводятся из организма, накапливаясь до определенной критической дозы и отравляя человека). В сервисных предприятиях таких камер нет, поэтому используемые лакокрасочные материалы менее агрессивны (хотя производители ремонтных ЛКМ добавляют в свою продукцию цинк, правда, в крайне малых, безвредных количествах), а, следовательно, они уступают заводским по некоторым свойствам, и в частности по адгезионным. Именно поэтому, важное значение, приобретает первичная риска, её глубина и особенно форма. От неё зависит, насколько хорошо наносимый материал сцепится с подложкой, ведь она способствует улучшению механической адгезии, увеличивая площадь соприкосновения этого материала с поверхностью.

Основным критерием, характеризующим качество процесса шлифования поверхности, является глубина риски. Она измеряется в микрометрах и показывает отклонение профиля поверхности от идеального.

При обработке с помощью шлифовального материала глубина риски зависит от размера зерен и плотности его размещения. Не меньшую ответственность за глубину рисков несет ход эксцентрика шлифовальной машины.

При проведении подготовительных работ под окрашивание, необходимо обязательно понижать риску. Это можно сделать абразивом с шагом не более 100 единиц от прежде использованного (так называемое «правило 100»). Только тогда эта операция будет выполнена корректно. «Прыжок» же, например, с P80 на P240 приведет только к срезанию вершечек, которое совсем не отразится на изменении риски в нужную сторону (на уменьшение). Причем такую риску отследить невозможно, поскольку она забьется шлифовальной пылью.

Если же градация не превышает 100 единиц, то поверхность легко перешлифовывается, при этом получается нужное понижение риски.

Шлифование как вид подготовки применяется в основном при ремонтном окрашивании автомобилей в условиях сервисных предприятий.

С другой стороны, на предприятиях, оказывающих услуги по ремонту технологических машин, ввиду более низких требований к подготовке поверхности перед окрашиванием, широко распространен механи-

ческий способ очистки воздействием струй. Различают очистку струями сухих очищающих сред и водных.

При использовании сухих очищающих сред механический фактор очищающего действия достигается за счет кинетической энергии воздействия абразивного материала на частицы загрязнения.

В зависимости от очищающего материала различают следующие способы очистки: пескоструйная, дробеструйная, с помощью косточковой крошки и дробеметная.

Пескоструйная очистка сводится к обдувке загрязненных поверхностей кварцевым или металлическим песком (дробью) с размером частиц не более 0,8 мм. Она является наиболее эффективным способом удаления продуктов коррозии и подготовки металлической поверхности к окраске. При этом способе поверхность не только очищается, но и приобретает равномерную шероховатость, способствующую лучшему прилипанию лакокрасочных материалов.

Дробеструйная очистка применяется при удалении старых лакокрасочных покрытий, а также для очистки наружных поверхностей гильз автомобильных двигателей от накали и продуктов коррозии. В качестве металлического песка используется стальной или чугунный песок, частицы подаются на обрабатываемую поверхность под давлением 0,5-0,6 МПа. Поверхности деталей из цветных металлов и сплавов очищать металлическим песком не рекомендуется, так как проникающие в поверхностный слой частицы черного металла способствуют протеканию электрохимической коррозии. В таких случаях применяют очистку с помощью косточковой крошки, которая представляет мелкораздробленную скорлупу фруктовых косточек (отходы предприятий по переработке фруктов), обладающую меньшей прочностью, чем предыдущие очищающие среды, тем самым не повреждает поверхности деталей. Наиболее производительным способом обработки является дробеметная очистка, при которой дробь под действием центробежной силы, образующийся при вращении турбинного колеса с лопатками, непрерывно подается на изделие. Дробеметная очистка значительно производительнее и экономичнее пескоструйной.

Хотя приведенные способы эффективны при очистке среднесвязанных и сильносвязанных загрязнений, они обладают существенными недостатками; значительную стоимость обработки, особенно при ручной очистке; малую производительность; наклёп обрабатываемой поверхности, требуют постоянную сортировку и калибровку очищающих сред, оборудование материалоемкое и недолговечное из-за постоянного воздействия на рабочие органы абразивной среды. Кроме того, обслуживающий персонал при работе на установках нуждается в защите органов дыхания и зрения от образующейся пылевидной среды, поэтому эти способы в настоящее время запрещены ГОСТом для открытых площадок [2].

Используя водные очищающие среды, механический фактор достигается за счет возникновения нормальных и касательных напряжений, которые воздействуют на частицы загрязнения, разрушая тем самым адгезионные силы сцепления их с поверхностью машин.

Наилучшее качество очистки поверхности при использовании водных сред может быть достигнуто при достаточной равномерности распределения капелек воды, реагента, частиц абразива и т.д., на поверхности пятна контакта. Чем выше равномерность, тем равномернее и качественнее будет происходить очистка [3].

В зависимости от наличия в смеси различного очищающего материала существующие способы разделяют на группы: гидроабразивная очистка и струйная очистка с использованием энергии гидравлического удара.

Гидроабразивная очистка успешно применяется для удаления нагара, продуктов коррозии, лаков, красок и других сильносвязанных загрязнений с поверхности машин, узлов, агрегатов и деталей. При этом способе на загрязненную поверхность воздействует струя воды с абразивом под давлением не более 1,0 МПа, в качестве которого возможно применение: кварцевого песка, окись алюминия, частиц сухого льда, карбида бора и кремния с размером частиц 0,8-1,0 мм. Основным энергоносителем является сжатый воздух, который увлекает абразивную жидкость и с большой скоростью выбрасывает на загрязненную поверхность.

Этот способ имеет ряд недостатков: низкое КПД установок, из-за расхода энергии сжатого воздуха на подачу абразивной струи к струйному аппарату; ограничение концентрации абразива, во избежание образования пробок в трубопроводах, усложнение конструкций установок.

Физико-химический способ очистки машин, их узлов и деталей при подготовке их к покраске заключается в воздействии на загрязнение активных очищающих сред, к которым относятся водные растворы щелочных солей, кислот или синтетических моющих средств, органических растворителей и эмульсионные препараты. Этот способ применяют в струйных моечных машинах или в выварочных ваннах.

В ремонтном производстве наиболее часто в процессе очистки не достигается определенного качества поверхности необходимого для наложения лакокрасочного покрытия, это связано с тем, что на поверхности очищенной детали наблюдаются остаточные загрязнения в виде жировых пленок или жировых отложений включающих в себя полировальные составы, графитовые и другие консервационные смазки, пот, соли, остающиеся на поверхности после очистки. Присутствие на поверхности изделия загрязнений органического происхождения снижает, а иногда и полностью исключает возможность образования адгезионных связей между окрашиваемой поверхностью и покрытием. Некоторые из них могут вызывать подпленочную коррозию металла. При нанесении лакокрасочных материалов на хорошо очищенную поверхность капля материала смачивает окрашиваемую поверхность и растекается по ней. В связи с этим в ремонтном производстве наиболее часто перед окраской поверхности деталей обезжиривают щелочными растворами, органическими растворителями, высокотемпературным паром, кислотными составами, эмульсионными препаратами и многокомпонентными растворителями. [4] После этого очищенное изделие промывают водой.

В качестве щелочных растворов при обезжиривании используют водные растворы синтетических моющих средств МЛ-51, МЛ-52, МС-6, МС-8, МС-15, МС-17, Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-203, КМ-1 и Темп-100. Обезжиривание проводят в моечных машинах или агрегатах для подготовки поверхности при 70-90°C в течении 5-20 мин, удлинение времени свыше 20 мин не целесообразно и неэкономично. Эти растворы пожаро и взрывобезопасны, а также нетоксичны. Но наряду с этим они имеют высокую стоимость, а моечные машины и агрегаты в которых они используются, несут большие энергозатраты.

За последние годы в машиностроении получил широкое распространение способ струйного обезжиривания. При струйной обработке постоянный подвод свежего раствора к очищаемой поверхности и механическое воздействие струи значительно ускоряют удаление и эмульгирование загрязнений. Поэтому небольшие добавки ПАВ при струйном обезжиривании оказываются гораздо эффективнее, чем повышенные концентрации этих веществ, в стационарных ваннах.

Из органических растворителей для обезжиривания применяют бензин и уайт-спирит. С помощью них поверхности изделий протирают ветошью или промывают в ваннах. Однако использование бензина и уайт-спирита небезопасно, так как они горючи, взрывоопасны и токсичны.

Более целесообразны для обезжиривания не горючие и невзрывоопасные хлорированные углеводороды. Хлорированные углеводороды при очистке поверхности металлов играют особенно важную роль. За рубежом в частности в США, имеется опыт работы с этими растворителями. Наибольшее применение получили следующие растворители: трихлорэтилен, перхлорэтилен, метилхлорид, четырёххлористый углерод, хладон-113, хладон-30, хорошо растворяющие жировые загрязнения. Однако к их недостатку относят токсичность паров, поэтому обезжиривание хлорированными углеводородами возможно только на оборудовании, обеспечивающем безопасность обслуживающего персонала. Но это оборудование имеет сложную конструкцию и нетехнологично в изготовлении.

При обезжиривании металлических поверхностей органическими растворителями различают; холодное обезжиривание и обезжиривание в парах растворителя (пароструйное обезжиривание).

При холодном обезжиривании изделия из металла обычно погружаются в специальную ванну, заполненную растворителем, или протирают ветошью, смоченной растворителем, реже обрабатывают в струе. Несмотря на то, что по сравнению с обезжириванием в парах растворителя при холодном обезжиривании эффективность значительно ниже, а расход растворителя выше, этот метод используется довольно широко. Технологические режимы обезжиривания растворителями приведены в табл. (1)

Обезжиривание в парах растворителя является современным методом удаления смазок, жиров, масел, парафинов, смол и т.п. с любых поверхностей металлов и непористых металлов.

Сущность пароструйного способа обезжиривания заключается в воздействии на очищаемую поверхность пароводяной струи при темпера-

туре 60...95°C и давлении 0,8...2 МПа. Для повышения эффективности в воду добавляют моющие средства. Такое обезжиривание проводят с помощью машин ОМ-5359, ОМ-5360, ОМ-2216, ОМ-3360А. Основным недостатком данного способа являются большие энергозатраты на нагревание воды и перехода её в пар.

Кислотные составы в зависимости от основного компонента делятся на два вида:

- органические кислоты (уксусная, щавелевая, олеиновая, лимонная и сульфокислоты).
- неорганические кислоты (азотная, серная, соляная и фосфорная).

Таблица 1 - Технологические режимы обезжиривания растворителями

Наименование растворителя	Температура, К	Давление жидкости, МПа	Продолжительность обработки, мин		
			Погружением	Распылением	В парах растворителя
Трихлорэтилен	303	0,05 — 0,03	—	1-2	—
Хладон-113	293-298	—	1-5	—	—
Хладон-30	293-298	0,5 — 0,3	1-5	—	—
Тетрахлорэтилен	383	—	—	—	2-3

Основным недостатком кислот является их концентрация, понижающая стойкость к коррозии поверхности металла после обработки, а так же кислотные составы оказывают вредное воздействие на организм работающего при подготовительных работах.

Многокомпонентные растворители применяют для очистки объектов, имеющих сложный и разнообразный состав загрязнения. Наибольшее распространение получили состав РДВ (разбавитель), смывки СД и АФТ-1.

Обезжиривание органическими растворителями, особенно с применением пара, происходит быстро, причем изделия, выходящие из установки, оказываются сухими. Однако если в процессе очистки необходимо удалять не только масло, но и твердые частицы находящиеся на поверхности (металлическую пыль, полировальные пасты и др.), то проводится дополнительная очистка в водном моющем растворе. Для более эффективной очистки применяют комбинацию органических растворителей и водных моющих растворов, называемых эмульсией.

Эмульсионные обезжиривающие составы обладают высокой растворяющей, смачивающей и эмульгирующей способностью, что позволяет качественно и полностью очищать поверхности. Преимуществом ме-

тогда является безопасностью работы с этими составами, содержащими до 90% воды, так как они не токсичны и пожаро- и взрывобезопасны.

Как мы видим, разновидность методов очистки и обезжиривания при подготовке под покраску велика. Однако, большинство из них далеко не безобидны, что связано с применением токсичных, концентрированных пожаро- и взрывоопасных веществ, которые с трудом разлагаются на почве и воде водоёмов, рек, обладают способностью накапливаться в тканях организмов растительного и животного происхождения, нередко и сами средства, смешиваясь с загрязнениями, активно участвуют в нарушении экологического баланса в природе. А устройства осуществляющие данные методы и способы, за исключением струйных методов очистки и обезжиривания в большинстве своем не экономичны, нематериалоемки и дороги в эксплуатации.

В этой связи, важное значение уделяется поиску новых методов и средств очистки и обезжиривания, которые устраняли бы все перечисленные недостатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий: Учебник для ВУЗов. – Л. Химия, 1989. – 384 с.: ил.
2. Бодров А.С. Лакокрасочные материалы, применяемые для окраски кузовов автомобилей [Текст]// А.С. Бодров// Известия ОрёлГТУ. Транспорт и строительство, 2004г, №3-4. С. 117-120.
3. Лакокрасочные покрытия. Технология и оборудование: Справочник. М.: Химия, 1992. 415 с.
4. А.С. Бодров. Технология ремонтного окрашивания сельскохозяйственных машин порошковыми красками. Дисс. канд. техн. наук. Москва. 2007.

Недолужко В.В. асп.

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
тел. (4862) 73-43-50; e-mail: Vnedoluzhko@yandex.ru

М.П. СТРАТУЛАТ

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ ХРОМЕ

Изучены закономерности распределения остаточных напряжений первого рода по толщине электролитического хрома. Установлено, что наибольшие остаточные напряжения возникают в первоначальных слоях покрытий и резко уменьшаются с ростом последних.

Остаточные – это такие напряжения, которые возникают и остаются в деталях и конструкциях при отсутствии внешнего воздействия (силового или температурного) в процессе их изготовления или восстановления [1,2].

По И.А. Биргеру [1] различают два вида остаточных напряжений – макро-(первого рода) и микро-(второго рода) напряжения. В настоящее время оценить влияние на прочностные и эксплуатационные характеристики деталей наиболее достоверно можно лишь остаточными макронапряжениями, т.е. напряжениями первого рода. В связи с чем они и представляют наибольший интерес. Остаточные напряжения растяжения первого рода, всегда имеющиеся в электролитических хромовых покрытиях, отрицательно влияют на выносливость восстановленных деталей, ухудшают сцепление покрытий с подложкой, вызывают растрескивание осадков, оказывают в определенной степени влияние на твердость и износостойкость. Однако их роль окончательно не выяснена.

Существуют различные точки зрения на причины возникновения остаточных напряжений [3...5]. По данным С.А. Снейвли [3], причиной возникновения остаточных напряжений растяжения первого рода в электролитическом хроме являются объемные изменения, происходящие при превращении метастабильной гексагональной фазы (гидрида хрома) в стабильную кубическую.

Анализируя результаты экспериментальных исследований осадков различных металлов, А.Т. Ваграмян и Ю.С. Петрова [4] пришли к выводу о том, что остаточные напряжения в осадках могут возникать в результате действия различных факторов и проявляются через различные механизмы. Эти факторы следующие:

- изменение параметра кристаллической решетки металла;
- изменение расстояния между кристаллами в процессе осаждения;
- укрупнение кристаллов металла покрытия за счет слияния мелких кристаллов;
- образование химических соединений с различными примесями.

- образование химических соединений с различными примесями.

В каждом конкретном случае электроосаждения доминирующим может быть один или несколько указанных факторов, которые определяют величину и знак остаточных напряжений.

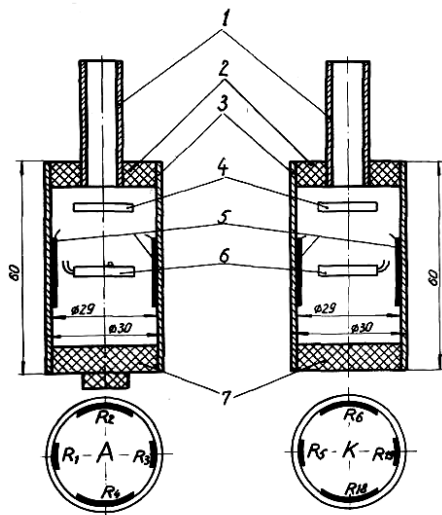
М.Я. Поперека [5] предложил дислокационно-сорбционную модель возникновения остаточных напряжений с попыткой математической проверки её достоверности, которая широкого научного признания не получила.

Обобщая взгляды различных исследователей на природу остаточных напряжений, можно констатировать, что большинство из них связывают возникновения остаточных напряжений растяжения в хромовых покрытиях с выделением на катоде водорода, его взаимодействием с металлом осадка и образованием гидридов. Последние, являясь нестабильной фазой, превращаются в стабильную модификацию хрома с кубической объемно-центрированной кристаллической решеткой, имеющей более высокую плотность по сравнению с гидридными фазами [6].

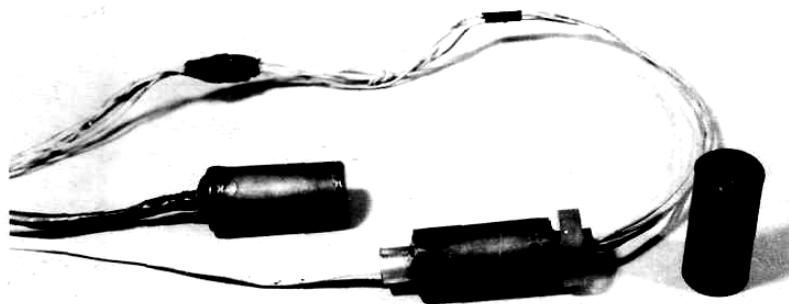
Существует ряд методов измерения остаточных напряжений в электролитических осадках [2,5]. Приведенный в работе [2] обзор и анализ методов определения и классификации остаточных напряжений, позволяют делать вывод о том, что для определения остаточных макронапряжений (напряжений первого рода) в электролитических покрытиях с достаточной степенью достоверности могут быть использованы механические методы, один из которых нами был использован.

Принимая во внимание необходимость осаждения хрома как в стационарной ванне, так и вне ванны (возвратно-струйным способом), для определения остаточных напряжений использована специальная методика [2]. Образцы (полые цилиндры) наращивались по наружной поверхности (рис.1). в процессе нанесения покрытий с помощью тензодатчиков, наклеенных на внутреннюю поверхность цилиндров, производили замер тангенциальной и осевой деформации. Основными элементами данного прибора (рис.1) являются цилиндр-катод А и компенсационный цилиндр К. Рабочий и компенсационный цилиндры, одинаковые по геометрическим параметрам, изготавливали из нормализованной стали 45 с последующим отжигом в вакуумной печи при температуре 600°C для снятия всех напряжений. В процессе электроосаждения хрома цилиндр-катод и компенсационный цилиндр помещались в электролитическую ванну. При вневанном хромировании рабочий цилиндр монтировали в специальную электролитическую ячейку. Для поддержания одинаковых температурных режимов рабочего и компенсационного цилиндров последний помещался в резервуар с рабочим электролитом.

Все тензодатчики включались в общую электросхему (рис.2). В процессе электролиза показания автоматического электронного измерителя деформаций АИ-1 фиксировались через каждую минуту до толщины осадка 15...20 мкм, а последующие показания записывались через 5 минут.



а)



б)

Рисунок 1 – а) Схема оснастки для определения остаточных напряжений в электролитическом хроме: 1-выводная центрирующая трубка; 2-пробка; 3-образец – цилиндр; 4-колодка крепления проводников; 5-осевые тензодатчики; 6-окружные тензодатчики; 7-центрирующая пробка; А-рабочий цилиндр; К - компенсационный цилиндр.

б) Общий вид оснастки.

По замерам тангенциальной и осевой деформаций строили графики $\delta=f(r)$ и $\lambda=\varphi(r)$, (где δ и λ – тангенциальная и осевая деформации соответственно), а по полученным деформационным кривым и расчетным зависимостям, приведенным в работе [2], рассчитывались две составляющие напряженного состояния покрытия по толщине:

$$\sigma_T(r) = -\frac{E}{1-\mu^2} \left[\frac{r^2 - R^2}{2r} \frac{d\Theta}{dr}(r) - \frac{r^2 + R^2}{2r^2} (\Theta(r_k) - \Theta(r)) \right], \text{ МПа}$$

$$\sigma_L(r) = -\frac{E}{1-\mu^2} \left[\frac{r^2 - R^2}{2r} \frac{d\Lambda}{dr}(r) - (\Lambda(r_k) - \Lambda(r)) \right], \text{ МПа}$$

где $\sigma_T(r)$ – тангенциальные остаточные напряжения;

$\sigma_L(r)$ – осевые остаточные напряжения;

E – модуль упругости, МПа;

μ – коэффициент Пуассона;

r – переменный внешний радиус наращивания образца, мм;

R – внутренний радиус цилиндра, мм;

$\Theta(r)$ – относительная тангенциальная деформация;

$\Theta(r_k)$ – конечная относительная тангенциальная деформация;

ция;

$\Lambda(r)$ – относительная осевая деформация;

$\Lambda(r_k)$ – конечная относительная осевая деформация.

Хромовые покрытия осаждались в холодном саморегулирующемся электролите состава (в г/л):

хромовый ангидрид – 400;

серноокислый кобальт – 20;

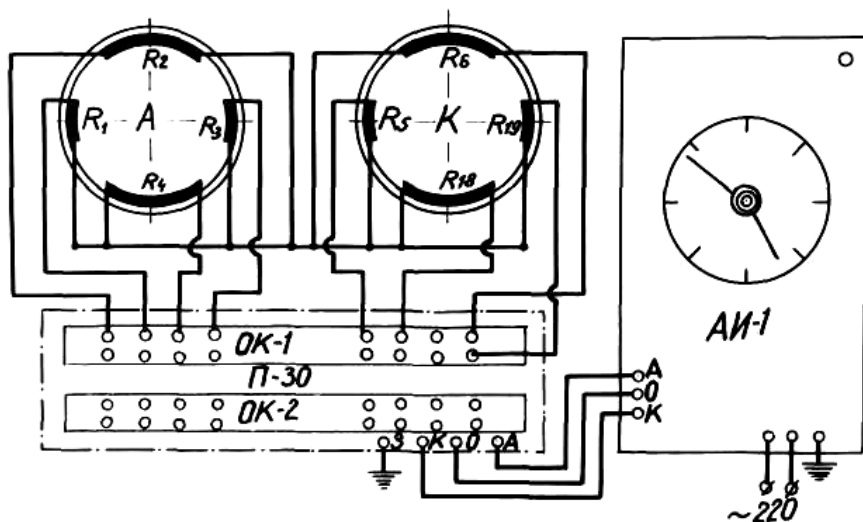
углекислый кальций – 60;

температура электролита - 20°С.

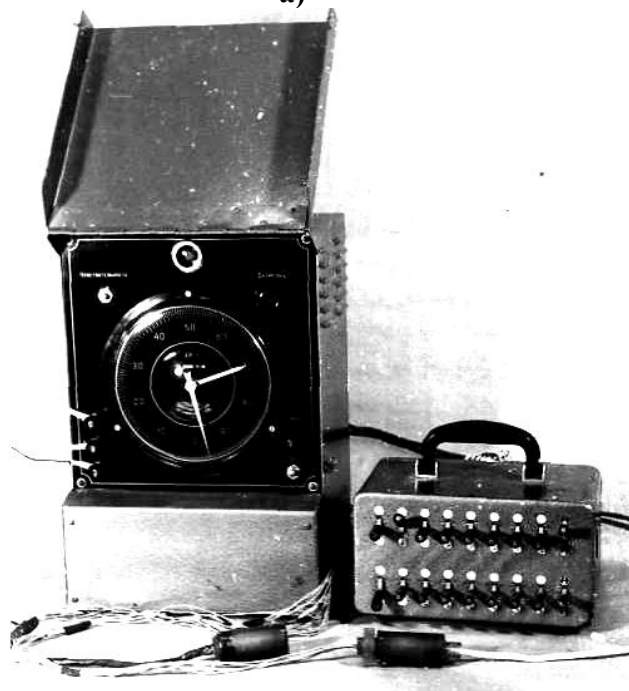
Плотность катодного тока варьировалась в пределах 60...165А/дм².

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что наиболее высокие остаточные напряжения растяжения 1-го рода возникают в самых первых слоях электролитических осадков (рис.3). По мере наращивания покрытия величина остаточных напряжений резко снижается и стабилизируется при толщинах 10...20 мкм. Дальнейший рост толщины покрытия приводит к незначительному росту остаточных напряжений при всех исследуемых плотностях катодного тока. Более существенный рост остаточных напряжений при толщинах покрытий свыше 20 мкм наблюдается при повышении плотности катодного тока, причем наибольший прирост напряжений наблюдается в покрытиях, полученных при повышенных плотностях катодного тока. Аналогичная закономерность наблюдается при исследовании микроискажений (напряжений 2-го рода)[7].

Сложный характер изменения остаточных напряжений по толщине покрытия следует увязывать, по нашему мнению, с механизмом электрокристаллизации хрома и участием водорода в этом механизме. Если считать гипотезу возникновения остаточных напряжений в электролитическом хrome как достоверный результат образования неустойчивых гидридов и сжатия решетки, которым сопровождается превращение гексагонального гидрида в хром с решеткой объемноцентрированного куба, то логично объясняются полученные нами результаты.



а)



б)

Рисунок 2 – а) Электрическая схема установки для замера деформаций при определении остаточных напряжений в хромовых покрытиях: АИ-1 – автоматический электронный измеритель деформаций, П-30 – тридцатиточечный переключатель с объединёнными колодками (ОК) 1и2, А – рабочий цилиндр, К компенсационный цилиндр, R1 и R3 – активные датчики (осевые), R2 и R4 - активные датчики (окружные), R18 и R19 – компенсационные датчики (окружной и осевой соответственно), R5 и R6 – датчики проверки нуля (осевой и окружной соответственно);

б) Общий вид установки.

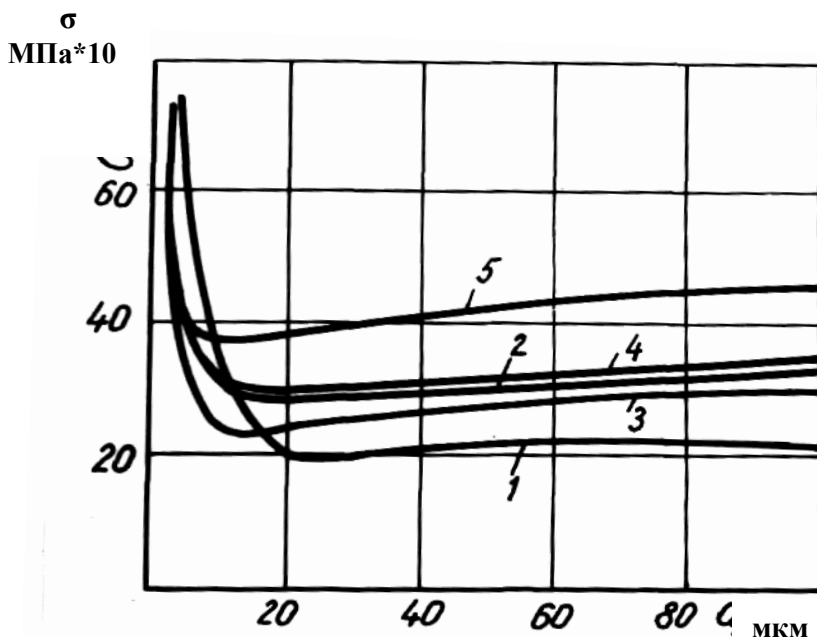


Рисунок 3 – Распределение остаточных напряжений по толщине хромовых покрытий, полученных при плотностях катодного тока (A/dm^2): 1-60; 2-90; 3-120; 4-150; 5-165.

В начальный момент электроосаждения на поверхности катода с сильно деформированной кристаллической структурой происходит разряд ионов хрома и огромного количества водорода, образуя фазу внедрения в процессе кристаллизации хрома при неравновесных условиях (электрокристаллизации из водного раствора). Такой фазой может быть гексагональный гидрид. Он обладает меньшей поверхностной энергией лишь при высокой степени дисперсности структуры. По мере роста зародившихся кристаллов гексагональная фаза становится неустойчивой и превращается в кубическую объемноцентрированную, а выделяющийся водород быстро поглощается деформированной подложкой. Этот процесс продолжается и далее, но по мере роста толщины осадка хрома проникновение водорода в глубь подложки все более затрудняется. Этот период процесса электроосаждения отличается тем, что на поверхности подложки – катода формируется слой хрома практически полностью объемноцентрированной устойчивой фазы с сильно деформированной кристаллической решеткой из-за ее сопряжения с решеткой железа на поверхности раздела между покрытием и подложкой [6]. Высокие остаточные напряжения в этом слое обусловлены также фазовыми превращениями. Этот первоначальный слой хрома характеризуется бестрещиноватой структурой. По данным авторов [6] растрескивание начинается при толщине осадков 0,25...0,5 мкм (250...500 нм). Дальнейший рост толщины покры-

тий приводит к меньшему проникновению водорода в подложку, большому скоплению атомарного и, возможно, частично ионизированного водорода на кристаллических гранях растущего осадка, что делает гексагональную фазу более устойчивой при пониженной дисперсности кристаллов, снижает работу образования кристаллической решетки хрома. Таким образом, с ростом толщины осадок хрома содержит все большее количество гидридной неустойчивой фазы. Превращение гексагональной структуры хрома в объемноцентрированную кубическую сопровождается возникновением напряжений растяжения, вызывающих растрескивание покрытия и снижение остаточных напряжений. В результате описанных явлений с ростом толщины покрытий величина остаточных напряжений резко уменьшается и увеличивается интенсивность трещинообразования. Поскольку по мере наращивания покрытия первичные трещины закрываются новым слоем металла, то наступает момент, когда количество образующихся трещин соответствует количеству “залеченных” трещин и остаточные напряжения стабилизируются на определенном уровне в зависимости от плотности тока, слегка увеличиваясь с ростом последней (рис.3).

Описанный гипотетический механизм возникновения остаточных напряжений растяжения 1-го рода в электролитическом хроме косвенно подтверждается фотографией поперечного микрошлифа, выполненной с образца, покрытого электролитическим хромом при очень неблагоприятных условиях (сильная пульсация тока, невысокая температура). Как показали исследования ряда авторов [6], хромовые осадки, полученные при комнатной температуре электролита с применением сильно пульсирующего тока, состоят преимущественно из гидридов. При нагреве до 100°С и выше гидриды хрома интенсивно (в течение 20...30 мин) распадаются. Этот распад, как показали наши исследования, сопровождается обильным выделением водорода, существенным изменением структуры и физико-механических свойств. Как видно на фотографии (рис.4), превращение фаз при нагреве хрома приводит к образованию густой сетки трещин по всей его толщине, за исключением тонкого слоя у самой поверхности подложки, который не подвергся изменениям, в нем не видны трещины (при принятом увеличении). Этот слой хрома, как мы предполагаем, изначально приобрел устойчивую кристаллическую объемноцентрированную кубическую структуру с высокими прочностными характеристиками. В силу чего этот слой выдерживает без разрушения большие остаточные напряжения растяжения.

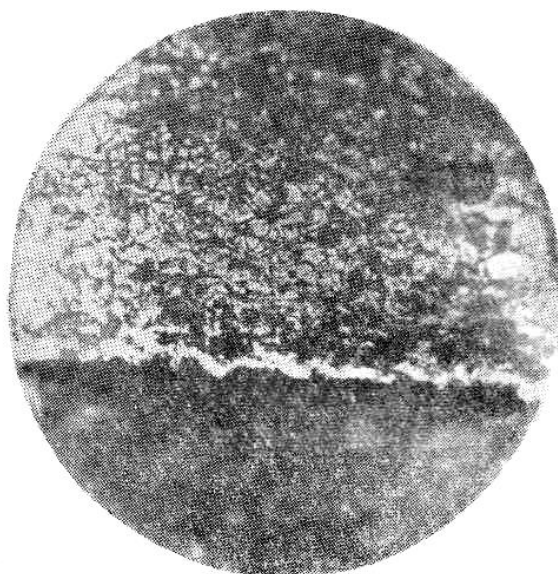


Рисунок 4 – Фотографии поперечных шлифов хромовых покрытий, полученных на сильно пульсирующем токе с последующим нагревом. х 600.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биргер, И.А. Остаточные напряжения/И.А. Биргер. – М.: Машгиз, 1963. – 257с.
2. Дехтярь, Л.И. определение остаточных напряжений в покрытиях и биметаллах/Л.И. Дехтярь. – Кишинев: изд. “Карта молдовеняскэ”, 1968. – 173с.
3. Snaveley, C.A. Trans.Electrochem.Soc. – 1948.v.92,p.357 – 362.
4. Ваграмян, А.Т. Физико-механические свойства электролитических осадков/А.Т. Ваграмян, Ю.С. Петрова. – М.: изд. АН СССР, 1960. – 185с.
5. Поперека, М.Я. Внутренние напряжения электролитически осаждаемых металлов/М.Я. Поперека. – Новосибирск, 1966. – 268с.
6. Салли, А. Хром/А. Салли, Э. Брэндз (пер. с англ.). – М.: изд. “Металлургия”, 1971. – 358с.
7. Стратулат, М.П. О некоторой зависимости дефектов субструктуры и микротвердости электролитических хромовых покрытий от величины пульсации выпрямленного тока/М.П. Стратулат//Известия ОрелГТУ, серия “Строительство. Транспорт”. – 2005. - № 3 – 4 (7 – 8). – С.121 – 123.

Стратулат М.П. Канд. техн. наук, проф.

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
тел.(4862) 73-29-94, e-mail: smrostu@mail.ru

УДК:629.3(076)

Н.Н. ЯКУНИН, Д.А. ДРЮЧИН, С.Н. ЯКУНИН

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТАКСОМОТОРНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ПАРКА

Эффективность практически любого вида коммерческой деятельности, в том числе и таксомоторных перевозок, зависит от соотношения доходной и расходной части бюджета предприятия. Очевидно, что повышение эффективности происходит при увеличении доходной составляющей, или при снижении затрат. Одним из важнейших факторов, определяющих, как величину эксплуатационных затрат, так и доход от перевозок, является структура парка эксплуатируемых автомобилей. Структура определяется модельным рядом, возрастом и фактической наработкой транспортных средств. При этом, от выбора модели и возраста эксплуатируемых автомобилей зависит конкурентоспособность предприятия на рынке перевозочных услуг.

Анализ факторов, характеризующих эксплуатационный цикл легковых автомобилей, позволил выделить два показателя, оказывающих наибольшее влияние на формирование модельного ряда: это удельные затраты на выполнение единицы транспортной работы и условный показатель, характеризующий соотношение цены и качества автомобиля. Использование данных факторов в качестве параметров оптимизации позволит в значительной степени сократить эксплуатационные затраты при максимально возможном качестве транспортной деятельности.

Общие суммарные затраты за эксплуатационный цикл (Z_{Σ}) можно представить следующей зависимостью:

$$Z_{\Sigma} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{экс}} - D_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{пр}}$ – затраты на приобретение автомобиля;

$Z_{\text{экс}}$ – затраты на эксплуатацию автомобиля;

$D_{\text{пр}}$ – доход от продажи автомобиля.

Стоимость одного километра пробега в общем виде может быть определена по формуле:

$$q = Z_{\Sigma} / L_{\text{ава}}, \quad (2)$$

где $L_{\text{ава}}$ – общий пробег за период использования автомобиля на предприятии.

Детальный анализ выражения 2 позволил вывести формулу для определения стоимости одного километра пробега:

$$q = (C_H \cdot e^{-(a \cdot T_{\text{приобр}} + b \cdot L_{\text{приобр}})} \cdot [1 - e^{-\Delta T(a+b \cdot L_{200})}] + Z_{\text{норм.200}} \cdot \Delta T + \sum_{i=1}^n \frac{(Z_{\text{ТО}i} \cdot L_{200} \cdot \Delta T)}{L_{\text{ТО}i}} + Z_{\text{рем.АВА}} + N_{\text{РТ}} \cdot L_{200} \cdot \Delta T) / (L_{200} \cdot \Delta T), \quad (3)$$

где C_n – стоимость нового автомобиля, руб.;

$T_{\text{приобр.}}$ - возраста автомобиля с начала эксплуатации на момент приобретения, лет;

$L_{\text{приобр.}}$ - пробег автомобиля на момент приобретения, км.;

ΔT – продолжительность эксплуатации автомобиля у одного владельца, лет;

$L_{\text{год.}}$ – годовой пробег автомобиля, км.;

a и b – параметрические коэффициенты, зависящие от вида транспортного средства;

$Z_{\text{пост.год}}$ – постоянные годовые затраты (дорожный налог, затраты на тех. осмотр, страхование и т.д.);

L_{toi} – периодичность проведения технического обслуживания i -го вида, км.;

Z_{toi} – затраты на проведение технического обслуживания i -го вида, руб.;

n - количество видов профилактических воздействий.

$Z_{\text{рем.АВА}}$ - затраты на ремонт автомобиля за период его эксплуатации на предприятии, руб.;

$N_{\text{рт}}$ – норма расхода топлива автомобилем, л/км.

Для параметрической оценки качества нового автомобиля может быть использован относительный показатель конструкторско-технологического качества ($P_{\text{окт}}$), который определяется как частное от деления значения комплексного показателя качества нового транспортного средства $P_{\text{кт}}$ и стоимости нового автомобиля C_n .

$$P_{\text{окт}} = P_{\text{кт}} / C_n, \quad (4)$$

Комплексный показатель качества автомобиля $P_{\text{кт}}$, может быть определен по величине суммарных затрат на устранение конструктивных и технологических недостатков изделия, а так же затрат на поддержание его в исправном состоянии за время с момента начала эксплуатации автомобиля t_0 до момента её завершения t_3 в рамках предприятия.

$$P_{\text{кт}} = \int_{t_0}^{t_3} Z_{\text{ТО,Р}} dt, \quad (5)$$

За время эксплуатации комплексный показатель качества нового транспортного средства $P_{\text{кт}}$ уменьшается на величину $\Delta P_{\text{кт}}$:

$$P_3 = P_{\text{кт}} - \Delta P_{\text{кт}}, \quad (6)$$

Как следствие, цена автомобиля, бывшего в эксплуатации C_3 , уменьшается по сравнению с ценой нового автомобиля C_n на величину ΔC :

$$C_3 = C_n - \Delta C, \quad (7)$$

При этом параметр P_3 , отражающий качество автомобиля во время эксплуатации, будет иметь значения, отличающиеся от значения параметра $P_{\text{кт}}$ нового автомобиля, и выражаться по обобщенной зависимости, аналогичной зависимости (5):

$$P_{\text{Э}} = \int_{t_1}^{t_2} z_{TO,P} dt, \quad (8)$$

где t_1 – наработка, при которой начата эксплуатация автомобиля на предприятии.

Относительный показатель эксплуатационного качества автомобиля $P_{OЭ}$ может выражаться как отношение значений параметра $P_{\text{Э}}$ и цены автомобиля, бывшего в эксплуатации $C_{\text{Э}}$.

$$P_{OЭ} = P_{\text{Э}} / C_{\text{Э}}, \quad (9)$$

Или

$$P_{OЭ} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} z_{TO,P} dt}{(C_H - \Delta C)}, \quad (10)$$

Полученная зависимость является наиболее общим случаем и может быть применена как для оценки конструкторско-технологического качества нового автомобиля (при $t_1=t_0$), для которого $\Delta C=0$, так и находящегося в эксплуатации.

Очевидно, что конструкторско-технологическое качество выше у того автомобиля, для которого значение параметра $P_{OЭ}$ будет наименьшее. При этом важным является ограничение цены нового автомобиля, которая в расчёте на массового потребителя не должна значительно превышать среднюю цену новых автомобилей аналогичного класса.

$$\begin{cases} P_{OЭ} \rightarrow \min, \\ C_H \approx C_{H.CP} + \Delta C_{H.CP} \end{cases}, \quad (11)$$

Система (11) является целевой функцией и имеет вполне логичное обоснование. Второе условие системы указывает на примерное равенство значений знаменателя в выражении 10. В этом случае, очевидно, что тот автомобиль будет иметь сравнительно высокое качество, который потребует меньше средств на поддержание его в работоспособном состоянии.

Таким образом, в качестве технико-экономических показателей, используемых для сравнительной оценки автомобилей при приобретении, может использоваться показатель затрат на один километр пробега автомобиля q . При этом автомобиль, имеющий наименьшее значение этого показателя, имеет преимущественную аргументацию при выборе. В случае равенства значений этих показателей для выбираемых автомобилей необходимо обратиться ко второму этапу сравнения – оценке значений относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля. Изложенное позволяет сделать заключение о достаточном наборе обоснованных критериев, которые могут быть использованы при оценке технико-экономических показателей автомобилей, эксплуатируемых в качестве городских такси.

Разработанные показатели могут явиться основой при формировании модельного ряда и возрастной структуры парка пассажирского пред-

приятая, выполняющего таксомоторные перевозки.

Для проведения дальнейших экспериментальных исследований были выбраны две модели автомобилей: ВАЗ-2110 (двигатель ВАЗ-21083, рабочий объём 1500 см³, мощность 80 л.с.) и ГАЗ-3110 (двигатель ЗМЗ-402, рабочий объём 2300 см³, мощность 90 л.с.).

Для определения стоимости одного километра пробега были составлены зависимости затрат на приобретение транспортных средств, дохода от последующей их продажи, а так же затрат на проведение технического обслуживания и ремонта транспортных средств от возраста автомобиля. Эти зависимости представлены в виде графиков на рисунках 1, 2, 3 и 4.

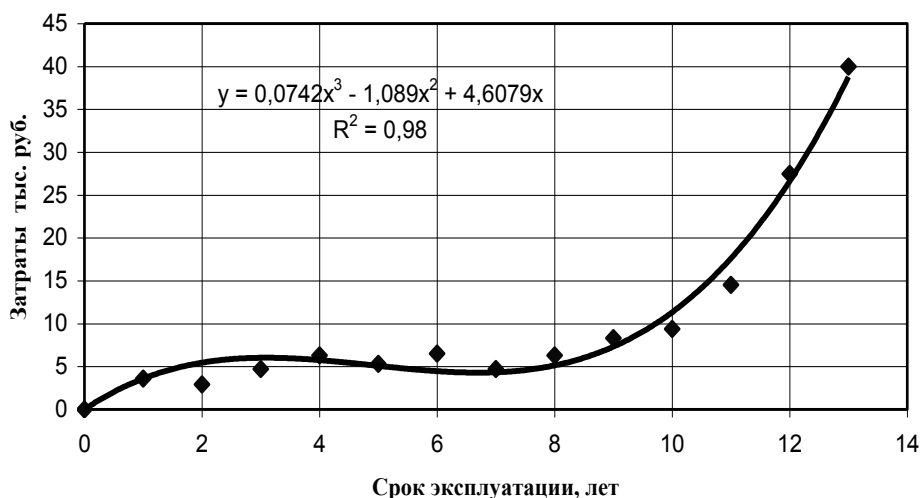


Рисунок 1 - Зависимость затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобиля ВАЗ-2110 от срока эксплуатации

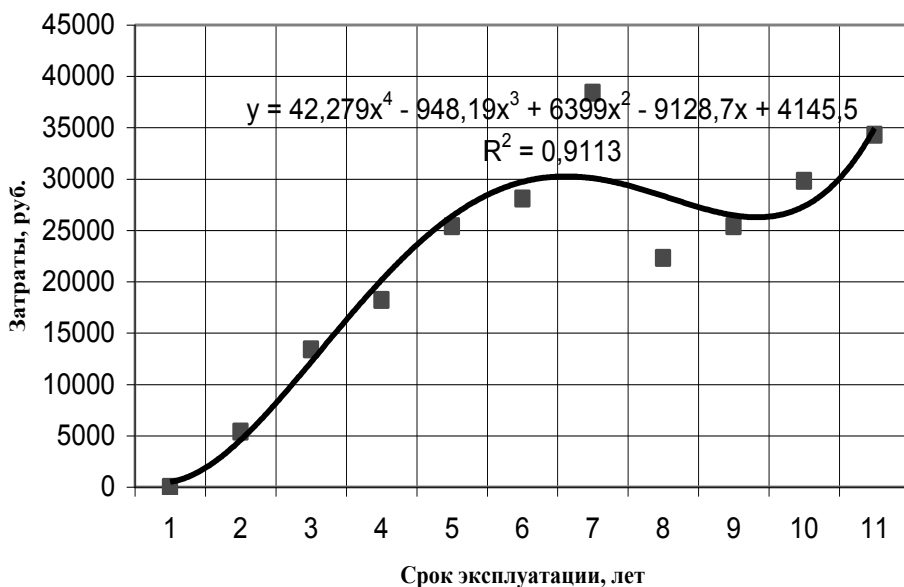


Рисунок 2 - Зависимость затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобиля ГАЗ-3110 от срока эксплуатации

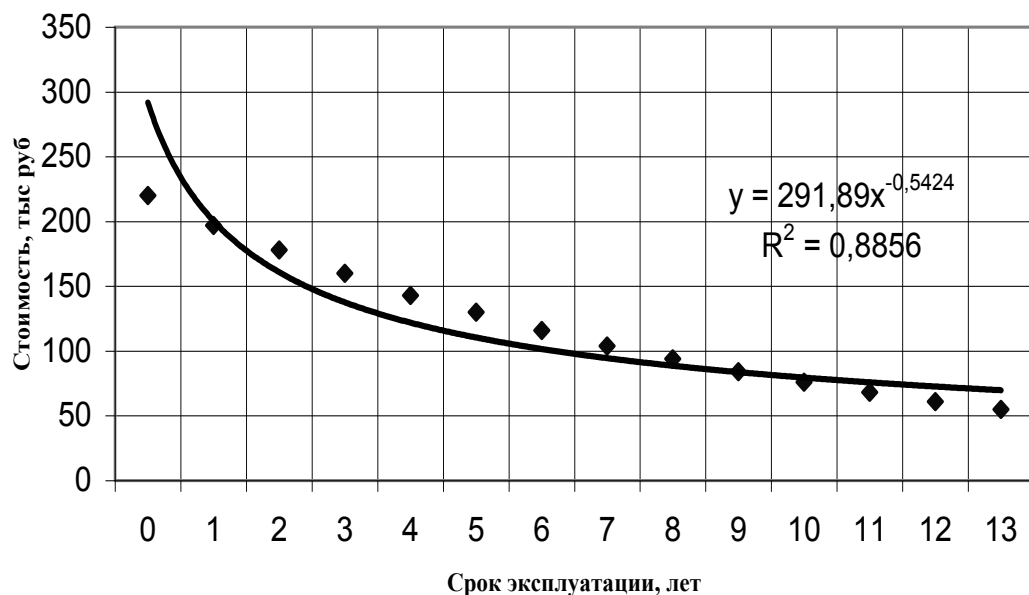


Рисунок 3 - Изменение стоимости автомобиля ВАЗ-2110 от срока эксплуатации

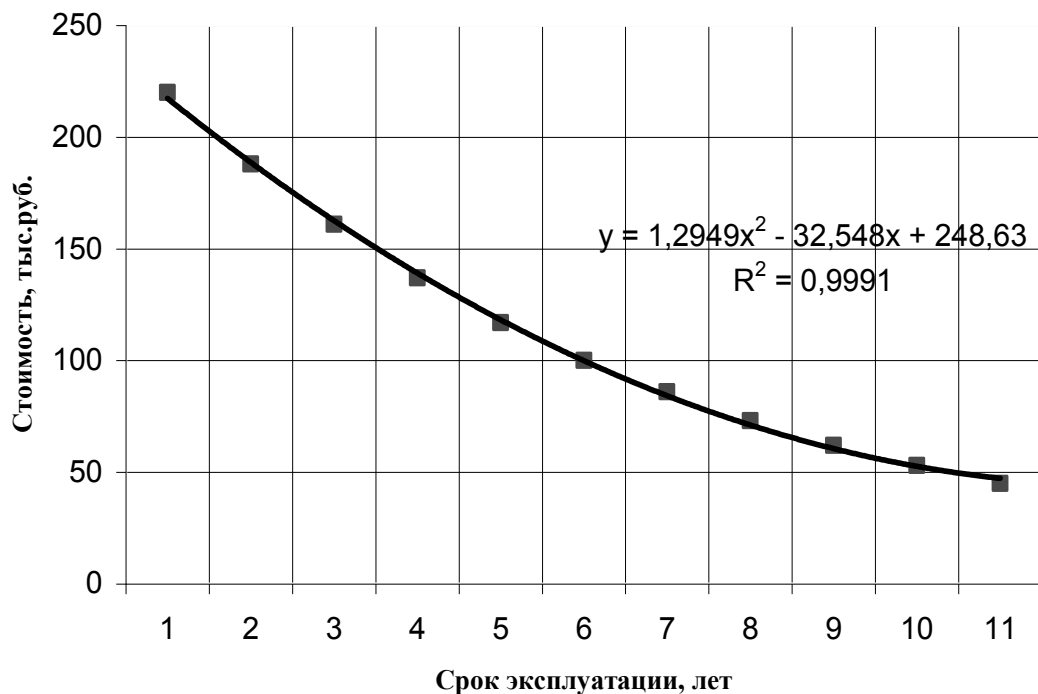


Рисунок 4 - Изменение стоимости автомобиля ГАЗ-3110 от срока эксплуатации

По описанной выше методике определена стоимость одного километра пробега для исследуемых моделей автомобилей, результаты моделирования, представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Сводная таблица результатов моделирования стоимости одного километра пробега автомобиля ВАЗ-2110 (отношения фактических значений к наименьшему)

Период эксплуатации автомобиля одним владельцем, лет	Средний годовой пробег, тыс. км	Возраст автомобиля, лет									
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
1	25	1,531	1,432	1,371	1,314	1,197	1,15	1,167	1,209	1,047	1,058
	50	1,278	1,216	1,094	1,142	1,02	1,061	1=1,90 2руб/км	1,098	1,052	1,111
	75	1,198	1,094	1,077	1,014	1,026	1,058	1,103	н.д.	н.д.	н.д.
	100	1,157	1,077	1,021	1,037	1,072	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
2	25	1,556		1,337		1,183		1,188		1,041	
	50	1,257		1,12		1,036		1,046		1,078	
	75	1,141		1,046		1,046		1,151		н.д.	
	100	1,104		1,057		н.д.		н.д.		н.д.	
3	25	1,446			1,22			1,141			н.д.
	50	1,193			1,073			1,046			н.д.
	75	1,125			1,03			н.д.			н.д.
	100	1,073			н.д.			н.д.			н.д.
5	25	1,367				1,125					
	50	1,151				1,062					
	75	1,083				н.д.					
	100	1,073				н.д.					
10	25	1,246									
	50	1,109									
	75	н.д.									
	100	н.д.									

Таблица 2 - Сводная таблица результатов моделирования стоимости одного километра пробега автомобиля ГАЗ-3110 (отношения фактических к наименьшему значению для ВАЗ 2110)

Период эксплуатации автомобиля одним владельцем, лет	Средний годовой пробег, тыс. км	Возраст автомобиля, лет									
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	25	2,176	2,098	2,093	2,061	2,05	2,014	2,04	2,05	1,977	2,098
	50	1,961	1,961	1,951	1,987	1,993	2,093	1,909	1,945	2,008	2,071
	75	1,904	1,919	1,945	2,108	1,909	1,972	2,056	н.д.	н.д.	н.д.
	100	1,887	1,935	2,024	1,914	2,03	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
2	25	2,129		2,072		2,024		2,04		2,29	
	50	1,961		1,972		2,045		1,93		2,04	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
	75	1,893	1,972	1,925	2,019	н.д.
	100	1,909	1,966	н.д.	н.д.	н.д.
3	25	2,108		2,029	2,008	н.д.
	50	1,951		2,019	1,945	н.д.
	75	1,919		1,982	н.д.	н.д.
	100	1,945		н.д.	н.д.	н.д.
5	25	2,093			2,04	
	50	1,972			2,008	
	75	1,945			н.д.	
	100	1,956			н.д.	
10	25			2,066		
	50			1,987		
	75			н.д.		
	100			н.д.		

Как видно из представленных данных, для каждой модели можно определить оптимальные параметры, при которых достигается минимальная стоимость километра пробега. К таким параметрам относятся: возраст автомобиля на момент приобретения, период эксплуатации автомобиля одним владельцем и средний годовой пробег. Кроме того, удельная стоимость километра пробега, может быть параметром сравнения различных моделей автомобилей. Опираясь на полученные данные, составлены уравнения множественной регрессии для исследуемых моделей.

Уравнение множественной регрессии для автомобиля ГАЗ-3110:

$$q = 2,545 - 0,064 \cdot \Delta T - 0,015 \cdot L_{год} - 0,031 \cdot T_{приобр} + 0,003 \cdot \Delta T^2 + 0,0001 \cdot L_{год}^2 + 0,001 \cdot T_{приобр}^2 + 0,001 \cdot \Delta T \cdot L_{год} + 0,002 \cdot \Delta T \cdot T_{приобр} + 0,0004 \cdot L_{год} \cdot T_{приобр} - 0,00005 \cdot \Delta T \cdot L_{год} \cdot T_{приобр} \quad (12)$$

где q – удельная себестоимость километра пробега;

ΔT – период эксплуатации автомобиля одним владельцем;

$L_{год}$ – средний годовой пробег;

$T_{приобр}$ – возраст автомобиля.

Уравнение множественной регрессии для автомобиля ВАЗ 2110:

$$q = 2,347 - 0,141 \cdot \Delta T - 0,027 \cdot L_{год} - 0,083 \cdot T_{приобр} + 0,004 \cdot \Delta T^2 + 0,0001 \cdot L_{год}^2 + 0,001 \cdot T_{приобр}^2 + 0,002 \cdot \Delta T \cdot L_{год} + 0,006 \cdot \Delta T \cdot T_{приобр} + 0,001 \cdot L_{год} \cdot T_{приобр} - 0,00007 \cdot \Delta T \cdot L_{год} \cdot T_{приобр} \quad (13)$$

Множественный коэффициент корреляции (показывает связь между факторами, включенными в модель), определённый для этих уравнений равен 0,7 и 0,8 т.е. связь прямая, высокая. Коэффициент детермина-

ции равен 0,5 и 0,6, т.е. 50 % и 60 % изменений удельной себестоимости объясняется изменениями включенных в модель факторов. Критерий Фишера (отражает значимость уравнения регрессии) составил 15 и 30, что говорит о хорошем качестве модели.

Ниже, на рисунках 5, 6, 7, 8, 9 и 10 представлены наиболее характерные зависимости, отражающие характер изменения стоимости одного километра пробега от возраста автомобиля, от продолжительности эксплуатации одним владельцем и от среднегодового пробега.

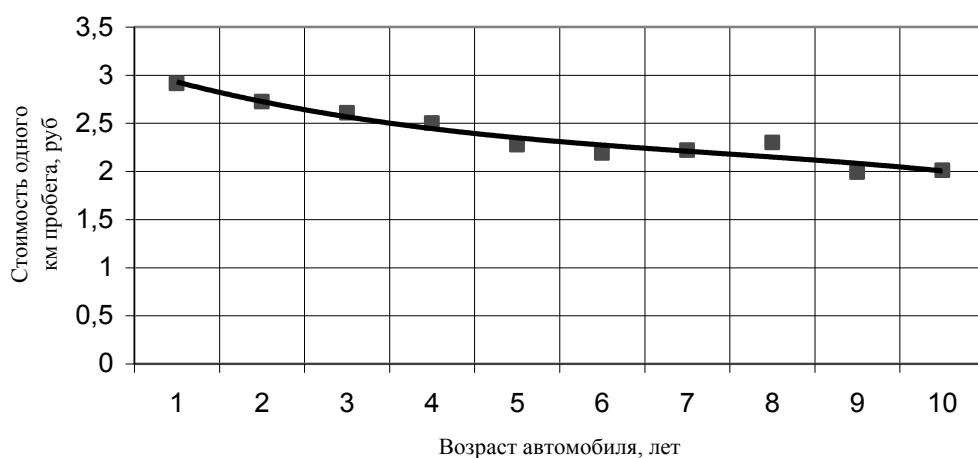


Рисунок 5 - Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от возраста автомобиля ВАЗ-2110 с начала эксплуатации при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и продолжительности эксплуатации на предприятии один год.

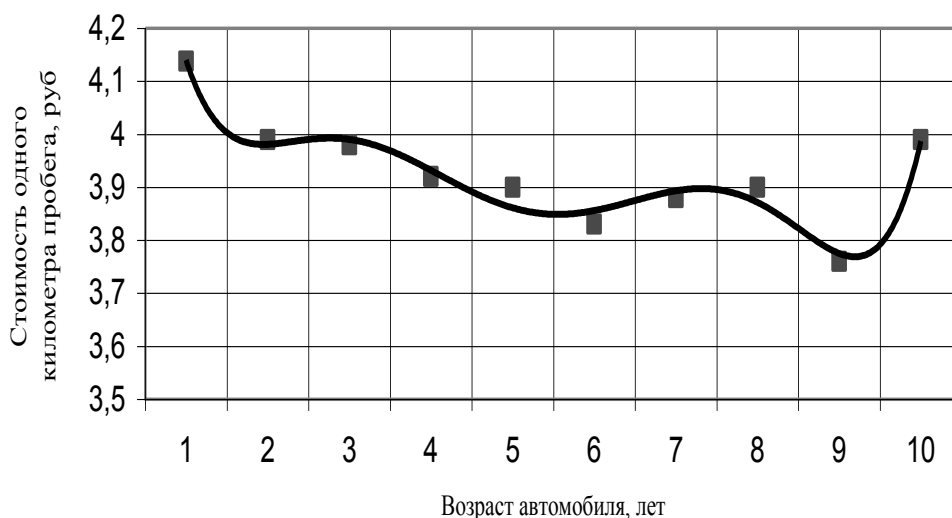


Рисунок 6 - Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от возраста автомобиля ГАЗ-3110 при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и продолжительности эксплуатации на предприятии один год

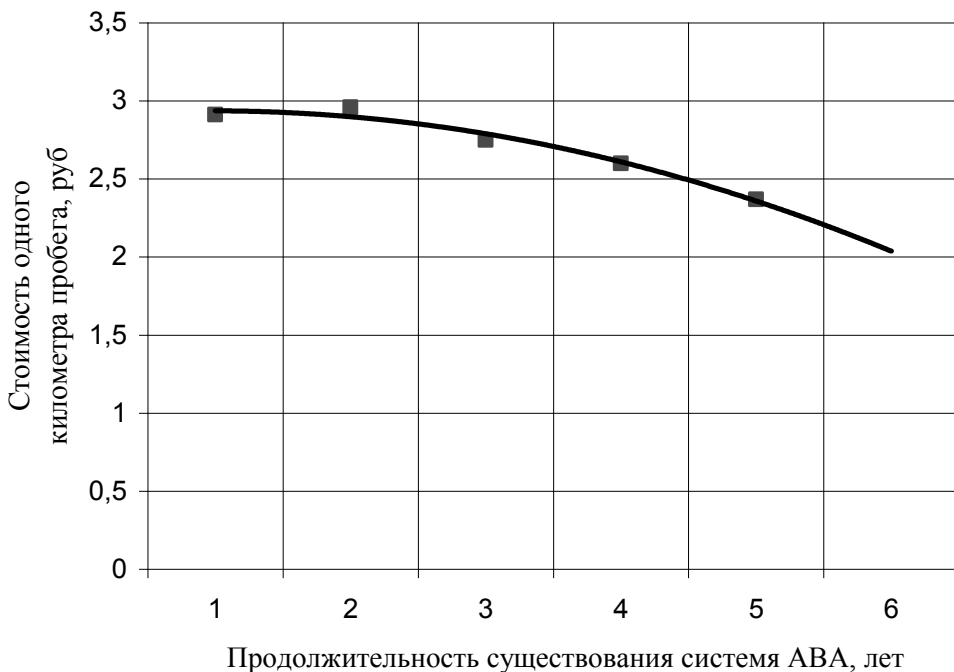


Рисунок 7 - Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от продолжительности эксплуатации на предприятии автомобиля ВАЗ-2110 при среднегодовом пробеге 25 тыс. км возрасте автомобиля один год

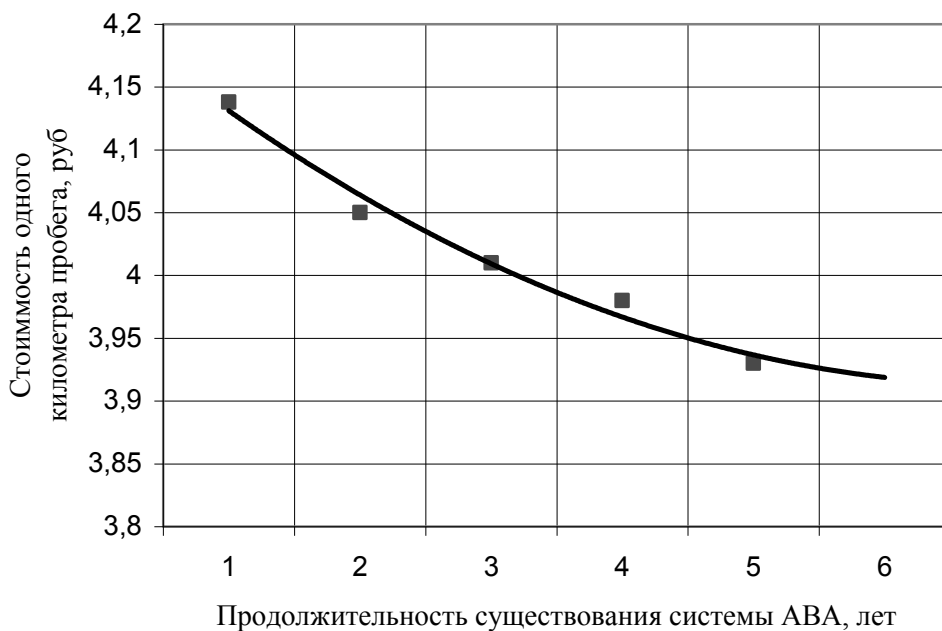


Рисунок 8 - Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от продолжительности эксплуатации на предприятии автомобиля ГАЗ-3110 при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и возрасте автомобиля один год

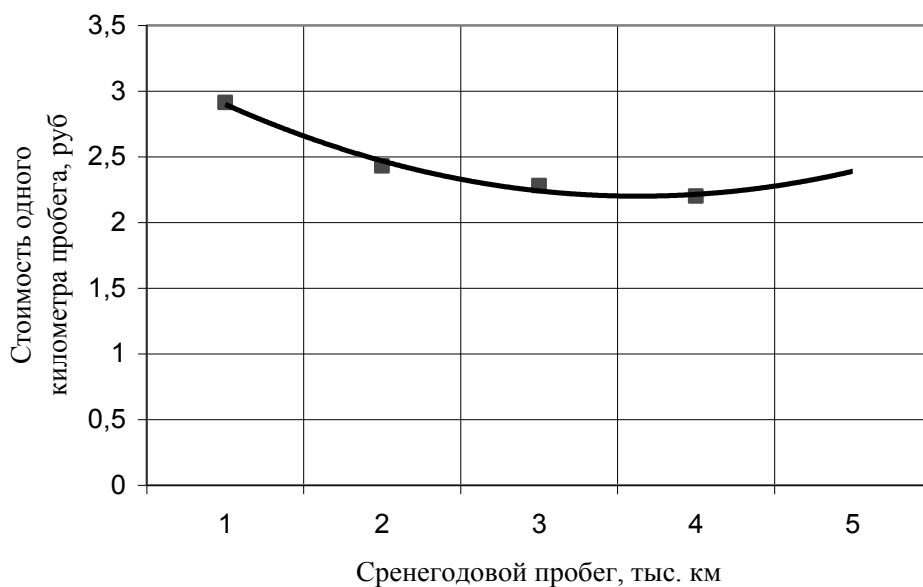


Рисунок 9 - Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от среднегодового пробега автомобиля ВАЗ-2110 при продолжительности эксплуатации на предприятии один год и возрасте автомобиля один год

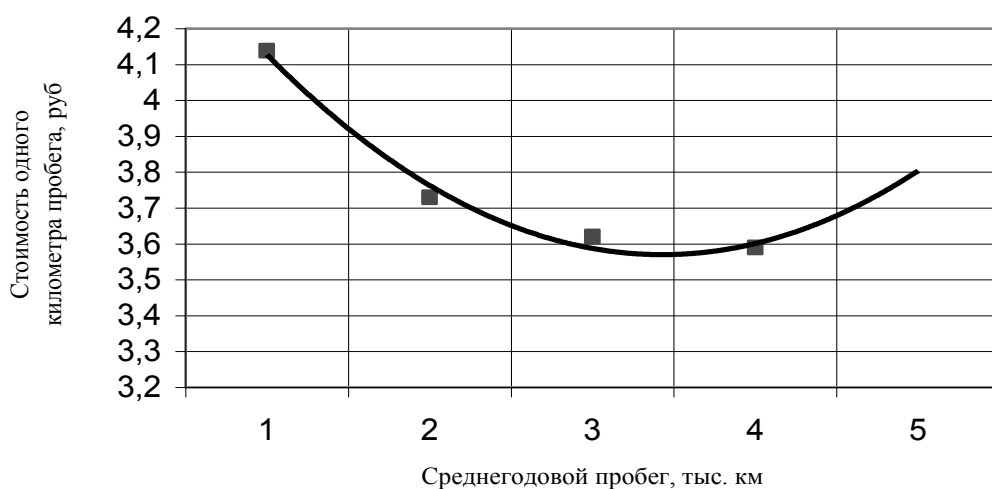


Рисунок 10 - Зависимость изменения стоимости одного километра пробега от среднегодового пробега автомобиля ГАЗ-3110 при продолжительности эксплуатации на предприятии один год и возрасте автомобиля один год

Кроме определения удельной стоимости километра пробега, выполнен расчёт относительного показателя качества исследуемых моделей автомобилей. Сводная таблица, в которой отражены результаты расчёта, представлена ниже.

Таблица 3 - Сводная таблица результатов расчёта относительного показателя эксплуатационного качества $\Pi_{\text{оэ}}$ автомобилей ВАЗ 2110 и ГАЗ-3110

Период эксплуатации автомобиля одним владельцем, лет	Средний годовой пробег, тыс. км	Марка автомобиля	Возраст автомобиля, лет									
			0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	25	ВАЗ 2110	0,028	0,036	0,053	0,069	0,068	0,085	0,132	0,196	0,155	0,211
	50		0,059	0,104	0,122	0,243	0,253	0,419	0,494	0,857	1,025	1,518
	75		0,097	0,164	0,312	0,44	0,721	1,168	1,848	н/д	н/д	н/д
	100		0,14	0,291	0,505	0,944	1,672	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
	25	ГАЗ 3110	0,052	0,062	0,093	0,12	0,154	0,183	0,248	0,311	0,325	0,502
	50		0,106	0,182	0,27	0,416	0,57	0,896	0,814	1,126	1,603	2,247
	75		0,174	0,334	0,568	1,044	1,091	1,727	2,739	н/д	н/д	н/д
	100		0,248	0,555	1,105	1,375	2,544	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
2	25	ВАЗ 2110	0,059	0,116	0,15	0,335	0,386					
	50		0,14	0,316	0,59	1,2	2,303					
	75		0,215	0,618	1,512	3,847	н/д					
	100		0,331	1,159	н/д	н/д	н/д					
	25	ГАЗ 3110	0,106	0,195	0,31	0,513	0,754					
	50		0,248	0,595	1,271	1,696	3,365					
3	75		0,413	1,283	2,37	5,232	н/д					
	100		0,613	2,008	н/д	н/д	н/д					
5	25	ВАЗ 2110	0,097	0,189	0,413	н/д	н/д					
	50		ГАЗ 3110	0,215	0,698	1,792	н/д					
75	0,375	1,558		н/д	н/д							
100	0,55	н/д		н/д	н/д							
25	ГАЗ 3110	0,177		0,384	0,751	н/д						
50		0,413		1,411	2,678	н/д						
75	ВАЗ 2110	0,705		2,715	н/д	н/д						
100		1,09		н/д	н/д	н/д						
25		0,176		0,549								
10	50	ГАЗ 3110	0,426	2,391								
	75		0,729	н/д								
	100		1,126	н/д								
	25		0,33	1,082								
	50	ГАЗ 3110	0,827	3,839								
	75		ВАЗ 2110	1,379	н/д							
	100	1,954		н/д								
	25		0,426									
100	50	ГАЗ 3110	1,129									
	75		н.д.									
	100		н.д.									
	25	ГАЗ 3110	0,827									
	50		1,954									
	75		н.д.									
100		н.д.										

На рисунках 11, 12, 13, 14, 15 и 16 представлены наиболее характерные зависимости, отражающие характер изменения стоимости одного километра пробега от возраста автомобиля, от продолжительности эксплуатации одним владельцем и от среднегодового пробега.

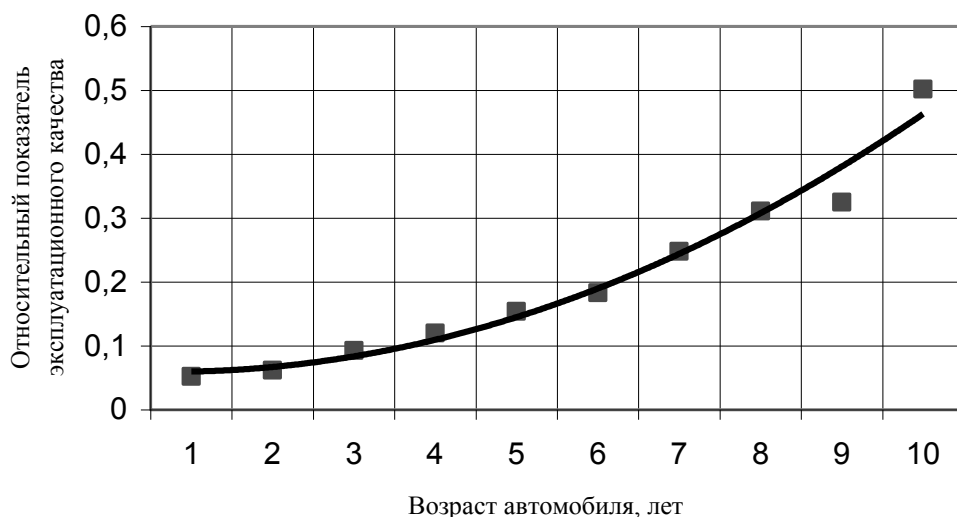


Рисунок 11 - Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ГАЗ-3110 от возраста при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и продолжительности эксплуатации на предприятии один год

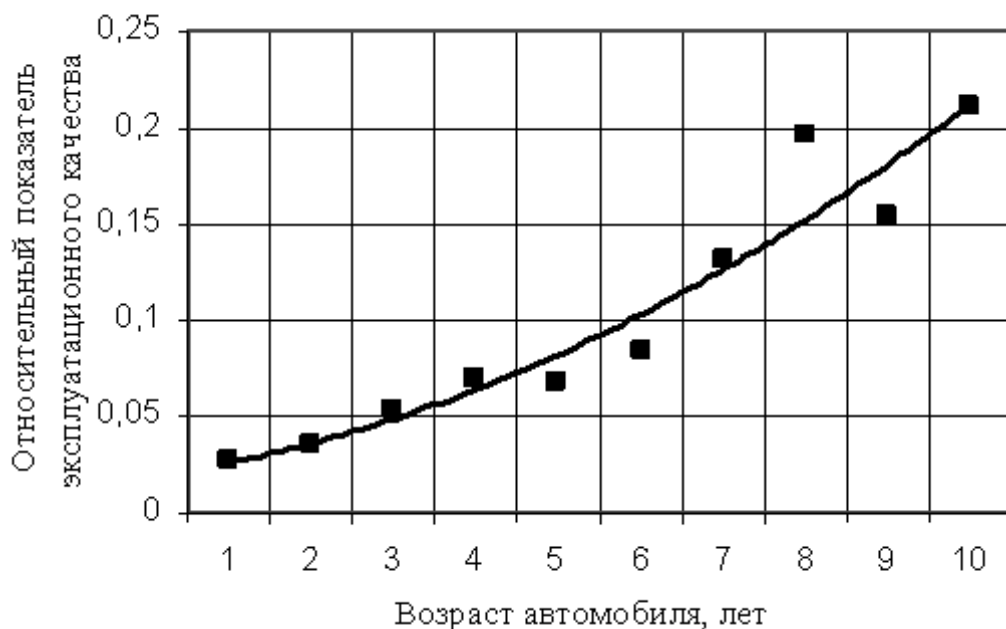


Рисунок 12 - Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ВАЗ-2110 от возраста при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и продолжительности эксплуатации на предприятии один год

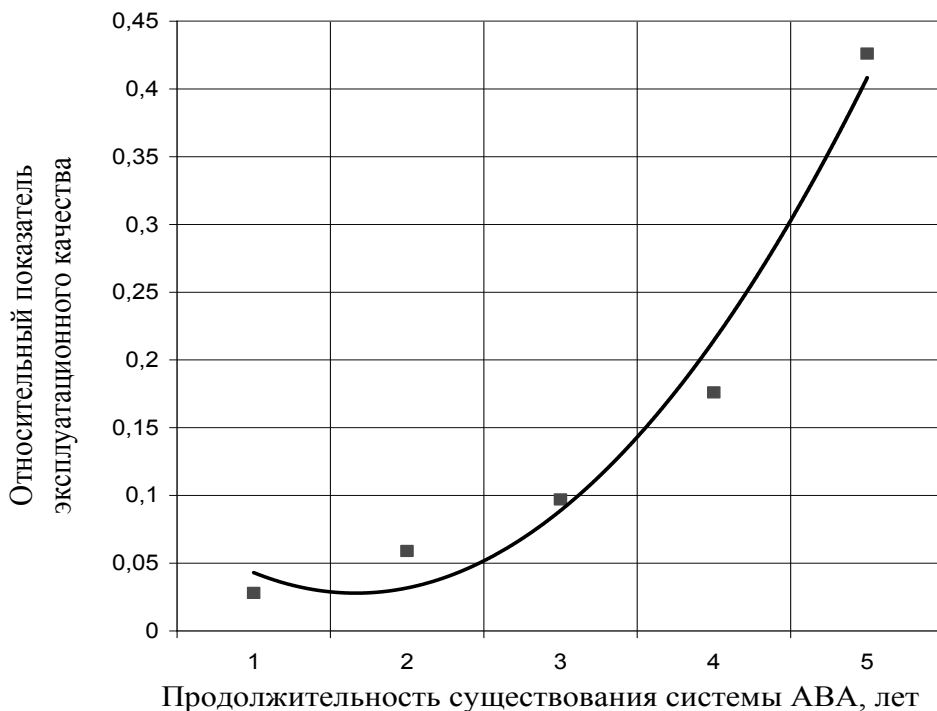


Рисунок 13 - Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ВАЗ-2110 от продолжительности эксплуатации на предприятии при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и возрасте автомобиля один год

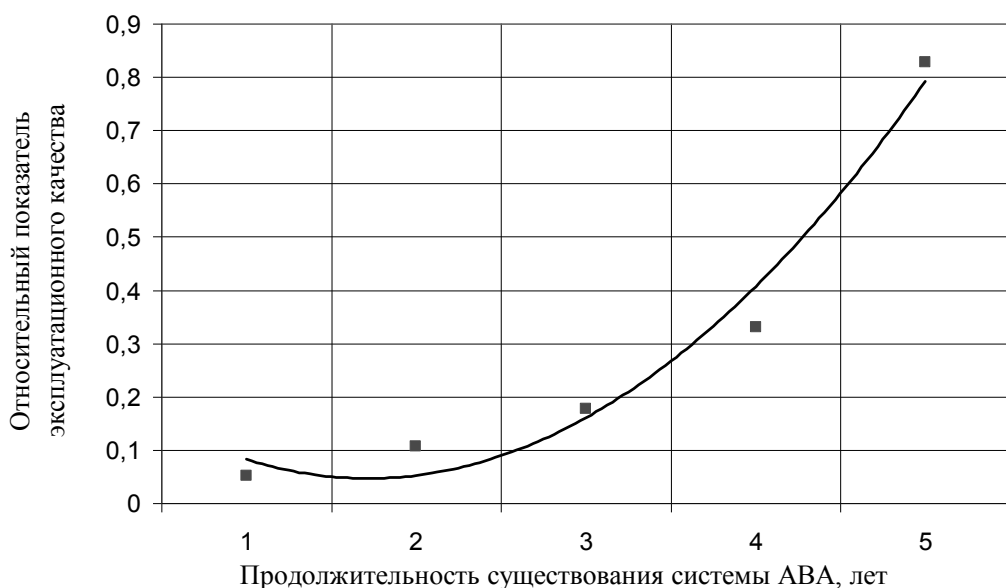


Рисунок 14 - Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ГАЗ-3110 от продолжительности эксплуатации на предприятии при среднегодовом пробеге 25 тыс. км и возрасте автомобиля один год

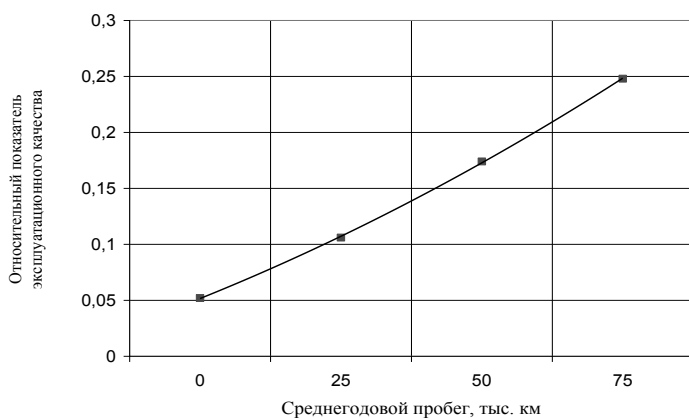


Рисунок 15 - Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ГАЗ-3110 от среднегодового пробега при продолжительности эксплуатации на предприятии один год и возрасте автомобиля один год

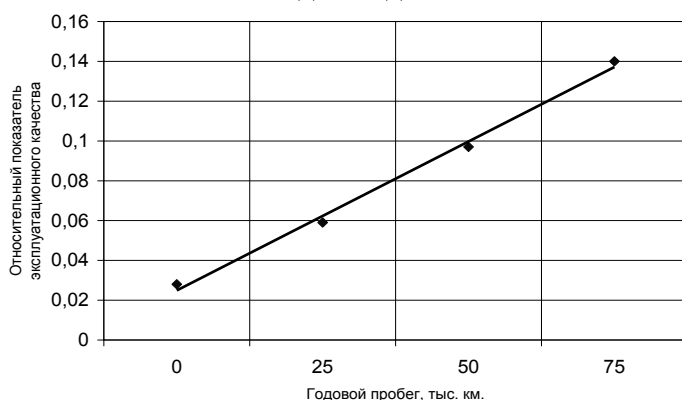


Рисунок 16 - Зависимость относительного показателя эксплуатационного качества автомобиля ВАЗ-2110 от среднегодового пробега при продолжительности эксплуатации на предприятии один год и возрасте автомобиля один год

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что такие параметры, как стоимость одного километра пробега и относительный показатель эксплуатационного качества, в зависимости от основных характеристик эксплуатационного цикла, имеют области минимальных значений. Следовательно, для каждого конкретного случая можно определить оптимальные параметры эксплуатационного цикла каждой исследуемой модели автомобиля. Кроме того, данные, полученные при помощи разработанной методики, позволяют сравнить различные модели автомобилей по технико-экономическим параметрам эксплуатации. Эти результаты могут быть использованы транспортными предприятиями, выполняющими таксомоторные перевозки, для формирования парка эксплуатируемых автомобилей.

Якунин Н.Н. докт. техн. наук, проф.; **Дрючин Д.А.** канд. техн. наук, доц.; **Якунин С.Н.**

Оренбургский государственный университет, Россия, г. Оренбург

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК:629.3(076)

А.В. ПАНИЧКИН

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДРЕССОРИВАНИЯ ГУСЕНИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

Нетрудно предположить, что дальнейшее развитие систем подрессоривания будет связано с совершенствованием конструкций независимых подвесок.

В современных условиях пассивные методы повышения плавности хода за счет совершенствования характеристик демпфирующих и упругих элементов практически исчерпали себя. На быстроходных гусеничных машинах получают распространение системы подрессоривания с изменяемыми в зависимости от внешних условий характеристиками, а также системы автоматического регулирования (САР) характеристик подвески.

Рассмотрим некоторые возможные варианты перспективных подвесок, которые могут повысить плавность хода быстроходных тракторов.

Повышение плавности хода традиционными методами должно идти путем дальнейшего повышения нелинейности характеристик подвески. Характеристика такой подвески должна быть такова, что при движении по мелким неровностям подвеска должна быть как можно мягче, а демпфирование минимально; при преодолении крупных неровностей, а также при продольном раскачивании трактора с большой амплитудой, подвеска должна быть жестче, а демпфирование – максимально.

Нелинейность характеристик системы подрессоривания может обеспечиваться характеристиками амортизаторов, упругих элементов или одновременно теми и другими.

Амортизатор для таких подвесок может иметь переменную характеристику демпфирования в зависимости от хода катка (т.н. *релаксационный* амортизатор). Добиться этого можно, например, переменным сечением перепускных отверстий (или зазора между поршнем и цилиндром) амортизатора, такой способ уже используется в некоторых амортизаторах и противооткатных устройствах (рис. 1).

Интересный вариант амортизатора с нелинейной характеристикой был предложен группой авторов кафедры КВТИУ (В.А. Федоров, В.А. Чобиток, С.А. Домашенко, С.А. Федоров. Гидроамортизатор. А.С. СССР № 1498110 от 1.04.1989 г., приоритет от 10.03.1987 г.). В этом амортизаторе в качестве рабочей используется электрореологическая или магнитореологическая жидкость. Переменные характеристики демпфирования амортизатора обеспечиваются за счет изменения вязкости

рабочей жидкости под воздействием электрического или магнитного поля. Изменение интенсивности электрического или магнитного поля обеспечивается несколькими секциями их источников с разными характеристиками. Этот же амортизатор может использоваться и в сочетании с САР.

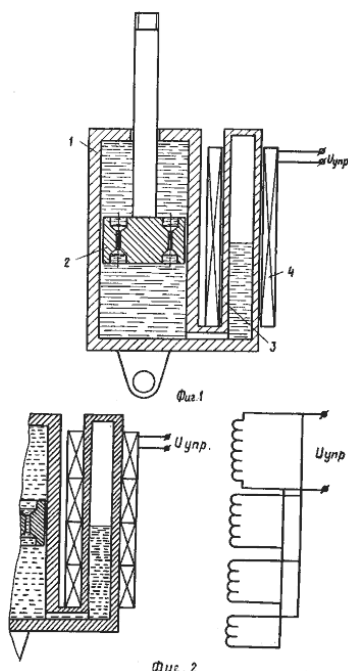


Рисунок 1 - Схема гидроамортизатора с магнитореологической рабочей жидкостью переменной вязкости (А.С. СССР №1498110 от 1.04.1989 г.)

1 – корпус амортизатора; 2 – шток с поршнем; 3 – компенсационная камера; 4 – источник магнитного поля в виде соленоида. Соленоид может быть образован секциями (фиг.2)

Упругий элемент, обеспечивающий оптимальную нелинейную характеристику подвески, должен быть, как правило, составным. Такие подвески нами уже рассматривались, это подвески с подрессорниками – буферными пружинами и другими упругими упорами или торсионными подрессорниками. Основным недостатком таких подвесок является то, что при оптимальных характеристиках на максимальных ходах катка, на минимальных не обеспечивается достаточно низкая жесткость основного упругого элемента для уменьшения тряски при движении по мелким неровностям.

Один из вариантов торсионной подвески, позволяющей устранить этот недостаток, был предложен в 1968 году в Военной Академии БТВ (А.А. Дмитриев, М.И. Смотрицкий, В.А. Чобиток. Торсионная подвеска транспортного средства. А.С. СССР № 286522 от 21.08.1970). Узел подвески состоит из балансира и торсионного вала I ступени, соединенных между собой через шлицевое соединение, торсионного вала II ступени, оси вращения балансира, которая, в свою очередь, может

поворачиваться в игольчатых подшипниках относительно корпуса. В оси вращения балансира предусмотрено шлицевое соединение, через которое последовательно соединены торсионы I и II ступеней. Торсион I ступени выполнен достаточно коротким, малой жесткости, он работает на начальном, небольшом отрезке хода катка, обеспечивая низкую жесткость подвески, что значительно снижает тряску при движении на высокой скорости по мелким неровностям. Когда балансир относительно оси вращения повернут на предельный угол работы торсиона I ступени, балансир и ось входят в зацепление посредством кулачкового механизма и в дальнейшем поворачиваются относительно корпуса совместно. При этом торсион I ступени дальше не закручивается, а в работу вступает длинный торсион II ступени с более жесткими характеристиками и большим углом закрутки. Для придания наиболее оптимальных нелинейных характеристик данной подвеске, можно использовать упругие ограничители хода катка (буферные пружины и др.).

В любом случае, показанные и возможные другие пути повышения нелинейности характеристик упругих и демпфирующих элементов подвески ведут к повышению сложности их изготовления и эксплуатации. В каждом конкретном случае необходимо комплексно подходить к проблеме эффективности системы поддрессирования и подобные решения применять в случае насущной необходимости обеспечить наибольшую плавность хода машины на высоких скоростях движения.

Активные системы поддрессирования могут быть реализованы с помощью САР. По возможному принципу действия САР могут различаться.

Первый, наиболее простой вариант САР, заключается в регистрации специальными датчиками колебаний корпуса. По известным параметрам колебаний САР вырабатывает и подает команды на исполнительные механизмы для изменения характеристик подвески таким образом, чтобы гашение колебаний корпуса было наиболее эффективным. Так, например, при незначительных продольных раскачиваниях и высокой тряске система должна максимально снижать жесткость подвески; при значительных раскачиваниях корпуса жесткость повышается, характеристики демпфирования максимально увеличиваются. И так, для всех возможных режимов колебаний корпуса, в САР должны быть заложены наиболее оптимальные характеристики подвески.

Второй вариант заключается в определении специальными датчиками профиля пути перед гусеничной машиной. При преодолении единичных неровностей, высота которых меньше динамического хода катка, САР должна поочередно уменьшать жесткость узлов подвески таким образом, чтобы со стороны узла подвески катка, проходящего по неровности, на корпус машины передавалось такое же усилие, как с остальных. Таким образом максимально уменьшается влияние одиночных неровностей на колебания машины. В идеальном случае корпус машины

при прохождении по таким неровностям вообще не будет подвержен внешним возмущениям. При прохождении больших неровностей, которые могут вызвать пробой подвески, жесткость узлов подвески, наоборот, увеличивается. При движении по поверхности с мелкими неровностями, вызывающими высокочастотные вибрации (тряску), снижается жесткость всех узлов подвески – такого решения в данном случае достаточно, а отслеживать прохождение отдельных катков по высокочастотному микропрофилю поверхности проблематично, как из-за необходимости реализации высокого быстродействия САР, так и из-за инерционности исполнительных механизмов активной подвески.

Третий вариант совмещает в себе два предыдущих. САР в этом случае отслеживает и профиль пути и колебания корпуса.

Наиболее подходящими из существующих подвесок для работы с САР можно считать пневматические подвески с изменяемым клиренсом.

В существующих торсионных подвесках применение САР возможно для изменения характеристик демпфирования амортизаторов. В этом случае целесообразно использовать первый вариант САР совместно с упоминавшимися ранее реологическими амортизаторами.

Паничкин А.В. канд. техн. наук

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
тел. (4862) 41-98-85

УДК 621

Л.С. УШАКОВ, А.А. БАЖАНОВ, Д.А. ЮРЬЕВ, Н.Д. ФАБРИЧНЫЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ УДАРНО-СКАЛЫВАЮЩИМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОРГАНОМ ПОГРУЗЧИКА

В строительстве, дорожном и коммунальном хозяйствах зачастую требуется выполнение ограниченных по объему работ по разрушению конструкционных и строительных материалов (крепких горных пород, твердых покрытий, проведение ямочного ремонта дорог, прокладка коммуникаций и др.). [1] Применение гидроударников, установленных на экскаваторах, при решении данных задач не всегда рационально и выгодно. Во-первых, экскаватор, это дорогостоящая техника, предназначенная, в первую очередь, для экскавации больших объемов грунта и малосвязанных пород. Во-вторых, ограничение применения экскаваторов связано с недостаточной его мобильностью. Скорость движения экскаватора по шоссе составляет всего 20...25 км/ч, что затрудняет их быструю переброску с одного объекта на другой.

Техникой, обладающей хорошей мобильностью, достаточно мощным гидроприводом и относительно недорогой, являются фронтальные погрузчики на пневмоколесном ходу. Обладая скоростью передвижения 37...40 км/ч, что сопоставимо со средней скоростью движения транспорта в городских условиях, высокой маневренностью, более мощным по сравнению с экскаваторами 2 группы (ЭО-2222), гидроприводом, - погрузчики представляют наибольший интерес для использования в качестве базовой машины для применения в строительной отрасли достаточно мощных гидроударников.

Для широкого применения колесных погрузчиков с ударно-скалывающим исполнительным органом важное значение приобретает досягаемость гидроударником различных точек в зоне обслуживания.

Фронтальный колесный погрузчик ПК-33 (изготовитель ОАО «Погрузчик», г. Орел), оснащенный ковшевым рабочим органом, может трансформироваться в технологическую машину с расширенной областью применения. Разработанный в ОрелГТУ ударно-скалывающий исполнительный орган позволяет проводить работы по разрушению горных пород и искусственных конструкционных материалов [2]. Проведенные заводские испытания, помимо общей оценки работоспособности изделия, позволили зафиксировать рабочие положения гидроударника в продольной плоскости сечения базовой машины (рисунок 1). При горизонтальной фиксации гидроударник в рабочем состоянии находится выше вертикального габарита машины (1), что дает возможность проводить работы по разборке строений с проходом технологической машины внутрь помещения. Последующие фиксированные горизонтальные положения гидроударника позволяют проводить по слоевую обработку объекта разрушения.



Рисунок 1 - Фиксированные положения зоны обслуживания ударно-скалывающим исполнительным органом погрузчика ПК-33 в вертикальной плоскости

Как следует из рисунка 1, в нижнем положении рабочего органа (6) горизонтальная фиксация гидроударника не позволяет вести работы по поверхности, близлежащей к нулевой отметке. В этом случае эффективной является вертикальная фиксация гидроударника (рисунок 2). В зависимости от расположения объекта разрушения выбирается фиксация рабочего органа с опережающим (положительным) (1) или строго вертикальным (нулевым к вектору гравитации) (2) положением рабочего инструмента. Конструкция манипулятора позволяет устанавливать гидроударник с отрицательным углом фиксации (3, 4) на разных уровнях от нулевой отметки.



Рисунок 2 – Варианты вертикальной фиксации гидроударника

В качестве рабочего органа погрузчика ЭО-33 могут быть использованы гидроударники, как отечественных фирм-разработчиков, так и зарубежных фирм-производителей. Выбор типоразмеров гидроударников сделан на основе сопоставимости энергии единичного импульса.

Таблица 1 - Параметры гидроударников при сопоставимой энергии единичного удара

Модель	2944	МГ-300	Delta F-10	Rammer S54	H8X	CAT 130
Энергия удара, Дж	2944	3000	2443	2200	2175-3050	3500
Частота ударов, 1/мин	600	300	800	550	400-570	350-500
Ударная мощность, кВт	30	15	32.6	20	14.5-29	20.4-29.2
Масса, кг	397	950	765	970	650	1690
Металлоемкость, кг/Дж	0.132	0.32	0.313	0.44	0.21	0.48
Разработчик	Россия	Россия	Корея	Финляндия-Швеция	Германия	США

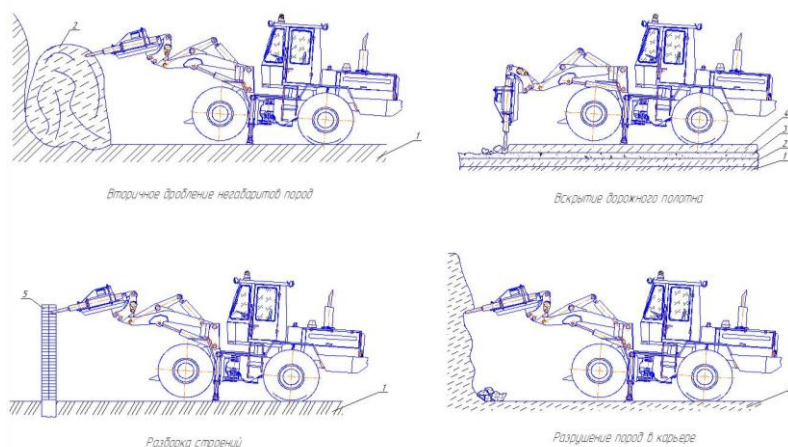


Рисунок 3 - Варианты технологического применения колесного погрузчика с ударно-скалывающим исполнительным органом

Таким образом, проведенные стендовые исследования позволили определить фактические параметры зоны обслуживания ударно-скалывающим исполнительным органом колесного погрузчика при выполнении работ по разрушению строений и материалов в пределах от - 0,3 м до +3, 6 м. относительно нулевой отметки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушаков Л.С., Котылев Ю.Е., Кравченко В.А. Гидравлические машины ударного действия. М.: Машиностроение, 2000. 416 с.
2. Котылев Ю.Е., Ушаков Л.С. Научные и конструкторские разработки НИЛ «Импульсные технологии». Информационно – технический журнал «Гидравлика и пневматика». № 28-29, 2007. С. 29-32.

Ушаков Л.С. докт. техн. наук, проф.; **Бажанов А.А.** инж.; **Юрьев Д.А.** инж.; **Фабричный Н.Д.** инж.

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
ПНИЛ «Импульсные технологии»

УДК 621.2

О.П. ШАКУЛИН, А.И. АБДУРАШИТОВ, В.А. КРАВЧЕНКО

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ МЕХАНИЗМА ПРЕССОВАНИЯ В МУСОРОВОЗАХ С ЗАДНЕЙ ЗАГРУЗКОЙ

Одной из разновидностью выпускаемой техники завода ОАО "Мценский завод коммунального машиностроения" являются мусоровозы серии КО–427 с задней загрузкой кузова (рисунок 1). Они предназначены для использования в коммунальном хозяйстве городов и поселков городского типа для механизированного и ручного сбора твердых бытовых отходов, их уплотнения, транспортирования и механизированной разгрузки в местах утилизации. Специальное оборудование мусоровозов монтируется на шасси МАЗ, КАМАЗ, HYUNDAI, MAN, Dong Fehng, Ford, а также возможна установка на шасси Scania, Volvo, Iveco, Isuzu, Mercedes-Benz.



Рисунок 1 – Мусоровоз серии КО–427 с задней загрузкой кузова

В состав спецоборудования мусоровоза входят следующие основные узлы: кузов, задний борт, выталкивающая плита с телескопическим гидроцилиндром, трансмиссия с масляными насосами, электросистема, опрокидыватель.

Для улучшения работы механизма прессования мусора в мусоровозах типа КО – 427 необходимо решить следующие задачи:

1. Обеспечить синхронное перемещение штоков гидроцилиндров независимо от усилий на их штоках.
2. Ликвидировать гидроудары при работе механизма прессования мусора.

Механизм прессования мусора в мусоровозе типа КО-427 с задней загрузкой показан на рисунке 2. Прессующий механизм смонтирован на заднем борту мусоровоза и состоит из подающей плиты с двумя гидроцилиндрами и шарнирно соединенной с ней прессующей плиты с двумя гидроцилиндрами.



Рисунок 2 – Механизм прессования мусора в мусоровозе КО – 427:
 1 – корпус контейнера; 2 – подающая плита; 3 – прессующая плита;
 4 – гидроцилиндр подающей плиты; 5 – гидроцилиндр прессующей
 плиты; 6 – подшипник

Гидросистема механизма прессования включает в себя маслобак, гидронасос с рабочим объемом 87 см³/об, гидрораспределителя с электрогидравлическим управлением, гидроцилиндров подающей и прессующей плит и преобразователя давления.

Для проведения усовершенствования познакомимся с кратким содержанием процесса прессования (рисунок 3): В исходном положении прессующая плита поднята вверх, подающая плита поднята вверх, ковш заполнен мусором. Первое движение: прессующая плита поворачивается против часовой стрелки. Второе движение: происходит опускание подающей плиты. Третье движение: прессующая плита поворачивается по часовой стрелки. Четвертое движение: подающая плита поднимается вверх.

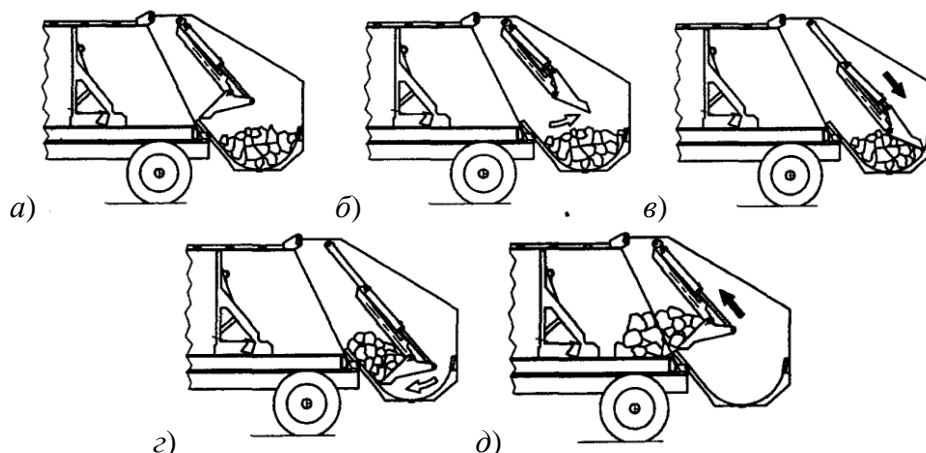


Рисунок 3 – Цикл прессования мусора в мусоровозе типа КО – 427:
 а – исходное положение; б – первое движение; в – второе движение;
 г – третье движение; д – четвертое движение

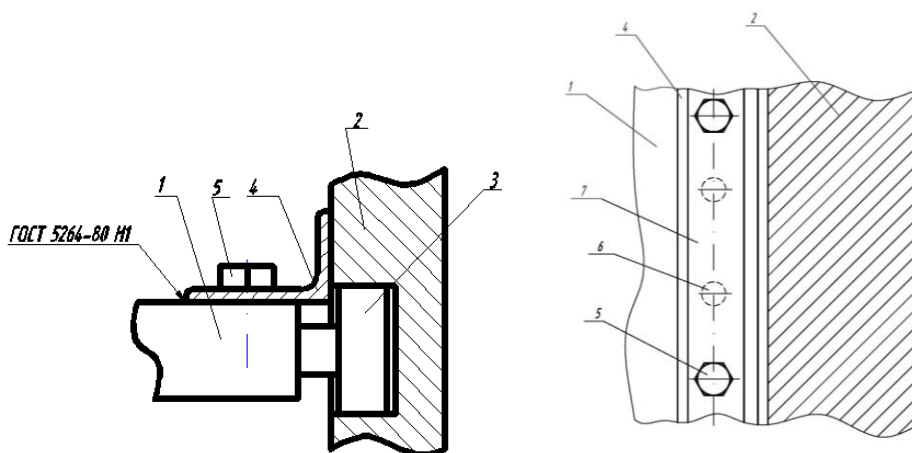
Во время работы механизма прессования при достижении плитами крайних положений и изменения направления их движения резко возрастает давление в гидросистеме, что ведет к гидравлическому удару в гидросистеме.

При движении подающей плиты с мусором в процессе прессования из-за возможной его неоднородности на одном из гидроцилиндров подающей плиты возникает усилие отличное от усилия в другом, что приводит к неравномерному перемещению штоков гидроцилиндров и перекосу подающей плиты в направляющих заднего борта.

Ликвидация не синхронного движения гидроцилиндров может быть обеспечена двумя способами:

а) Механическая регулировка

Если плита будет двигаться в продольном направлении относительно движения без перекосов в поперечном, то нагрузка на гидроцилиндры будет распределена равномерно. При этом обеспечивается синхронность движения штоков гидроцилиндров подающей плиты. Это достигается креплением уголка по всей боковой стенке плиты (рисунок 4,а,б): Плита 1 после установки в корпусе мусоровоза перемещается с меньшим трением за счет установленных подшипников 3. Уголок 4 монтируется на плите 1, так что не остается места между боковой стенкой 2 и уголком 4. Предварительное крепление уголка к плите осуществляется за счет винтового соединения 5. Винтовое соединение состоит из нескольких винтов, главной задачей которых заключается в запрете отрыва уголка от плиты. После чего проводится сварка уголка с плитой, как показано на рисунке 1. Сварка вместе с болтовым соединением ограничивает поперечное перемещение уголка относительно плиты. При этом ограничивается поперечное перемещение подающей плиты относительно ее движения. Сварку можно заменить штифтованием (рисунок 4,б). После установки штифтов 6 на уголок 4 крепиться планка 7 за счет винтов 5.



а)

б)

Рисунок 4 – Крепление уголка на подающей плите за счет сварки (а) и с помощью штифтов (б)

Таким образом, при неравномерности прессуемого мусора не возникнет перекоса плиты, следовательно, и неравномерного перемещения штоков гидроцилиндров.

б) Гидравлическая синхронизация движения штоков гидроцилиндров достигается внесением изменений в гидравлическую схему мусоровоза КО – 427 (рисунок 5):

- если необходимо синхронизация, как рабочего, так и холостого хода (рисунок 5, а);
- если необходимо синхронизация только рабочего хода (рисунок 5, б);
- если необходимо синхронизация только рабочего хода (рисунок 5, в).

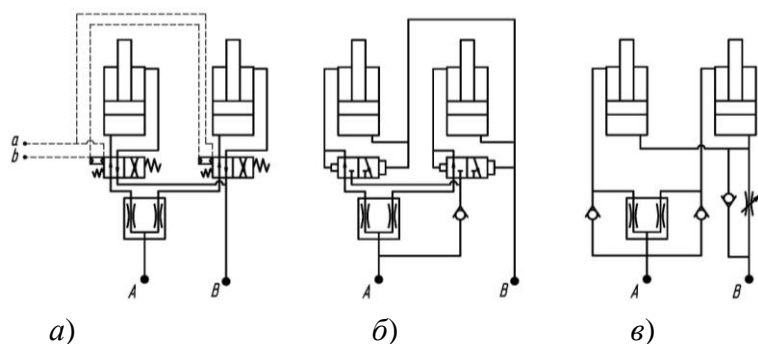


Рисунок 5 – Схема гидравлическая принципиальная:

- а – регулировка синхронности при рабочем ходе (прессовка мусора) и при холостом ходе; б – регулировка синхронности при рабочем ходе; в – регулировка синхронности при рабочем ходе.

Различие схем представленных на рисунке 5,б и 5,в заключается в используемых элементах. Золотники, которые используются в схеме, стоят дорого, поэтому более предпочтительнее представляется вариант, показанный на рисунке 5,в. Регулируемый дроссель, представленный на рисунке 5,в ставится для плавности холостого хода. Таким образом, уменьшается вероятность резкой остановки плиты.

Точки А и В на принципиальной гидравлической схеме находятся сразу после коробки распределителей. Точки а и б необходимо подключить к золотнику в коробке распределителей. Если нет такой возможности, то необходимо установить еще один двухпозиционный золотник, выходы которого необходимо подключать к точкам а и б. Но это ведет к увеличению цены внесенных изменений, следовательно, себестоимости.

Из предложенных вариантов изменений гидравлической схемы остановимся на третьем варианте (рисунок 5, в). Этот вариант выбран из-за простоты его осуществления, и относительной низкой стоимости. Обратные клапаны должны быть настроены на давление в сливной магистрали, в нашем случае это давление равно 0,35 МПа. Дроссель в сливной магистрали настраивается при пробных запусках таким образом, чтобы обеспечивать необходимую плавность хода.

Из двух выше перечисленных способов регулирования синхронности перемещения штоков гидроцилиндра предпочтение отдается механическому. Это связано с тем:

- нет необходимости вносить изменения в гидравлическую схему тем самым производить ее перерасчет с внесенными элементами;
- простота произведенных изменений, т.е. простота установки уголка;
- дешевизна внесенных изменений, т.е. стоимость установки уголка, будет на порядок ниже стоимости изменений гидравлической схемы.

Все выше перечисленные методы синхронизации движения штоков гидроцилиндров можно реализовывать в комплексе, что гарантирует достижение положительных результатов.

С целью ликвидации гидравлических ударов в системе представляется целесообразным установить аккумулятор [2], который будет поглощать колебания давления. Аккумулятор должен быть минимум 1,5–2% от объема циркулирующей жидкости. В нашем случае примерный необходимый объем аккумулятора будет составлять 3 л. Гидравлический удар может возникнуть после установки аккумулятора, в случае если насос начинает подавать больший объем, чем номинальное значение. При этом подаваемый объем не может быть выпущен из системы через предохранительный клапан, так как его пропускная способность намного меньше. Насос будет подавать больший объем, если увеличено количество оборотов двигателя. Это может возникнуть при нажатии педали газа водителем.

Второй способ заключается во внесении изменений в конструкцию гидроцилиндра (рисунок 6). Это достигается введением тормозных камер с небольшим дросселирующим кольцом. Для того чтобы соблюсти точность изготовления тормозного канала необходимо изготавливать детали (поршень и втулку, крышку) совместно при одном базировании делается отверстие под шток. Далее детали разделяются и обрабатываются по отдельности.

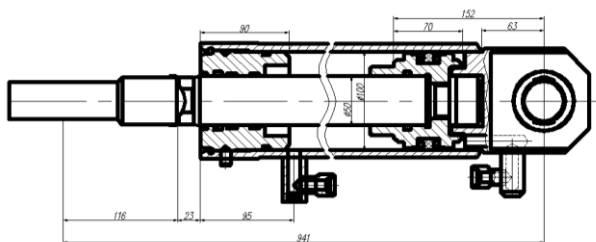


Рисунок 6 – Гидроцилиндр с тормозными камерами

Третий способ это установка на сливе дросселя, который будет поддерживать повышенное давление в штоковой камере гидроцилиндра, тем самым создавать дополнительную силу, противодействующую движению. Это приведет к тому, что уменьшится скорость движения, возрастет время

рабочего хода, увеличиться плавность хода, уменьшаться динамические нагрузки.

Рассмотрим этот способ более подробно. Выделим участок гидромагистрالی (рисунке 7).

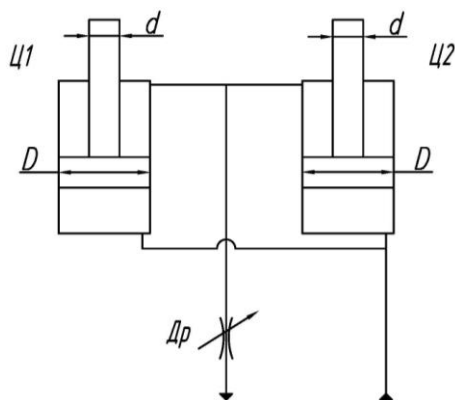


Рисунок 7 – Схема регулирования скорости поршня гидроцилиндра подающей плиты

Определим необходимое проходное сечение дросселя D_p при холостом ходе гидроцилиндров Ц1 и Ц2, на котором будет максимальная скорость движения поршней гидроцилиндров.

Скорость движения поршня

$$v_n = Q / S_{ш}, \quad (1)$$

где Q – расход через гидроцилиндр;

$S_{ш}$ – площадь штоковой камеры.

Расход через гидроцилиндр составляет половину расхода через дроссель, так как работают два гидроцилиндра параллельно, при равной нагрузке

$$Q = \frac{1}{2} Q_{др} = \frac{1}{2} \mu S_{др} \sqrt{\frac{2 \Delta p_{др}}{\rho}}, \quad (2)$$

где $S_{др}$ – площадь проходного сечения дросселя,

$\Delta p_{др}$ – перепад давлений на дросселе, определяемый как

$$\Delta p_{др} = (p_n S_n - F) / S_{ш};$$

где p_n – давление после блока распределителей;

F – внешняя сила действующая на гидроцилиндр;

S_n – площадь поршневой камеры.

Допускаем, что у нас отсутствует внешняя нагрузка, т.е. не учитываем вес плиты

$$p_{др} = p_n S_n / S_{ш}, \quad (3)$$

Подставив (2) и (3) в (1) получаем,

$$v_n = \frac{1}{2 S_{ш}} \mu S_{др} \sqrt{\frac{2 p_n S_n}{\rho S_{ш}}}, \quad (4)$$

Выразим из (2.4) площадь проходного сечения дросселя:

$$S_{др} = \frac{2S_{ш}v_{п}}{\mu} \sqrt{\frac{\rho S_{ш}}{2p_{н}S_{п}}}, \quad (5)$$

Определим необходимые площади:

Площадь поршня

$$S_{п} = \frac{\pi D^2}{4}, \quad (6)$$

где D – диаметр поршня.

Площадь проходного сечения дросселя

$$S_{др} = \frac{\pi d_{др}^2}{4}, \quad (7)$$

где $d_{др}$ – диаметр проходного сечения дросселя.

Площадь поршня со стороны штоковой камеры

$$S_{ш} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \quad (8)$$

где d – диаметр штока.

Подставим (6), (7) и (8) в (5) и выразим диаметр проходного сечения дросселя:

$$d_{др} = \sqrt{\frac{2(D^2 - d^2)v_{п}}{\mu} \sqrt{\frac{\rho(D^2 - d^2)}{2p_{н}D^2}}},$$

Подставив численные значения, определим диаметр проходного сечения дросселя. Скорость движения поршня возьмем как оптимальное значение равное $v_{п} = 0,1$ м/с. Все расчеты произведем в программном комплексе Mathcad.

Диаметр проходного сечения дросселя равен:

$$d_{др} = 2,83 \text{ мм}$$

Если диаметр проходного сечения дросселя увеличить до 3 мм, то расход потребляемый будет больше подаваемого. Это связано с тем, что гидроцилиндры потребляют больше жидкости, чем подается насосом. Возникнет вакуумный гидравлический удар, от чего мы и пытаемся избавиться.

Выберем диаметр проходного сечения дросселя равный $d_{др} = 2$ мм.

Расход, подаваемый насосом на гидроцилиндры, составит

$$Q_{н\text{потр}} = 1,565 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Этот расход меньше реально подаваемого $Q_{н\text{под}} = 1,667 \cdot 10^{-3}$. Тем самым часть расхода будет идти на слив через предохранительный клапан:

$$Q_{слив} = Q_{н\text{под}} - Q_{н\text{потр}} = 1,667 \cdot 10^{-3} - 1,565 \cdot 10^{-3} = 0,102 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Из выше изложенного следует необходимость установки дросселя на сливе. Это с одной стороны уменьшит скорость движения поршня, тем

самым сократит возможность резкой остановки, следовательно, возникновению гидравлического удара. С другой стороны поможет избежать вакуумного гидравлического удара.

Выше перечисленные методы позволяют уменьшить вероятность возникновения гидравлического удара в системе, а так же синхронизировать работу гидроцилиндров подающей плиты. Возможно использование этих методов как по отдельности, так и в комплексе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001.
2. Васильченко В.А. Гидравлическое оборудование мобильных машин: Справочник – М.: Машиностроение, 1983 – 301с.
3. Свешников В.К., Усов А. А. Станочные гидроприводы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1988. – 512 с.

Шакулин О.П. канд. техн. наук; **Абдурашитов А.И.** студ.;

Кравченко В.А. канд. техн. наук

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
тел. (4862) 41-98-85; e-mail:oushakov2007@mail.ru

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ

УДК 504.064.36:004(470.319)

О.А. ИВАЩУК

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА

В статье представлены теоретические положения создания универсальной автоматизированной системы экомониторинга, ориентированной на поддержку принятия решений по повышению экологической безопасности автотранспортного комплекса региона.

Человеческое общество с момента появления на Земле постоянно стремилось к улучшению условий своей жизни. Благодаря высоким интеллектуальным и физическим способностям люди смогли стать в полном смысле хозяевами планеты. Однако созданная ими искусственная среда обитания все чаще становится опасной не только для флоры и фауны, но и для них самих. Справедливо отмечают, что двадцатый век принес населению нашей планеты многочисленные возможности, в том числе две возможности покончить с собой: ядерную и экологическую катастрофы. Если для первой достаточно лишь исторического мгновения, то вторая надвигается скрытно.

Безусловно, одна из центральных проблем развития современного общества – это нахождение путей оптимального взаимодействия в системе «человек – окружающая среда».

Из всех видов хозяйственной деятельности, оказывающих значительное негативное техногенное влияние на природную сферу, необходимо особо выделить автомобильный транспорт (АТ). Величина ежегодного экологического ущерба от функционирования автотранспортного комплекса (АТК) РФ оценивается в 4÷5 млрд. долларов США и, по оценкам экспертов, к 2010 году увеличится еще на 30 - 40% [1].

Президент России В.В. Путин, открывая 30 января 2008 г. заседание Совета Безопасности РФ по вопросам экологии, отметил: «С 1999 по 2006 гг. вредные выбросы от предприятий и других стационарных источников выросли более, чем на 10 %, а от АТ – более, чем на 30 %».

Итак, на сегодняшний день отрицательное влияние, оказываемое на окружающую среду (ОС) и здоровье населения при функционировании различных объектов АТК, задано – это неопровержимый факт. Проблема заключается в поиске реальных путей его снижения или, по возможности, полной ликвидации.

Отечественный и зарубежный опыт показывает [2,3], что многие вопросы по повышению экологической безопасности АТ целесообразно решать на региональном уровне (область, район, город, отдельные территории). При этом в условиях конкретного региона, в котором эксплуатируется сформированный по структуре и распределению по виду собственности автомобильный парк и функционируют стационарные объекты АТК со сложившимися особенностями их основных параметров, наиболее рационально использование *управленческого подхода*: выработка конкретных научно обоснованных управляющих воздействий (оперативных или рассчитанных на определенный период времени) на основе осуществления адекватных оценок качественного состояния ОС – при взаимодействии с объектами АТК – и факторов, влияющих на его изменение, а также прогнозирования развития экологической ситуации. Его успешная реализация связана с выполнением требования доступности репрезентативной и достоверной информации, что возможно при создании и внедрении на различных уровнях иерархии административно-территориального деления специализированных автоматизированных систем экологического мониторинга (*АСЭМ*).

На вышеупомянутом заседании Совета Безопасности РФ основной докладчик первый вице-премьер Д.А. Медведев подчеркнул особую роль мониторинга и прогнозирования изменений качества ОС при взаимодействии с техногенными источниками в целях обеспечения экологической безопасности регионов России.

АСЭМ как элемент региональной системы управления качеством окружающей среды

Исследуемая *АСЭМ* – это аналитико-информационная система, которая при внедрении для реального функционирования должна являться составным элементом региональной *системы управления качеством ОС (СУК-ОС)*, отвечающей требованиям ГОСТ ИСО 14001), а именно ее *управляющей подсистемы*, и обеспечивать эффективное взаимодействие между последней и *управляемой подсистемой* (точнее, их составляющими, которые связаны именно с экологизацией АТ).

В качестве управляемой подсистемы – *объекта управления* – выступает (в данном случае) *процесс Р негативного воздействия АТК (или его конкретного объекта/ группы объектов) региона на ОС*.

Управляющая подсистема – *субъект управления* – обеспечивает процесс управления: такое целенаправленное воздействие (осуществляемое различными способами) на функционирование государственных, коммерческих и частных объектов АТК, а также на владельцев АТС (в том числе собственного автопарка), результатом которого станет повышение экологической безопасности АТ и, одновременно, улучшение качества природных сред региона.

Работа субъекта управления, в свою очередь, осуществляется на нескольких соподчиненных уровнях. Так, непосредственно управленческая деятельность (принятие управленческих решений) осуществляется в высшей подсистеме – *системе принятия решений (СПР)*. К *СПР* относятся областная и городская администрации, все

элементы аппарата управления региональными и муниципальными объектами АТК, государственные природоохранные и санитарно-эпидемиологические структуры, в которых находятся специалисты-эксперты и научные работники, владеющие предметной областью.

СПР непосредственно не взаимодействует с процессом P . Реализация конкретных управляющих воздействий осуществляется другой подсистемой – исполнительным системой (ИС) – на объектах АТК, на предприятиях и в организациях, имеющих собственные автопарки, в т. ч. владельцами личных АТС.

Следует отметить, что уровень загрязнения ОС при функционировании АТК региона в целом или его определенного объекта, распределенного по площади рассматриваемой территории, создается, в результате, многочисленными рассредоточенными источниками непрерывного и/или периодического действия. Таким образом, для более оперативного контроля и эффективного воздействия на процесс P рационально провести его декомпозицию на подпроцессы P_i , $i = 1, \dots, I$, где I – общее число контролируемых объектов АТК (отдельных или объединенных в некоторые группы). Соответственно, представим ИС в качестве совокупности подсистем – локальных систем управления (ЛСУ $_i$), а в составе АСЭМ определим совокупность локальных систем мониторинга (ЛСМ $_i$). Каждый из подпроцессов P_i управляется отдельной ЛСУ $_i$. ЛСМ $_i$ получает экологическую информацию, необходимую для осуществления адекватной оперативной оценки и точного пространственно-временного прогнозирования уровня экологической опасности, возникающего при функционировании i -ого объекта, т.е. в результате подпроцесса P_i , в том числе, при планировании и/или после реализации конкретных управляющих воздействий.

Взаимосвязь всех подсистем СУК-ОС при включении в нее АСЭМ для осуществления научно обоснованного управления процессом P схематично показана на рисунке 1 [4].

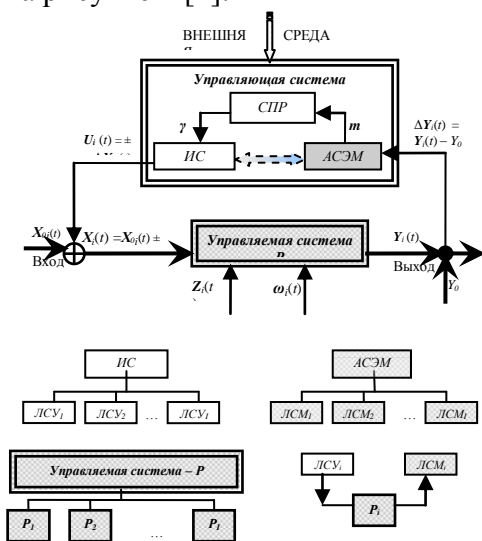


Рисунок 1 – Схема взаимодействия элементов СУК-ОС как системы управления с обратной связью.

На схеме выделены следующие группы переменных:

- входные параметры $X_{0i} = \{X_{0i}^j\}: i = 1, \dots, I; j = 1, \dots, J_i$, где J_i – определенная для каждого рассматриваемого P_i размерность вектора входных переменных, а именно управляемых, с точки зрения возможности осуществления управляющих воздействий, факторов, одновременно характеризующих функционирование данного объекта АТК и определяющих мощность его негативного воздействия на выделенные для рассмотрения компоненты ОС;

- внутренние возмущения/внутренние воздействия $Z_i = \{Z_i^n\}: n = 1, \dots, N_i$, где N_i – опреде-

ленная для каждого рассматриваемого P_i размерность вектора внутренних возмущений, определяющих дополнительную нагрузку на природные среды;

- внешние возмущения/внешние воздействия $\omega_i = \{\omega_i^l\}: l = 1, \dots, L$, где L – размерность вектора внешних воздействий, которые влияют на распространение и накопление загрязнений в пространстве;

- управляющие воздействия $U_i = \{U_i^k\}: k = 1, \dots, K'$, где K' – размерность вектора управляющих воздействий, связанных с варьированием параметров, определяющих уровень негативного воздействия i -ого объекта АТК на природные среды;

- выходные переменные $Y_i = \{Y_i^q\}: q = 1, \dots, Q$, где Q – размерность вектора выходных переменных, характеризующих результат процесса P , сформированный в результате суммарного влияния входных переменных, возмущений и управляющего воздействия.

В системе управления качеством ОС с отрицательной обратной связью заранее программируются требуемые значения показателей качества выбранных для контроля компонентов ОС на рассматриваемой территории, т. е. **целевые нормативы** – $Y_0 = \{Y_0^q\}$, которые должны являться следствием управляющих воздействий на объект управления – P .

На уровне функционирования АСЭМ (а именно входящих в нее ЛСМ_{*i*}) определим в качестве обязательных натурные измерения значений следующих параметров:

1) показателей качественного состояния контролируемых природных сред, сформированного в результате P_i , в данный момент времени t , т. е. **целевых показателей** – $Y_i(t)$, которые характеризуются определенными отклонениями от целевых нормативов: $\Delta Y_i(t) = Y_i(t) - Y_0$,

2) входов в данный момент времени – $X_{0i}(t)$;

3) учитываемых при выработке управляющих воздействий внешних и, если это возможно, внутренних возмущений в данный момент времени t : $\omega_i(t)$ и $Z_i(t)$ соответственно.

Результаты натурных замеров после обработки и наглядной интерпретации передаются в виде информационных сигналов обратной связи в СПР.

Основная задача СУК-ОС – обеспечение приближения действительного состояния $Y_i(t)$ к требуемому Y_0 . Определение разности

$\Delta Y_i(t)$ используется для нахождения в данный момент времени управления (выработки таких воздействий $U_i(t)$), которое сведет ее к минимуму: $\Delta Y_i(t) \rightarrow 0$.

На уровне функционирования АСЭМ определим также осуществление анализа и систематизации полученной экологической информации (как изначальной, так и соответствующей запросам для корректировки управляющего алгоритма) с последующей передачей ее – в интерпретированном и наглядном виде – в качестве информационных сигналов обратной связи в СПР.

Сигналы $m = \{m_k\}$ ($m \in M$ – множество сигналов обратной связи, поступающих от АСЭМ в СПР) должны формироваться в некотором информационно-аналитическом центре, который получает экологическую информацию от всех ЛСМ_i, обрабатывает и анализирует ее. Таким образом, АСЭМ будет, в свою очередь, иметь иерархическую структуру.

Следует отметить, что обратная связь в значительной мере обеспечивает качество работы всей системы, так как она отражает реакцию на вмешательство: информацию о результатах реализации регулирующих мероприятий, откликах, которые произошли в ОС, а также изменениях в процессе P .

На основе полученной от АСЭМ адекватной оперативной информации на уровне СПР реализуются все этапы управленческой деятельности с конечным результатом – выработкой (или корректировкой) оптимальных управленческих решений по снижению негативной техногенной нагрузки, которую оказывают объекты АТК на ОС и здоровье населения в данном регионе.

Координирующие сигналы $\gamma = \{\gamma_i\}$ ($i=1, \dots, I$; $\gamma \in \Gamma$ – множество координирующих сигналов) по информационным потокам прямой связи, направленным от СПР к ИС/ЛСУ_i, соответствуют передаче для исполнения научно обоснованных управленческих решений: выработанных (скорректированных) на основе полученной экологической информации.

ЛСУ_i – по координирующему сигналу γ_i – вырабатывает определенное управляющее воздействие $U_i(t)$, которое, по сути, есть вариация $\pm \Delta X_{0i}(t)$ (изменение выбранного параметра/параметров, характеризующих подпроцесс P_i на конкретное значение). Оно поступает на вход системы, изменяя его:

$X_i(t) = X_{0i}(t) \pm \Delta X_{0i}(t)$. На схеме это воздействие обозначается .

Выход $Y_i(t)$ подпроцесса P_i в результате изменяется по зависимости $Y_i(X_i(t), \omega_i(t), Z_i(t))$, которая должна быть определена в аналитическом виде или в качестве численного алгоритма.

Следует отметить, что именно на уровне осуществления экомониторинга (в рамках функционирования ЛСМ_i, входящих в состав АСЭМ) происходит непосредственное взаимодействие с компонентами ОС. Это еще раз подчеркивает особое значение наличия обратной связи (соответственно ввода в качестве самостоятельной подсистемы АСЭМ) между элементами рассматриваемой СУК-ОС.

Помимо внутренних связей на уровне субъекта управления реализуются информационные потоки внешней связи. Они позволяют при выработке управляющих решений, в том числе корректировке самого алгоритма управления (управляющей Программы) использовать внешнюю информацию. Например, о процессах инфляции и ценовой политики, уровне жизни населения, изменении деятельности различных предприятий, внедрении новых технологий, уровне и развитии производства автомобилей и моторных топлив в мире и РФ, требованиях к выпускающимся АТС, их эксплуатации и сервису.

На схеме рисунка 1 также отражена взаимосвязь между АСЭМ и ИС, что определяет возможность осуществления определенных мероприятий, позволяющих повысить экологическую безопасность АТ региона без вмешательства управляющей системы.

Для обеспечения эффективного управления процессом P негативного воздействия АТК (или его конкретного объекта/ группы объектов) региона на ОС необходимо провести анализ данного процесса как объекта управления – подсистемы СУК-ОС.

Системный анализ процесса негативного воздействия автотранспортного комплекса на качество окружающей среды как объекта управления

Стремление к снижению уровня загрязнения компонентов ОС не должно привести к нарушению таких принципов устойчивого развития АТ региона, как *экономическое благополучие* (обеспечение устойчивой работы АТ и его инфраструктуры) и *справедливость* (обеспечение социальной, межрегиональной и возрастной справедливости при удовлетворении потребностей в АТ). Таким образом, при принятии мер по охране ОС и предотвращению ее загрязнения от АТК необходимо сохранить баланс с социально-экономическими потребностями региона. В результате задачу управления процессом P необходимо рассматривать в двух аспектах: экологическом и экономическом, а сам процесс – как эколого-экономическую систему.

Рассмотрим подпроцесс P_i негативного воздействия i -ого объекта АТК региона на ОС. Фактические оценки и модельный прогноз его результата (в том числе при осуществлении управляющих воздействий) при функционировании АСЭМ – это определение соответственно из натуральных замеров и имитационных экспериментов показателей качественного состояния компонентов ОС (их изменений) в определенных точках пространства, удаленных от рассматриваемого объекта, на территориях различного назначения. Некоторый объем контролируемой природной среды вокруг подобной точки можно представить как своего рода резервуар, в котором накапливаются загрязняющие вещества и/или негативная звуковая энергия. Таким образом, уровень загрязнения будет определяться как мощностью эмиссии загрязнений (химических и/или физических) от рассматриваемого объекта АТК, так и условиями их распространения и накопления в пространстве.

В связи с вышесказанным, предлагается представить каждый подпроцесс P_i в виде совокупности двух отдельных подсистем [4]:

- техническая подсистема (ТП), определяющая процесс функционирования объекта АТК и мощность его негативного воздействия на природные среды;

- подсистема переноса и накопления (ППН) загрязнений в ОС, определяющая формирование зон неблагоприятной экологической обстановки при распространении загрязнений от рассматриваемого объекта АТК в пространстве.

Такое представление P_i отражает реальную структуру происходящих явлений: образование загрязнений при функционировании i -ого объекта АТК, их распространение и накопление под воздействием внешних факторов.

Общая структурная схема подобной эколого-экономической системы, отражающая взаимосвязь между ее элементами, приведена на рисунке 2.

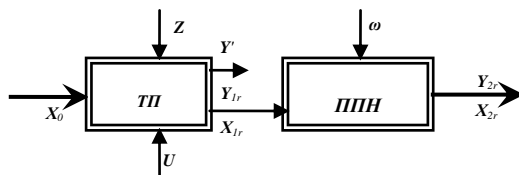


Рисунок 2 – Структурная схема подпроцесса P_i .

На схеме выделены следующие переменные:

X_0 , U , Z и ω – определенные выше вектора, соответственно, входных переменных, управляющих, внутренних и внешних воздействий;

$Y' = \{Y'_{i_0}\}$ ($i_0 = 1, \dots, I_0$) – вектор, компоненты которого характеризуют результат производственной деятельности (производимой продукции) i -ого объекта АТК;

$Y_{1r} = \{Y_{1r}^q\}$ ($q = 1, \dots, Q$) – вектор, компоненты которого характеризуют мощность эмиссии загрязнений (химических и/или физических) в r -ый компонент ОС ($r = 1, \dots, R$, где R – общее число выбранных для контроля природных сред), «производимых» непосредственно при функционировании i -ого объекта АТК;

$Y_{2r} = \{Y_{2r}^q\}$ ($q = 1, \dots, Q$) – определяемые в точке контроля значения соответствующих критериев качества r -ого компонента ОС, которые характеризуют состояние подпроцесса P_i , возникшее в результате суммарного влияния входных переменных, внутренних, внешних и управляющего воздействий;

I_0, Q – размерности выходных векторов;

$X_{1r} = Y_{1r}, X_{2r} = Y_{2r}$ – равенства, отражающие связь подсистем.

Рассмотрим каждую из введенных подсистем ТП и ППН.

ТП рационально представить в виде совокупности двух подсистем: P' , отвечающей за эффективность осуществляемой производственной деятельности, и P'' , осуществляющей эмиссию загрязнений (химических

и/или физических). Соответствующая структурная схема *ТП* показана на рисунке 3.

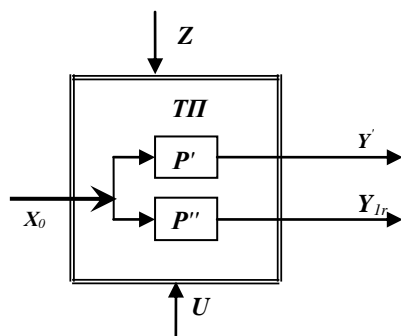


Рисунок 3 – Структурная схема *ТП*.

Единым входом для двух подсистем является вектор X_0 . Выходы подсистем определяют количественные характеристики Y' и Y_{1r} . Управленческие воздействия направлены на изменение результата P'' , однако, при их выработке и реализации необходимо учитывать, что факторы, определяющие формирование экологически неблагоприятной обстановки в зоне влияния i -ого объекта АТК, одновременно могут являться параметрами, характеризующими эффективность его функционирования.

Изменения этих параметров может одновременно положительно или отрицательно повлиять на результаты процессов P' и P'' .

Структурная схема *ППН*, непосредственно связанной с функционированием станций контроля, обеспечивающих сбор оперативной достоверной экологической информации на уровне АСЭМ, показана на рисунке 4.

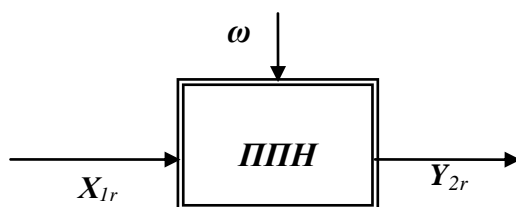


Рисунок 4 – Структурная схема *ППН* загрязнений.

X_{1r} – это вектор мощности эмиссии загрязнений в r -ый компонент ОС от объекта АТК, создаваемый на выходе *ТП* и поступающий на вход *ППН*;

Y_{2r} – вектор значений показателей качества r -ого компонента ОС в данной точке пространства на территории данного вида.

Ранее отмечалось, что сам результат процесса/подпроцесса P/P_i – загрязнение ОС – заключается в превышении значений фактических концентраций загрязнений в природных средах и/или эквивалентного уровня шума их ПДК и ПДУ/ДУ соответственно. Тогда, задача

оптимального управления при рассмотрении негативного техногенного воздействия конкретного объекта АТК на ОС формулируется так:

$$\min\left\{\sum_{r=1}^R F_r(X_0, U, Z, \omega, X_{2r}) = \sum_{r=1}^R [F_{1r}(X_0, U, Z, X_{1r}) + F_{2r}(X_{1r}, \omega, X_{2r})]\right\},$$

$$X_{1r} = g_{1r}(X_0, Z, U),$$

$$X_{2r} = g_{2r}(X_{1r}, \omega),$$

$$Y_{1r} = X_{1r}; Y_{2r} = X_{2r}, r = \overline{1, R},$$
(1)

где индекс r соответствует определенному компоненту ОС, на который оказывает негативное воздействие данный объект АТК, и качество которого влияет на здоровье населения на рассматриваемой территории;

$F_r(X_0, U, Z, \omega, X_{2r})$ – критерий оптимальности экологического состояния r -ого компонента ОС, которое формируется в результате подпроцесса P_i : минимизация негативного техногенного воздействия, которое оказывает конкретный объект АТК на r -ый компонент ОС;

$F_{1r}(X_0, U, Z, X_{1r}), F_{2r}(X_{1r}, \omega, X_{2r})$ – критерии оптимальности для ТП и ППН соответственно;

$X_{1r} = g_{1r}(X_0, Z, U)$ – семейство зависимостей мощности эмиссии загрязнений от входных параметров и управляющих воздействий для различных контролируемых природных сред;

$X_{2r} = g_{2r}(X_{1r}, \omega)$ – семейство зависимостей уровней загрязненности, выраженных в качестве показателей качества, различных контролируемых природных сред от входных параметров и внешних возмущений;

$Y_{1r} = X_{1r}; Y_{2r} = X_{2r}$ – уравнения, отражающие связь подсистем.

Требующаяся вышестоящему элементу информация об управляемом процессе зависит как от стоящей перед ним задачи, так и от модели, используемой при решении последней. Постановка задачи (1) определяет необходимость знания целого набора адекватных ММ (теоретических или имитационных), позволяющих проводить оценки и прогнозирование изменения уровня загрязнения природных сред (в зависимости от направления деятельности конкретного объекта или совокупности объектов АТК), формируемого как непосредственно от рассматриваемого источника, так и при распространении и накоплении загрязнений в пространстве, с учетом внешних воздействий. В том числе на основе таких ММ будет оцениваться или прогнозироваться результат осуществления управляющих воздействий. Оперирование данными ММ проводится на уровне функционирования АСЭМ.

Постановка задачи управления

Задача оптимального управления в целом процессом P , состоящим из I подпроцессов P_i имеет вид:

$$\min \sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R f_{ir}(X_{0i}, U_i, Y_{ir});$$

$$Y_{ir} = g_{ir}(X_{0i}, U_i, Z_i, \omega_i)$$

$$h_{ir}(X_{0i}, U_i, Y_{ir}) \geq 0,$$
(2)

$$i = 1, \dots, I, \quad r = 1, \dots, R,$$

где $f_{ir}(X_{0i}, U_i, Y_{ir})$ – критерий оптимальности для подпроцесса P_i : минимизация негативного техногенного воздействия, которое оказывает i -ый объект АТК на r -ый компонент ОС;

$Y_{ir} = g_{ir}(X_{0i}, U_i, Z_i, \omega_i)$ – семейство зависимостей, определяющее связь между переменными для каждого i -ого объекта и r -ого компонента ОС, а соотношения вида $h_{ir}(X_{0i}, U_i, Y_{ir}) \geq 0$ отражают ограничения, наложенные на диапазоны изменения переменных.

При декомпозиции процесса P ЛСУ $_i$ решают свои локальные задачи управления подпроцессами P_i с учетом параметров координации, задаваемых вышестоящим координирующим органом – СПР. При этом они могут иметь различные локальные цели и, следовательно, находиться в конфликтных ситуациях. Задача координации для подсистемы СПР состоит в воздействии на нижестоящие подсистемы так, чтобы достичь общей цели, заданной для управляющей системы.

Сигналы обратной связи – о параметрах подпроцессов P_i , о зависящих от них изменениях в качестве ОС, произошедших как в результате проведения управляющих воздействий, так и без них, о возмущениях – поступают также от всех ЛСМ $_i$ через АСЭМ в СПР. Как уже было показано выше, такой вид взаимодействия позволяет СПР иметь сведения как о текущем протекании процесса в объекте управления и его подобъектах, так и о качестве управления, что обеспечивает рациональный выбор регулирующих мероприятий по нормализации экологической обстановки на рассматриваемой территории.

Каждая ЛСУ $_i$ характеризуются определенной независимостью от других локальных систем и частичной зависимостью от координатора, что обеспечивает отдельным системам свободу в выборе способов достижения цели. В этом заключается децентрализация управления. Координируемость – это существование оптимального координирующего сигнала, обеспечивающего экстремум глобальной функции качества управления при разделении общей задачи управления на подзадачи, решаемые на различных уровнях.

Предлагается использование метода явной декомпозиции при решении задачи (2) в случае децентрализации управления: исходная задача разбивается на ряд локальных подзадач меньшей размерности и одну задачу координации. В качестве параметров координации выступают входные и выходные переменные. При этом решение сложной задачи сводится к процессу итеративного обмена информацией между задачей координации и локальными подзадачами. Решения последних могут рассматриваться как функции переменных связи: параметры координации. На рисунке 5 изображена двухуровневая схема решения задачи декомпозиционными методами.

Пусть вектора X_{0i}, Y_{ir} ($i = 1, \dots, I; r = 1, \dots, R$), описывающие входные и выходные переменные для каждого подпроцесса P_i , принимают значения $\overset{\circ}{X}_{0i}, \overset{\circ}{Y}_{ir}$. Тогда локальные задачи оптимального управления записываются в следующей форме:

$$\min_{U_i \in M_{U_i}} \sum_{r=1}^R f_{ir}(\overset{\circ}{X}_{0i}, U_i, \overset{\circ}{Y}_{ir})$$

$$M_{U_i} = U_i \begin{cases} \overset{\circ}{Y}_{ir} = g_{ir}(\overset{\circ}{X}_{0i}, U_i, Z_i, \omega_i), \\ h_{ir}(\overset{\circ}{X}_{0i}, U_i, \overset{\circ}{Y}_{ir}) \geq 0, \\ i=1, \dots, I, r=1, \dots, R. \end{cases} \quad (3)$$



w_1, w_2, \dots, w_I – решения локальных задач,
 W_1, W_2, \dots, W_I – параметры координации.

Рисунок 5 – двухуровневая схема решения задач оптимизации декомпозиционными методами.

Решение исходной задачи (2) может быть получено с помощью закрепления векторов переменных X_{0i} , Y_{ir} и решения I независимых локальных задач, для которых X_{0i} и Y_{ir} являются координирующими параметрами (их значения постоянны при решении каждой из подзадач), а изменение происходит в результате решения глобальной задачи координации (4):

$$\min_{X_{0i}, Y_{ir} \in M_{xy}} \sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R f_{ir}(X_{0i}, \overset{\circ}{U}_i(X_{0i}, Y_{ir}), Y_{ir})$$

$$M_{xy} = X_{0i}, Y_{ir} : \overset{\circ}{U}_i(X_{0i}, Y_{ir}) \in M_{U_i}, \quad (4)$$

$$i=1, \dots, I,$$

где $\overset{\circ}{U}_i(X_{0i}, Y_{ir})$ – решение i -ой локальной задачи, обусловленное значениями X_{0i}, Y_{ir} .

Схема применения метода явной декомпозиции для решения задачи управления приведена на рисунке 6. На основе полученной при функционировании АСЭМ информации о текущем или прогнозном состоянии компонентов ОС на территориях различного назначения в зоне влияния определенных объектов АТК и о факторах, определяющих формирование неблагоприятной экологической обстановки, из множества M_{xy} выбирается набор векторов X_{0i}, Y_{ir} (X_{0i} – зарегистрированные фактически или спрогнозированные входные параметры данного подпроцесса P_i , Y_{ir} – требуемые значения показателей качества выбранных для контроля природных сред на рассматриваемой территории). Для него решаются локальные задачи (3) на множествах M_{U_i} :

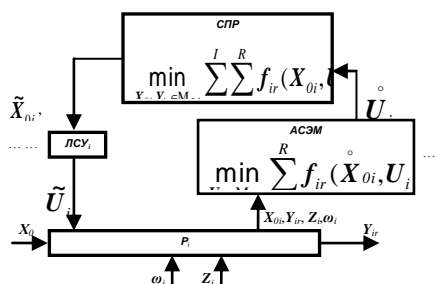


Рисунок 6 – Схема применения метода явной декомпозиции.

Определяются необходимые управляющие воздействия $\overset{\circ}{U}_i$, которые позволят с учетом внешних (и, если это возможно, внутренних) возмущений минимизировать негативное влияние i -ого объекта АТК на ОС, т. е. приблизить целевые показатели к целевым нормативам. Далее с использованием результатов решения локальных задач, в соответствии с определенной стратегией решения глобальной задачи координации, на уровне СПР проводится коррекция параметров до значений $\tilde{X}_{0i}, \tilde{Y}_{ir}$ и определяются для реализации управляющие воздействия $\tilde{U}_i (\tilde{X}_{0i}, \tilde{Y}_{ir})$. Следует отметить, что алгоритм решения локальных задач должен учитывать структуру множества допустимых управлений и вид целевой функции каждой конкретной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воздействие транспортного комплекса РФ на состояние ОС и здоровье населения [Текст]: Аналитический доклад; научно-техническое обеспечение транспортного комплекса / сост. В.А. Петрухин и [др.]; ФГУП НИИАТ – М.: НПСТ «Трансконсалтинг», 2002. – 68 с.: ил.
2. Денисов, В.Н. Проблемы экологизации автотранспорта [Текст]: учебное и научно-практ. издание/ В.Н. Денисов, В.А. Рогалев; научн. редактор: проф. Л.К. Горшков. – СПб.: МАНЭБ, 2003. – 213 с.: ил. – ISBN 5-900277-05-4.
3. Рекомендации по разработке и формированию региональных программ в области повышения экологической безопасности транспортного комплекса [Текст]: научно-техническое обеспечение транспортного комплекса/ сост. В.А. Петрухин, В.А. Виженский, Е.В. Пушкарева, О.В. Салиева; ФГУП НИИАТ – М.: НПСТ «Трансконсалтинг», 2001. – 148 с.
4. Иващук, О.А. Повышение экологической безопасности автотранспорта региона на основе систем мониторинга с использованием интеллектуальных технологий [Текст]: монография/ О.А. Иващук; научн. редактор: проф. А.Н. Новиков. – Орел: изд-во ОрелГАУ, 2008. – 244 с.: ил. – ISBN 978-5-93382-100-7.

Иващук О.А. канд. физ.-мат. наук, доц.

Орловский государственный аграрный университет, Россия, г. Орел
тел. (4862) 70-18-87, e-mail jvascuk@orel.ru

А.П. ЛАПИН, А.Н.НОВИКОВ, А.В.ГЛУХОВ, Р.Р. САДЫКОВ

ОПАСНОЕ И ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

К середине XX века объем выбросов загрязняющих веществ антропогенного происхождения стал соизмерим с масштабами природных процессов миграции и аккумуляции различных соединений. Прямое влияние химического загрязнения воды и воздуха на здоровье испытывают не только жители крупных городов, но и сельских районов.

Источниками химического загрязнения биосферы стали практически все промышленные предприятия, транспорт, все более или менее крупные населенные пункты, зоны отдыха (рекреации), крупные животноводческие комплексы, территории, занятые пахотными землями.

Наибольшая угроза загрязнения водной акватории нефтью и нефтепродуктами остается со стороны возможных аварийных их разливов.

Аварийным разливом считается любой разлив, возникший в результате аварийной ситуации, опасный для здоровья людей, флоры и фауны, угрожающий загрязнением побережья. Аварийные разливы подразделяются на малые, средние, значительные, соответственно: до 40 м³, от 40-400 м³ и свыше 400 м³ нефти.

Основой при оценке воздействия разлитой нефти на экологию бассейна может быть критерий, которым обычно является гибель или серьезные повреждения типичных представителей флоры и фауны рассматриваемого района за короткий промежуток времени (несколько дней).

Загрязнение водоемов нефтепродуктами является очень стойким и распространяется на большие расстояния. Нефтепродукты образуют на поверхности воды пленку, а в толще воды они находятся в эмульгированном и растворенном виде. Тяжелые фракции, образующиеся в ходе естественного разложения нефтепродуктов в водоеме, загрязняют его дно. Процессы самоочищения в загрязненных нефтепродуктами водоемах протекают очень медленно.

Флора и фауна водоемов, и прежде всего рыба с ее кормовыми объектами - планктоном и бентосом, испытывают сильное токсическое воздействие нефтепродуктов. Последние, особенно легкие компоненты нефти, являются для организмов, населяющих водоем, ядом.

Гигиеническими исследованиями установлены следующие границы вредного влияния нефтепродуктов на животные и растительные организмы в водоемах, мг/л:

- рыбы и их молодь-16;
- икра и личинки рыб-1,2;
- бентос-1,4;

зоопланктон-1,4;
фитопланктон-0,1.

Однако оказалось, что в наибольшей степени присутствие нефтепродуктов сказывается на физических и органолептических (запах, привкус) показателях качества воды. Исследования показали, что мясо рыб приобретает привкус нефти при следующих концентрациях нефтепродуктов в воде:

Таким образом, концентрации нефтепродуктов, способные вызвать изменение органолептических свойств воды, значительно меньше концентраций. Лимитирующим показателем влияния нефтепродуктов на водоем является органолептический.

Установлены следующие предельно допустимые концентрации нефтепродуктов в воде водоемов, мг/л:

для питьевого и культурно-бытового использования - светлые нефтепродукты (бензин, дизельное топливо, керосин) - 0,1, нефть многосернистая - 0,1, нефть прочая - 0,3;

для рыбохозяйственного использования водоемов - общее содержание нефтепродуктов в растворенном и эмульгированном состоянии - 0,05.

Разлитая нефть оказывает негативное воздействие на все процессы, протекающие в водной среде, отравляет испаряющимися углеводородами атмосферу, что в свою очередь сказывается на экосистеме водного бассейна и почвы. Тяжелые фракции и эмульсии в виде «мусса» загрязняют поверхность берегов и узкие расщелины, губительно влияя на все живое.

Наиболее токсическое действие растворенных углеводородов на живые организмы в поверхностных водах, например на рыб, оказывают ароматические углеводороды предельная концентрация для бензола 5 мг/л, для «бензина» в зависимости от сорта 50-200 мг/л, для нафталина 2,5 -5 мг/л, которые затрудняют ход большинства основных биохимических процессов организма.

На водные экосистемы пагубное влияние оказывают даже достаточно тонкие пленки на поверхности воды, которые образуются в результате самопроизвольного растекания нефти, действия волн и ветра.

Фракционный и элементарный состав нефтяной пленки весьма разнообразен и обусловлен в основном сортом нефти или видом нефтепродукта и их «старением» в зависимости от воздействия всех факторов, влияющих на них при попадании на водную поверхность.

Возможность образования пленки нефти (нефтепродукта) на поверхности воды можно связывать не только с аварийными разливами, но и с коалесценцией эмульгированной нефти, учитывая разную степень устойчивости водонефтяных эмульсий.

Только одна капля нефти, растекаясь по поверхности, образует пятно диаметром 30-150 см, а 1 т нефти способна покрыть до 12 км² поверхности моря. Одна капля нефти делает непригодным для питья 25 литров воды.

Нефтяная пленка изменяет все физико-химические процессы: повышается температура поверхностного слоя воды, ухудшается газообмен, рыба уходит или погибает, но и осевшая на дно нефть долгое время вредит всему живому.

Мономолекулярный слой нефти на 50% снижает газопроницаемость, и нефтяные загрязнения препятствуют нормальному газо- и теплообмену между атмосферой и гидросферой.

Толщина пленки изменяется от долей микрометра до 2 см. Пленка нефти обладает большой подвижностью, стойка к окислению. Средние фракции нефти образуют взвешенную эмульсию, а тяжелые (мазут) оседают на дно водоемов, вызывая токсичное поражение природной фауны.

Содержание нефти в воде свыше 0,1 мг/л придает рыбе неустранимый ни при каких технологических обработках привкус и специфический запах.

В верхних 5-10 см водной толщи развивается богатейшее сообщество самых разнообразных организмов. Его называют нейстоном. Здесь находится «питомник» молоди очень многих видов рыб и беспозвоночных животных, которые, вырастая, населяют водную толщу и дно морей и океанов. На поверхности же накапливаются вещества-загрязнители, в том числе нефть и нефтепродукты.

Очень ядовиты растворимые компоненты нефти.

Нефть и продукты ее переработки превратились в самое распространенное загрязняющее вещество и оказывающее самое отрицательное воздействие на работников и живую природу (табл.1).

Таблица 1 - Чувствительность морских организмов к ароматическим углеводородам нефти (по Стокеру и Сигеру)

Морские организмы	Содержание, вызывающее отравление 10^{-4} , %
Растения	10-1000
Рыба (взрослые особи)	5-50
Личинки (все виды)	0,1-1,0
Обитатели морского дна (креветки)	1-10
Брюхоногие (улитки)	10-100
Двухстворчатые моллюски (устрицы)	5-50
Морские ракообразные	1-10
Другие морские беспозвоночные (черви)	1-10

Особенно канцерогенно вещество 1-го класса опасности - 3,4 - бензопирен. Для полициклических ароматических углеводородов характерна высокая температура кипения и поэтому они, не будучи подвержены интенсивному испарению из объема нефтяной пленки на поверхности воды, образуют, вследствие этого, концентрированную фракцию в виде диспергированных мазутных комков. Все организмы в процессе всех форм обмена с окружающей средой концентрируют в

своих тканях полициклические ароматические углеводороды. По сравнению с ароматическими углеводородами они медленнее проникают через клеточные мембраны, действуют более длительное время, являясь хроническими токсикантами.

Оценивая воздействие нефтепродуктов на живые организмы, установлено мутагенное их изменение включая человека.

Нефтеостатки по химическому составу и физическим свойствам резко отличаются от исходных нефтей и нефтепродуктов. Чаще всего они представляют собой смесь различных сортов нефтепродуктов и нефтей с повышенной обводненностью, в которых вода диспергирована в нефтяной среде. Для них характерна высокая вязкость, повышенное содержание высокомолекулярных углеводородов и механических примесей, в том числе карбенов и карбонидов.

В результате наблюдений установлено, что в течение нескольких дней до 25% нефтяного пятна исчезает за счет испарения и растворения низкомолекулярных фракций, причем ароматические углеводороды растворяются быстрее, чем парафины с открытыми цепями.

Ультрафиолетовая составляющая солнечной радиации существенно ускоряет деструкцию компонентов нефти, однако с экологической точки зрения этот процесс опасен из-за образования продуктов распада, как правило, сильно токсичных для гидробионтов. После испарения наиболее летучих компонентов процесс разрушения нефтяной пленки замедляется, так как остатки подвергаются биологическому и химическому разрушению. Биохимическое разложение основной массы разлитой нефти протекает очень медленно, так как в природе не существует какого-либо определенного вида микроорганизмов, способного разрушить все компоненты нефти. Бактериальное воздействие на них отличается высокой селективностью и полное разложение нефти требует воздействия многочисленных бактерий разных видов, причем для разрушения образующихся промежуточных продуктов требуются свои микроорганизмы. Легче всего протекает микробиологическое разложение парафинов. Скорость разложения углеводородов нефти зависит от температуры, доступа кислорода, питательного режим водной среды, т. е. от тех факторов, которые определяют ее микробиологическую активность. В воде, обедненной кислородом, разложение нефти замедляется.

Источники и механизм накопления нефтяных загрязняющих веществ в дойных осадках могут быть различными. Прежде всего это процесс седиментации смоляных образований (агрегатов). Имеют место погружения больших масс нефти при аварийных разливах, глубина проникновения нефтяных углеводородов в донные осадки весьма разнообразна, зависит от структурно-группового состава нефтяных загрязняющих веществ и осадков, состава воды, гидрометеорологических процессов, геоморфологии и других факторов.

Значительно загрязняют почвы и поверхностные воды городские стоки, содержащие продукты неполного сгорания нефти и

нефтепродуктов, отработанные смазочные масла, охлаждающие эмульсии и другие соединения нефтяного происхождения.

Некоторые вещества в малых количествах безвредны, однако они имеют свойства накапливаться в воде и тканях организмов до токсичных концентраций. Высокое содержание органических биогенных веществ в воде приводит к эвтрофикации водоемов, обеднению воды кислородом и гибели рыбной фауны.

К причинам загрязнения водной поверхности можно отнести также загрязнения, поступающие с ливневыми стоками, которые несут загрязнения, накопившиеся в почве.

Нефть считается одним из самых распространенных и самых опасных загрязняющих веществ в гидросфере, так как около трети ее мирового производства добывается на континентальном шельфе.

Весьма распространенным является нефтехимическое загрязнение почв на автозаправочных станциях, базах горюче-смазочных материалов, при транспортировке и особенно авариях с разливом нефтепродуктов. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами ухудшает их физические свойства, ингибирует биологическую активность, обуславливает накопление в почве токсичных, в том числе канцерогенных, соединений.

В настоящее время в России около 800 тыс. гектаров нефтезагрязненной земли, которые официально нуждаются в очистке, а площади, находящиеся под угрозой такого загрязнения, несравненно больше.

Таблица 1 - Источники загрязнения гидросферы нефтью (по Стокеру и Сигеру)

Источник загрязнения	Общее количество	Доля, %
Морские перевозки	2,13	34,9
В том числе:		
обычные перевозки	1,83	30,0
катастрофы	0,3	4,9
Вынос реками	1,9	31,1
Попадание из атмосферы	0,6	9,8
Природные источники	0,6	9,8
Промышленные отходы	0,3	4,9
Городские отходы	0,3	4,9
Отходы прибрежных нефтеочистительных заводов	0,2	3,2
Добыча нефти в открытом море	0,08	1,3
В том числе:		
обычные операции	0,02	0,3
аварии	0,06	0,98

На территории России находится более 12% разведанных мировых запасов нефти. Добыча, переработка и транспортировка нефти сопряжены с существенным загрязнением окружающей среды. Постоянно потенциальным источником ее дестабилизации является сеть нефтепроводов.

Действующие магистральные и внутрипромысловые нефтегазопроводы представляют собой сложные технические системы, обладающие мощным энергетическим потенциалом и охватывающие 35% территории страны, на которой проживает 60% ее населения.

Регионы строительства новых магистральных и промысловых нефтегазопроводов характеризуются крайней уязвимостью окружающей природной среды. Трубопроводы эксплуатируются в условиях вечной мерзлоты, высокой сейсмичности, карстовых и оползневых воздействий, тяжелой ледовой обстановки на реках и морских акваториях.

Существующая нормативная база использует энергетический принцип, согласно которому одна тонна паров бензина или других горючих жидкостей приравнивается к 8-10 тоннам тротила. Таким образом, нефтеперерабатывающие заводы это десятки атомных бомб. Согласно данным Т. Гаевой, анализ последствий аварийных взрывов показывает, что более, чем в 95% случаев нагрузки будут в 3-12 раз превышать безопасный уровень (5 кПа), заложенный в соответствии со СНиПом при проектировании взрывоопасных объектов, поэтому существующая нормативная база не позволяет реально определять состояние взрывоустойчивости объекта нефтегазового комплекса.

Нефтегазовый комплекс России - это 130 тысяч нефтяных и 5679 газовых скважин, свыше 228 тыс. км магистральных трубопроводов с более чем 1000 насосных и компрессорных станций, не менее 3,5 тыс. газораспределительных и автомобильных газонаполнительных станций, объем резервуарных емкостей 13,2 млн.м³ в т.ч. 300 нефтехранилищ, расположенных в черте крупных городов. Это огромные территории страны, постоянно находящиеся под угрозой чрезвычайных ситуаций в виде пожаров, взрывов, разливов нефти и нефтепродуктов.

Так, в СНГ ежегодно происходит до 700 крупных разрывов нефтепроводов, при этом потери достигают, по разным источникам, 7-20% добываемой нефти.

В настоящее время протяженность нефтепроводов в России достигла 49,5 тыс. км, а продуктопроводов - 13 тыс. км. Нефтепроводы Западной Сибири отличаются от аналогичных объектов своей протяженностью, большим диаметром и высокой производительностью. Это достаточно экологически безопасный вид транспортировки нефти, но и на них случаются аварии с тяжелыми экологическими последствиями. Так за 10 лет (1984-1994 гг.) в МО «Сибнефтепровод» произошло 20 аварий, т. к. многие из магистральных нефтепроводов из Западной Сибири в центральную часть России проработали в напряженном режиме 15-20 лет.

Анализ 692 случаев аварийных разливов нефти на промысловых нефтепроводах Западной Сибири (на примере ПО «Нижневартовскнефтегаз») показал, что в 60% случаев аварии происходят на нефтепроводах, проложенных на болотах, в 26,8% - в условиях заболоченной местности и в 5,5% - в водоемах. Количество нефти, разлитой в результате этих аварий составило 31471 т. В среднем в

ходе одной аварии теряется 46,6 т нефти. Общая площадь залитых нефтью земель составила 272,4 га, а в среднем она не превышает 0,4 га. Обычно убирается только около 80% разлитой нефти. Площадь земель, которые были подвергнуты рекультивации за разные годы, колебались от 8,6% до 70% от общей площади загрязненных нефтью земель.

Задержка с обнаружением и ликвидацией утечек нефти приводит к значительному увеличению масштабов аварии.

Довольно часто аварии и катастрофы на магистральных нефтепроводах происходят под воздействием внешних факторов. Среди них не последнее место занимают природные явления - землетрясения, лесные пожары, наводнения, метеорологические опасности: ураганы, снеговые нагрузки, обледенения. Уровень технической безопасности промышленных трубопроводов снижается, так как сокращается их ремонт и реконструкция.

Срок эксплуатации около половины магистральных нефтепроводов достиг срока службы: свыше 33 лет - 30%, от 20 до 30 лет - 37%. К 2009 г. доля нефтепроводов с возрастом свыше 35 лет составила 40%. В связи с этим вероятность возникновения аварий с разливами нефти на магистральных нефтепроводах будет возрастать. В последние несколько лет аварийность на нефтепроводах России зафиксирована на уровне 0,06 на 1000 км.

Проникновение нефтепродуктов в земные недра приводит к долговременному загрязнению почв, грунтов и подземных вод. Нефтепродуктовое загрязнение геологической среды по «живучести» и токсичности отдельных соединений, входящих в его состав, относится к наиболее опасным видам загрязнения окружающей среды и по своим негативным последствиям и долговременности действия стоит в одном ряду с радиоактивным загрязнением. С ним бывает связана прямая непосредственная угроза здоровью и жизни людей. Помимо опасности токсикологического воздействия на биоту, загрязненные нефтепродуктами массивы грунтов служат источником углеводородных газов и создают скрытые пожаро- и взрывоопасные очаги в системах подземных сооружений и коммуникаций.

Разлив нефти при ее добыче сопряжен со многими негативными явлениями, приводящими к разрушению почвы. Сюда относится нарушение почвенно-растительного покрова, эрозия почвы (размывы), термокарст (просадка земли), опустынивание (образование песчаных дюн) и связанное со всеми этими явлениями уменьшение земельного фонда и сокращение численности животных. Загрязнение почвы, воды привело к тому, что резко активизировались процессы их окисления.

Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что плотность почв до загрязнения нефтью и нефтепродуктами перемерял по глубине. На основании результатов статической обработки экспериментальных данных при теоретическом исследовании процесса уплотнения получены зависимости плотности деформирующегося слоя почвы от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. Эта зависимость описывается уравнением параболы второго порядка

$$P^{(h)} = c + bh + ah^2, \quad (1)$$

где a, b, c - коэффициенты, определяющие тип почвы, г/см^3 .

При начальной влажности грунта W и плотности твердых частиц ρ глубина максимальной деформации почвы составит:

$$h_{\max} = H_0 \left[1 - \frac{c + bh + ah^2}{(1 + U_0) \cdot \rho_{ТВ}} \right], \quad (2)$$

Статистика свидетельствует, что в последние годы в России происходит в среднем около 60 тысяч разрывов трубопроводов, приводящих к огромным потерям нефти и «замазученности» территории. В 1995-1996 гг. имело место 15 крупномасштабных аварий. Среди них выделяется авария в 1996 г. в Неф-тьюганском районе (Ханты-Мансийский АО), в результате которой в реку Большой Балык попало 2970 тонн нефти.

На рис.2 и ниже приведены некоторые количественные данные, характеризующие экологическую ситуацию в нефтеперерабатывающей промышленности России.



Рисунок 1 – Количественные данные, характеризующие экологическую ситуацию в нефтеперерабатывающей промышленности

Загрязнение водного пространства нефтью и нефтепродуктами и представление о том, что человечество в будущем может питаться морскими продуктами, становится все более иллюзорным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киреева Н.А., Мифтахова А.М., Галимзянова Н.Ф. Индикация загрязнения почв нефтью по состоянию комплекса микроскопических грибов.-Экология и пр-ть в России, 2000.- Январь. С. С.38-40
2. Костаров С.М., Бузмаков С.А. Основные направления повышения экологической безопасности нефтегазодобывающего предприятия.- Вестник М АНЭБ, 2000.-№6.- с. 100-102
3. Лапин А..П., Пирогов С.В., Бобков А..А.. и др. Экологическая безопасность применения нефтепродуктов в сельскохозяйственном производстве.- Брянск, 2003.- 592 с.

4. Сушев С.П., Ларионов В.М., Угаров А.И. Обоснование объема ресурсов для ликвидации аварий на магистральном нефтепроводе на основе моделирования разливов нефти. - Без-ть жизнедеятельности, 2002. - №7. - с.7-12

5. Поренаго О.П., Давыдова С.А.. Экологические проблемы химии нефти.- Нефтехимия, 1999.-т.39.- с.3-13.

Лапин А.П. докт. техн. наук, проф.; **Новиков А.Н.** докт. техн. наук, проф.;
Глухов А.В. асп.; **Садыков Р.Р.** асп.;

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
тел. (4862) 41-98-77; e-mail: tmsi@ostu.ru

А.Н.НОВИКОВ, О.А.ИВАЩУК, В.В.ВАСИЛЬЕВА

ПУТИ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА КАЧЕСТВО АКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

В статье рассматриваются основные аспекты управления качеством акустической среды в зоне влияния автомобильных дорог на основе двухуровневой автоматизированной системы экологического мониторинга. Проблема шумового загрязнения рассмотрена в системном представлении, которое позволило выделить управляемые и неуправляемые факторы, формирующие уровень негативного воздействия, определить объекты экологического мониторинга. Приведены результаты математического моделирования, осуществленного на основе аппарата искусственных нейронных сетей.

Проводимые в последние годы исследования, показывают, что шум, вызываемый движением автотранспорта, является основным источником акустического дискомфорта для населения городов [1].

Постоянная шумовая нагрузка может привести к серьезным нарушениям механизма слуха, которые возникают уже при уровне непрерывной звуковой нагрузки в 85 дБА. Такой шум создают транспортные потоки, движущиеся по автодорогам города. Установлено, что после кратковременного воздействия высокого уровня шума острота слуха у человека снижается временно и незначительно, но при повторном и длительном воздействии сенсорные клетки повреждаются серьезно и генерировать их невозможно [2]. Шумовое воздействие способно вызвать звон в ушах, а также так называемый тиннитус - односторонний или двусторонний шум в виде самых разнообразных звуков, не имеющих внешнего источника. Врачи полагают, что степень поражения клеток внутреннего уха зависит как от индивидуальной предрасположенности, так и от общего состояния здоровья человека. Сильный шум способен привести к нервным и психическим заболеваниям. У человека, подвергающегося ежедневно в течение нескольких лет воздействию шума интенсивностью 65-85 дБА, может развиваться патология сердечнососудистой системы, желудочно-кишечного тракта.

Следует отметить, что шумовое воздействие учитывается при исследовании техногенного загрязнения природной среды гораздо реже, чем, например, вредные химические выбросы в атмосферный воздух. В г. Орле, как и во многих других городах России, не проводятся измерения уровня шума, по крайней мере, целенаправленный мониторинг в этой области отсутствует.

Согласно ГОСТ 23337-78 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий» и ГОСТ 12.1.036-81 «Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях» предельно допустимый уровень шума составляет 60-75 дБА. Его превышение на каждые 1-3 дБА снижает производительность труда, как

минимум, на 1%. С целью регламентации предельно допустимых шумов на предприятиях, улицах городов установлены санитарные нормы (СН 2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»). В частности, в жилых районах города уровень шума не должен превышать: днем – 60 дБА, ночью – 50 дБА. В жилых помещениях, находящихся на магистральных улицах, днем при закрытых окнах - 45 дБА, ночью – 35 дБА.

Следует отметить, что в России в отличие от стран Запада не установлены отдельные гигиенические нормы для шума в вечернее время, а имеются только два периода оценки: дневной (с 7 до 23) и ночной (с 23 до 7). Между тем вечерний шум требует отдельной оценки и нормирования, так как в этот период времени многие горожане уже отдыхают после рабочего дня, при этом, продолжая оставаться в зоне акустического дискомфорта.

Для оценки и, в особенности, прогнозирования уровня шумового воздействия потоков автотранспорта наиболее рационально применение методов математического моделирования.

Уровень автотранспортного шума зависит от многих факторов: интенсивности, скорости, доли грузового транспорта, длины и ширины перегона, типа двигателя автомобиля, типа и качества дорожного покрытия, наличия зеленых насаждений, этажности зданий вдоль дороги, плотности застройки, озеленения придорожной полосы, а так же ряда атмосферных параметров. Но распространение звуковых волн в атмосфере - сложный процесс, так как состояние атмосферы неустойчиво по своей природе. Такие параметры как температура окружающей среды, скорость и направление ветра, влажность не являются постоянными, и воздействие их на распространение шума незначительно, так как расстояние прохождения звуковой волны невелико. А так же в случае сложившейся застройки улиц, варьирование некоторыми параметрами не представляется возможным.

Таким образом, эффективно построение частных математических моделей для конкретных территорий, находящихся в зоне влияния автодорог, характеризующихся определенным набором стационарных параметров улично-дорожной сети и застройки.

В работе [3] на основе интеллектуальных технологий (аппарата нечеткой логики) разработана экспертная система *ES*, с использованием которой определены участки автодорог (перегон и примыкающий перекресток), рекомендованные для расположения стационарных постов контроля локальных станций мониторинга. Определено 9 таких участков, расположенных на улицах: Городской (3 – опасная); Горького (3 – опасная); 5-го Августа (3 – опасная); Паровозной (4 – очень опасная); Михайлицина (4 – очень опасная); Брестская (4 – очень опасная); Московская (4 – очень опасная); 1-ая Посадская (4 – очень опасная); Комсомольская (4 – очень опасная), в зоне влияния которых складывается регулярная опасная экологическая ситуация по состоянию воздушного бассейна (химическое загрязнение атмосферного воздуха и шумовое воздействие на акустическую среду).

Для данных участков разработаны частные математические модели воздействия автотранспорта на акустическую среду различных территорий города. Для построения прогностических математических моделей в качестве входных параметров были взяты следующие характеристики: интенсивность транспортного потока, доля грузового и общественного транспорта в потоке и скорость потока. Результатом работы модели является определение эквивалентного уровня шума.

Методом для осуществления математического моделирования был избран нейросетевой подход, а именно построение искусственных нейронных сетей (ИНС).

В традиционных эмпирических методах моделирования, таких как регрессионный анализ, исследователь сам априорно выдвигает гипотезы о виде зависимости между данными. Это относится и к современным средствам установления зависимостей, например, оперативной аналитической обработке данных (*On-Line Analytical Processing – OLAP*). Реально ситуация, когда заранее можно указать форму регрессионной модели, полностью соответствующей исследуемому процессу, встречается весьма редко. В большинстве случаев адекватную модель приходится подбирать методом проб и ошибок.

В основе построения ИНС лежит идея установления адекватной зависимости без необходимости формулирования гипотезы о ее конкретном виде.

Подобно мозгу, ИНС предусматривает возможность автоматического выбора конфигурации и самообучения: сравнивать свой выходной сигнал Z (в определенных контролируемых условиях) с заданным исходным сигналом обучения Y и производить самонастройку: осуществлять автоматический подбор внутренних весовых коэффициентов с целью минимизации различий между Z и Y . Современная теория ИНС опирается на теорему Хехт-Нильсена, предложенную в 1987 году, которая доказывает решаемость задачи представления функции произвольного вида на ИНС и указывает для каждой задачи минимальное число искусственных нейронов.

ИНС – это компьютер общего назначения, который имеет принципиально отличающийся способ организации вычислительного процесса: он *не программируется* с использованием явных правил и кодов в соответствии с заданным алгоритмом, а *обучается* посредством целевой адаптации синаптических связей (реже, их структурной модификацией и изменением переходных функций нейронов).

Выбрать тип ИНС, задать ее конкретную архитектуру – значит определить модель обрабатываемого элемента (нейрона), сеть связей (топологию и веса) и управляющую структуру системы (включая алгоритм обучения).

При использовании баз данных наблюдений за процессом (системой) для обучения ИНС отводится некоторая часть данных, называемая *обучающей выборкой*. Для обучающих примеров X отклики системы Y известны. Норма отклонения модельной функции G и реальной F на *обучающем множестве* $M_{об}$ называется *ошибкой обучения модели*:

$$E = \sum_{i \in \text{ii.}} \|G(X) - F\|.$$

Если определены обучающая выборка и способ вычисления E , то обучение ИНС превращается в задачу многомерной оптимизации, для решения которой используются различные методы [4].

Особый интерес представляют предсказательные свойства построенной и обученной ИНС: отклик процесса (системы) на новое воздействие, пример которого отсутствует в БД наблюдений. Ошибка, допускаемая моделью G на новых данных, называется *ошибкой обобщения модели* E_G . Основная цель при построении имитационной ММ – уменьшение именно E_G , т. к. малая ошибка обучения гарантирует адекватность модели лишь в заранее выбранных точках. В связи с тем, что истинное значение E_G не доступно, на практике используется ее оценка: анализируется часть примеров из имеющейся БД, не используемых при обучении, для которых известны отклики – *тестовая выборка*. E_G при этом оценивается как норма отклонения G на множестве примеров из тестовой выборки.

Использовалась среда NeuroPro (альфа-версия нейросетевого программного продукта для работы с ИНС и извлечения с их помощью знаний из таблиц данных в среде Windows). Данный комплекс не требует больших объемов компьютерной памяти и может функционировать на базе стационарных (или мобильных) постов контроля для проведения оценки реального состояния по качеству акустической среды, для прогнозирования развития сложившейся экологической ситуации, а также для предсказания результатов регулирующих мероприятий.

В качестве примера на рисунке 1 приведена схема ИНС с архитектурой 3-(3-2-1)-1 для одного из опытных участков по улице Комсомольской (перегон от пер.Карачевский до ул.МОПРа). В таблице 1 указаны ошибки обучения и обобщения моделей с разной архитектурой.

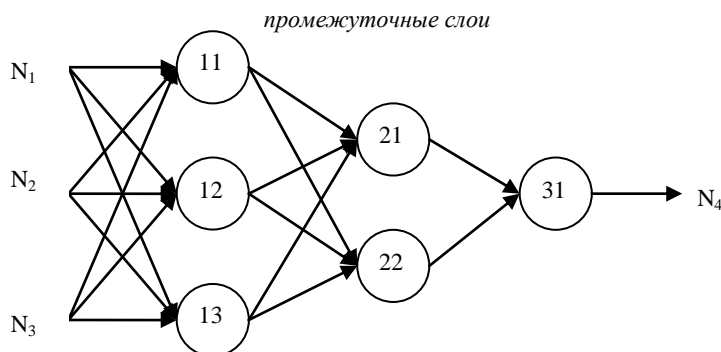


Рисунок 1 – Схема искусственной нейронной сети с архитектурой 3-(3-2-1)-1.

Использование подобных моделей позволит значительно сократить число натуральных экспериментов, необходимых для адекватной оценки состояния окружающей среды в зоне влияния автодорог, и, соответственно, снизить эксплуатационные затраты на содержание локальных станций мониторинга, а также обеспечит возможность получения информации в режиме реального времени.

Входы: N_1 - интенсивность транспортного потока (авт/час); N_2 - доля грузового и общественного транспорта в потоке (%); N_3 - скорость транспортного потока (км/ч); *Выход:* N_4 - эквивалентный уровень транспортного шума (дБА)

Таблица 1 - Результаты построения прогностических моделей

Число нейронов в скрытых слоях	Ошибка обучения модели, E (%)	Ошибка обобщения модели, E_G (%)
<i>однослойная сеть</i>		
2	0,965129	1,206043
3	1,423623	1,875413
<i>двухслойная сеть</i>		
1-1	1,107303	1,264579
2-1	0,967742	1,093196
2-2	1,248965	1,881634
3-1	2,014037	4,652301
3-2	1,083578	1,528961
<i>трехслойная сеть</i>		
3-2-1	0,923968	0,802995

ЛИТЕРАТУРА

- Новиков, А.Н. Управление качеством акустической среды в зоне влияния автомобильных дорог на основе автоматизированной системы экологического мониторинга [Текст] / А.Н. Новиков, О.А. Иващук, В.В. Васильева // Вестник МАДИ(ГТУ). – 2007. - № 4(11) – С. 90 – 98.
- Воздействие транспортного комплекса РФ на состояние ОС и здоровье населения [Текст]: Аналитический доклад / сост. В.А.Петрухин и [др.]; ФГУП НИИАТ – М.: НПСТ «Трансконсалтинг», 2002. – 68с.: ил.
- Иващук, О.А. Повышение экологической безопасности автотранспорта региона на основе систем мониторинга с использованием интеллектуальных технологий [Текст]: монография / О.А.Иващук; научн. ред. А.Н. Новиков – Орел: изд-во Орел ГАУ, 2008. – 244 с.: табл.11, рис.69, библиогр.137 назв. – ISBN 978-5-93382-100-7.
- Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика [Текст] / В.В. Круглов, В.В. Борисов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2001. - 382 с.: ил. - ISBN 5-93517-031-0.

Новиков А.Н. докт. техн. наук, проф.

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
тел. (4862) 41-98-77; e-mail: tmsi@ostu.ru

Иващук О.А. канд. физ.-мат. наук, доц., **Васильева В.В.** канд. техн. наук
Орловский государственный аграрный университет, Россия, г. Орел
тел. (4862) 70-18-87, e-mail ivascuk@orel.ru

А.П.ТЯСЦИН

АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ВЗРЫВА ПРИ НАЛИВЕ И СЛИВЕ ЖИДКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Автомобильный транспорт признан источником повышенной опасности. Перевозка этим транспортом веществ, материалов, изделий, отходов производственной и иной деятельности, которые в силу присущих им свойств и особенностей могут при их перевозке создавать угрозу для жизни и здоровья людей, нанести вред окружающей среде, привести к повреждению или уничтожению материальных ценностей значительно повышают уровень опасности.

Перевозка опасных грузов автомобильным транспортом – явление достаточно распространенное. По классификации, принятой по рекомендациям Экономического и Социального Совета Организацией Объединенных Наций, перечень опасных веществ и их групп, допущенных к перевозке в международном сообщении, превышает 3 тыс. наименований.

Доля опасных грузов в общем объеме грузовых перевозок постоянно растет. В настоящее время в России всеми видами транспорта перевозится около 800 миллионов тонн опасных грузов. При этом 65% объема приходится на долю автомобильного транспорта. По экспертным оценкам основной удельный вес в общем объеме перевозки опасных грузов на автомобильном транспорте приходится на нефтепродукты.

Естественно, что при таких объемах вероятность происшествий с транспортными средствами достаточно велика. По данным Федерального государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт охраны труда» одной из основных причин несчастных случаев при эксплуатации автомобилей цистерн для перевозки жидких нефтепродуктов являются взрывы, на их долю приходится около 9% случаев с летальным исходом. Основными местами, где происходят взрывы, являются нефтебазы и заправочные пункты. Подавляющее большинство взрывов (свыше 90%) произошли при осуществлении операций, связанных с наполнением цистерн и сливом нефтепродуктов. Основной причиной взрывов является небрежное обращение с взрывоопасными веществами. Сложившаяся ситуация с обеспечением безопасности операций слива налива жидких нефтепродуктов требует разработки новых методологических подходов основанных на анализе опасностей.

При рассмотрении технологических процессов заполнения цистерн и слива нефтепродуктов в качестве объекта анализа опасностей выступает система «человек - машина - окружающая среда - груз» (ЧМС), в которую в единый комплекс, предназначенный для выполнения основных производственных функций, объединены технические объекты (автомобили, оборудование постов залива и слива нефтепродуктов,

технические средства безопасности и т.д.), люди (водители, операторы), окружающая среда и свойства груза, взаимодействующие друг с другом. Основными компонентами такой системы являются человек, машина, среда, груз а сложные процессы, происходящие между основными компонентами, нуждаются в управлении.

Взаимодействие компонентов, входящих в систему ЧМС, может быть штатным и нештатным. Нештатное взаимодействие приводит к несчастным случаям, которые выражаются в виде нежелательных, незапланированных, непреднамеренных событий, нарушающих обычный ход вещей и происходящих в относительно короткий отрезок времени.

В общем виде анализ опасностей включает в себя: выявление опасных объектов; характер, возможные проявления, степень опасности; возможность предотвращения несчастного случая; оценка вероятности возникновения несчастных случаев на анализируемых объектах; оценка возможного ущерба; анализ средств и методов предотвращения или снижения вероятности несчастных случаев; разработка инженерно-технических, технологических, организационных мероприятий, направленных предотвращения или снижения вероятности несчастных случаев.

Поиск причин несчастных случаев, в конечном счете, приводит к анализу системы управления опасностями. На разных стадиях жизненного цикла системы ЧМС функциональные модели системы управления опасностями могут состоять из разных элементов, при этом обязательным является наличие информационной системы, обратных связей и алгоритма функционирования. Наиболее сложной является функциональная модель системы управления опасностями на стадии эксплуатации системы ЧМС.

В общем, виде анализ опасностей при выполнении операций слива и налива цистерн должен позволить определить источники опасностей, потенциальные несчастные случаи, последовательности развития событий, вероятность несчастных случаев, величину риска, величину последствий, пути предотвращения несчастных случаев и смягчения последствий.

Качественные методы анализа опасностей включают: предварительный анализ опасностей, анализ последствий отказов, анализ опасностей с помощью дерева причин, анализ опасностей с помощью дерева последствий, анализ опасностей методом потенциальных отклонений, анализ ошибок персонала, причинно-следственный анализ.

Проведем предварительный анализ опасностей. Известно, что причиной взрывов, возникающих при операциях налива и слива автоцистерн нефтепродуктами, является выполнение двух условий:

- наличие взрывоопасной концентрации смеси паров нефтепродуктов в объеме, достаточном для развития взрыва;
- возникновение в данном объеме искрового разряда необходимой мощности или другого источника воспламенения.

В цистерне при наливе общее давление смеси паров нефтепродуктов и воздуха равно атмосферному давлению, температура

смеси близкая к температуре окружающей среды, однако состав и концентрация паров, возникающих при наливке бензина и дизельного топлива, естественно разные.

Бензины различных сортов имеют давление насыщенных паров в диапазоне от 500 мм рт. ст. (летнее) до 650 мм рт. ст. (зимнее). Данные величины измеряются при 38°C и косвенно определяют способность занять соответствующую долю при образовании паровоздушной смеси (ПВС) за счет испарения. Величина этой доли, а точнее объёмная концентрация, также зависит от температуры окружающей среды. В состав компонентов паровоздушной среды входят следующие углеводороды: пропан, изобутан, н-бутан, пентан, н-пентан, гексан, а объёмная концентрация их в 1 м³ ПВС в зависимости от температуры может находиться в пределах от 15% при температурах -30°C до 55% при температурах +30°C. При этом взрывоопасная концентрация паров бензинов составляет от 2 до 6 объёмных процентов.

Применив эти выводы к процессу налива автоцистерны бензином, получим следующие результаты: если цистерна до момента налива перевозила бензин, то при сливе на стенках и трубопроводах имеют место остатки продукта, легкие углеводороды которого испаряясь в диапазоне указанных выше температур всегда создают концентрации паров выше 15%. Поступление новой доли бензина (в процессе бурного начала налива) может только повысить концентрацию имеющихся там паров легких углеводородов (ЛУВ). Следовательно, возникновение взрывоопасной концентрации паров в данном случае внутри цистерны представляется маловероятным.

Дизельное топливо (летнее, зимнее) имеет давление насыщенных паров 10-13 мм рт. ст. по Рейду при температуре 38°C. Данная величина показывает, что испаряемость этого продукта очень низкая и объёмное количество ЛУВ в ПВС паров дизельного топлива с воздухом при любой температуре менее 1%, то есть практически взрывоопасных концентраций при наливке, сливе и перевозке дизельного топлива внутри цистерны, если туда не подмешан бензин или другие ЛУВ, не возникает. Следовательно, при операциях с дизельным топливом, если в автоцистерне находилось дизельное топливо, не возникает условий возникновения взрывоопасной концентрации ЛУВ как внутри цистерны, так и снаружи.

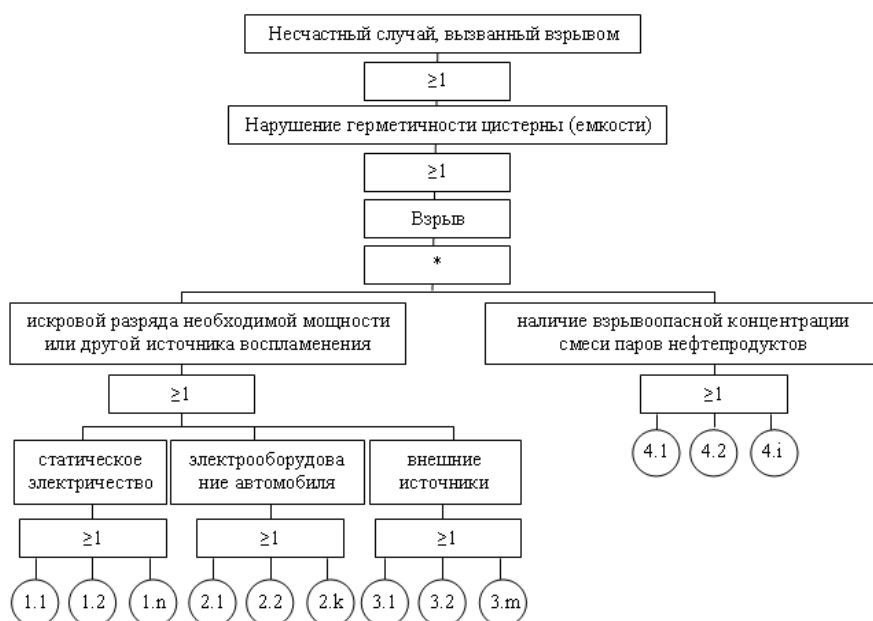
Исследования процессов утилизации паров ЛУВ, проведенные специалистами ОАО «Промприбор», позволили выявить довольно хорошую способность дизельного топлива поглощать пары (бутанов, пентанов, гексанов и др.). Экспериментально установлено, что для поглощения ЛУВ из одного м³ ПВС с концентрацией 40-50% на развитой поверхности контакта ЛУВ и пленки дизельного топлива его достаточно 25-30 л.

Таким образом, при наполнении автоцистерны, в которой до этого транспортировался бензин, дизельным топливом имеют место следующие события. До момента налива дизельного топлива концентрация паров ЛУВ внутри цистерны была выше взрывоопасной, после начала поступления в эту цистерну дизельного топлива ЛУВ из ПВС быстро

поглощаются дизельным топливом, концентрация их уменьшается и быстро становится взрывоопасной. Причем при уменьшении концентрации ЛУВ из ПВС - скорость их поглощения (абсорбирования) уменьшается, поэтому на протяжении практически всего времени налива автоцистерны внутри нее концентрация паров ЛУВ в ПВС находится в пределах от 2 до 6% [3].

Возникновение второго условия образования взрыва, наличия искрового разряда необходимой мощности или другого источника воспламенения, обусловлено тем, что все нефтепродукты (бензины, дизельные топлива) относятся к жидким диэлектрикам и при движении по трубопроводам, в результате трения между слоями и отдельными частицами возникает электрический потенциал.

Величина объемной плотности зарядов, движущегося по трубе нефтепродукта, зависит от многих факторов (скорость, наличие примесей, в том числе воды, температуры, вязкости, состава и др.). При этом объеме цистерны может возникнуть достаточно высокая величина объемной плотности электростатических зарядов, а соответственно - высокий электрический потенциал, достигающий 3-5 киловольт относительно стенок или выступающих металлоконструкций (связок, уголков, стержней, расположенных параллельно или с наклоном к «зеркалу» продукта) соединенных с котлом цистерны. В этот момент возможно возникновение искрового разряда с мощностью достаточной для воспламенения взрывоопасной концентрации паров нефтепродукта.



условные обозначения: * - логическая функция «И»; \geq - логическая функция «ИЛИ»

Рисунок 1 – Дерево причин несчастного случая, вызванного взрывом при наливе, сливе нефтепродуктов

Кроме статического электричества источником, способным инициировать взрыв, могут быть электрооборудование автомобиля, нагретые детали, а также внешние источники.

Дальнейшим этапом анализа опасностей является построение дерева причин потенциального несчастного случая, рис. 1

Анализ дерева причин показывает, что начальными компонентами способными вызвать взрыв при наливе, сливе нефтепродуктов являются конкретные источники воспламенения и условия, при которых смесь в цистерне (емкости) может иметь взрывоопасную концентрацию. На завершающем этапе анализа дерева отказов можно количественно оценить влияние каждого компонента на вероятность взрыва и несчастного случая, вызванного им.

Как признает большинство исследователей процесс образования электростатических зарядов при наливе автоцистерн, а также возникновение электрических искровых или коронных разрядов, в настоящее время изучен слабо, и существенно повлиять на него невозможно. Однако большинство рекомендаций и используемых технических средств по предотвращению взрыва при наливе и сливе нефтепродуктов ориентированы именно на исключение появления искровых разрядов.

При этом даже предварительный анализ дерева причин несчастных случаев позволяет сделать вывод, что более перспективным направлением повышения взрывобезопасности рассматриваемого технологического процесса является недопущение образования взрывоопасной смеси в цистерне (емкости).

ЛИТЕРАТУРА

1. Арустамов, Э.А. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / Э.А. Арустамов, В.А. Воронин, А.Д. Зинченко и др. М.: «Дашков и К», 2006. – 480 с.
2. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В. Белов, А.В. Ильицкая, А.Ф. Кобяков и др. - М.: Высшая школа, 1999. – 448с.
3. Кобылкин, Н.И. Анализ причин взрывов автоцистерн при наливе [Электронный ресурс] / Н.И Кобылкин
<http://www.prompribor.ru/index.htm>

Трясцин А.П. канд. техн. наук.

Орловский государственный технический университет, Россия, г. Орел
тел. (4862) 41-98-77; e-mail: tmsi@ostu.ru

ОБРАЗОВАНИЕ И КАДРЫ

УДК 371.014.3

Г.В. БУКАЛОВА, А.Н. НОВИКОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ КОМПЕТЕНТНОСТНОЙ МОДЕЛИ ВЫПУСКНИКА ВУЗА

Авторам представляется современная тенденция использования компетентного подхода в профессиональном образовании технического профиля. Указаны методические приемы выявления выпускающей кафедры совокупности компетенций, входящих в состав компетентностной модели.

Основным ресурсом развития современного автообслуживающего производства становится человеческий капитал. Профессиональная компетентность персонала возводится в ранг основной ценности предприятия, обеспечивающей его конкурентное преимущество. Компетентность персонала, являясь функцией капитала и труда, во много определяет эффективность использования материальных ресурсов.

Профессиональное образование - система с трудно определимым эффектом функционирования. Компетентность же выпускника вуза, как явление новой образовательной культуры, достаточно полно представляет его результат. Это указывает на актуальность использования в сфере профессионального образования компетентного подхода, как некой позиции, обуславливающей особенности проектирования, организации и исследования образовательного процесса [1]. Любой педагогический подход характеризуется определенной идеей, центрирующейся на какой-либо смыслообразующей категории. По отношению к компетентностному подходу такими категориями выступают «компетентность» и «компетенция».

Под компетентностью понимается «основывающаяся на знаниях, интеллектуально и личностно обусловленная образовательно-профессиональная характеристика человека [2].

Данное определение указывает на очевидную структурность компетентности специалиста. Структуру компетентности специалиста технического профиля целесообразно представить, состоящей из следующих элементов: совокупности компетенций, профессионального опыта и должностных полномочий. При этом компетенция рассматривается как «обобщенная характеристика личности (специалиста), определяющая проявляемую им готовность использовать свой потенциал (знания, умения, опыт и личностные качества) для успешной деятельности в определенной профессиональной области» [3, с.46].

Полномочия же в сфере инженерной деятельности понимаются как право на выполнение определенных производственных или управлен-

ческих функций с использованием ресурсов предприятия в объеме, соответствующем степени ответственности работника [4].

Из этого следует, что законченное формирование и проявление компетентности выпускника вуза в полном объеме возможно лишь в реальных производственных условиях, т.е. за пределами образовательного процесса вуза. Другими словами, процесс формирования компетентности специалиста, охватывающий период получения профессионального образования, распространяется и на весь последующий период его производственной деятельности.

Использование компетентностного подхода, акцентирующего результат образовательного процесса, позволяет выделить ту часть компетентности работника, которая может быть сформирована в ходе его профессионального образования. Требования к подготовке выпускника вуза целесообразно представить в виде, своего рода, профессионального стандарта – модели компетентности выпускника по соответствующей специальности (направлению) обучения. Причем производственные функции специалиста сферы автообслуживания, составляющие основу компетентностной модели, могут быть выражены достаточно четко. Представление результатов образования в виде компетентностной модели даёт возможность работодателю оценить соответствие потенциальных профессиональных возможностей выпускника потребностям данного предприятия в трудовых ресурсах.

Таким образом, обеспечивается «прозрачность» системы профессионального образования, что способствует снижению существующего в настоящее время «противоречия между результатами деятельности высшей школы и запросами рынка труда» [3, с. 47]. Кроме этого наличие компетентностной модели выпускника вуза, представляющей результаты образования зафиксированными в виде компетенций, обеспечивает возможность для разработки образовательных программ нового типа – компетентностно-ориентированных.

Основную системообразующую функцию процесса подготовки выпускника вуза выполняют образовательные цели. Они определяют основную методологическую направленность образовательного процесса и связывают воедино все его компоненты. Особенностью системы профессионального образования является то, что цели её функционирования формируются вне этой системы. Они исходят из производственной сферы и общегосударственных социально-экономических тенденций формирования трудовых ресурсов. Отсюда, основным условием эффективности образовательного процесса является согласованность целей системы профессионального образования с целевыми социально-экономическими установками той сферы производства, для которой ведется подготовка выпускников вуза.

Понимание **компетентности**, как способности к разрешению разнообразных социально-профессиональных производственных проблем, позволяет определить проблемное поле анализа моделируемой профессиональной деятельности. Это составит основу для выявления **совокупности компетенций**, представляющих **компетентность** выпуск-

ника вуза [5]. Компетенции в сфере профессиональной деятельности трактуются как совокупность знаний, умений, навыков, способностей, которые необходимы для осуществления определенных профессиональных функций. Такая методологическая позиция дает возможность посредством функционального анализа профессиональной деятельности выявить комплекс компетенций, охватывающих весь функционал должности или группы должностей, обычно занимаемых выпускниками вуза по данной специальности (направлению) в первые годы работы на производстве. Компетенции – это обобщенные способы действий, обеспечивающие эффективное выполнение профессиональной деятельности; это способность работника на практике реализовать свою компетентность. Сущность компетентности определяет операционально-технологический компонент, т.е. совокупность способов действий, основу которых, в свою очередь, составляют деятельностные способности работника. Но кроме процедурных (деятельностных) знаний, умений и навыков, способностей в структуру **компетентности** входит также эмоционально-волевая сфера, обуславливающая продуктивное поведение работника при выполнении производственных функций. Другими словами, компетентности также соответствуют и поведенческие признаки, которые могут быть зафиксированы в компетентностной модели специалиста в виде определенных компетенций, описывающих духовно-нравственные качества выпускника вуза. Формирование компетентностных моделей выпускника вуза по соответствующим специальностям (направлениям), вероятно, относится к задачам выпускающей кафедры. Решение этой сложной, не однозначно решаемой задачи требует привлечения экспертного опроса и анкетирования. Основное назначение экспертного опроса – выявление перечня наиболее важных для эффективного осуществления производственного процесса компетенций персонала, занятого работами, соответствующими профессиональной подготовке выпускников вуза по данному направлению (специальности).

Начальным этапом организации процедуры экспертного опроса является формирование экспертной группы. Состав экспертной группы формируется из должностных лиц – представителей соответствующего профессионального сообщества и профессорско-преподавательского состава выпускающей кафедры, обладающих глубокими познаниями производительных процессов соответствующей области производства и владеющих сведениями о требованиях рынка труда к профессиональной подготовке соответствующих трудовых ресурсов. Целесообразно удовлетворение следующих требований, предъявляемых к экспертам:

- непосредственное руководство работниками, занимающими должности, соответствующие первым годам производственной деятельности выпускников вуза или (и) наличие стажа работы на предприятии в должности, для которой создается компетентностная модель специалиста не менее 2-х лет при условии эффективного выполнения должностных обязанностей;

- или руководство предприятием соответствующего профиля деятельности;

- глубокие познания производственного и образовательного процессов данного профиля;
- в качестве экспертов могут выступать работники отдела управления персоналом профильного предприятия.

Экспертный опрос может носить характер анкетирования или интервьюирования. В первом случае в качестве инструментария экспертного опроса выступает анкета с перечнем компетенций выпускника вуза. Каждый эксперт выбирает из представленного перечня действительно необходимые по его мнению компетенции, ранжирует их по степени важности для осуществления молодым специалистом своих должностных обязанностей. А также вносит компетенции, на его взгляд, недостающие в представленной анкете. Для работы экспертов может использоваться бланк-интервью, который разрабатывают организаторы экспертного опроса (сотрудники выпускающей кафедры). В бланке-интервью указываются названия групп компетенций. Например, для универсальных компетенций это – компетенции социального взаимодействия, системно-деятельностные компетенции, правовые, компетенции самоорганизации, познавательной деятельности. А также профессиональные компетенции: организационно-управленческие, экономические, общепрофессиональные, профессионально-специализированные [7]. Перечень конкретных компетенций для каждой из этих групп составляется самим экспертом.

Целесообразно в качестве исходной установки довести до сведения экспертов положение о том, что состав компетенций принято базировать на пяти определителях (дескрипторах). Это - знание и понимание; применение знаний и понимания; способность к логически обоснованным суждениям; коммуникативные навыки; готовность к самостоятельному обучению. Подчеркивая обобщенный, интегральный характер понятия «компетенции», необходимо отметить, что оно включает в себя понятие «знания» в контексте овладения теоретическим знанием данной предметной области, а так же практическое оперативное применение знаний к конкретным производственным ситуациям, т.е. «знание как действовать». Таким образом, в понятии «компетенция» отражаются когнитивная и операционально-технологическая составляющие. Ценностная же составляющая, выражающая «знание как быть» представляется через мотивационный, этический, поведенческий аспекты результата профессионального образования. При формировании списка компетенций целесообразно для их названий использовать словосочетания с глаголами в неопределенной форме. Например, «иметь научное представление», «обладать способностью», «быть готовым», «стремиться использовать», «обосновывать» и т. д. Возможно формулирование названий компетенций с помощью существительных: навыки, ответственность, понимание, способность, приверженность и готовность и т.п. Важно, чтобы название компетенции отражало ее суть и обеспечивало бы однозначное понимание представителями и академического, и профессионального сообществ.

В отношении количества компетенций в каждой классификационной группе известна рекомендация о том, что их не должно быть более

пяти - шести с тем, чтобы в дальнейшем не затруднять процесс создания соответствующих оценочных средств. Следует также учитывать, что одна и та же компетенция может иметь различные формы проявления и, следовательно, может быть выражена различными формулировками. Например, компетенция «инициатива» может быть представлена как «использование возможности» или «стратегическая ориентация на будущее», или «склонность к действию». Другими словами, следует учитывать, что название компетенций может быть не однозначным.

Необходимо так же иметь ввиду, что в соответствии с различными направлениями (специальностями) подготовки студентов возможно смещение акцентов значимости тех или иных компетенций. Так, например, для экономического направления, как более востребованные, отмечаются компетенции «планировать», «координировать». Для инженерных специальностей компетенция «самостоятельное решение производственных проблем».

Следует учитывать и такую особенность компетентностной модели, как интегративность - способность объединить ее статические и динамические характеристики. Статическая характеристика компетентностной модели обуславливается требованием фундаментальности образования. Динамическая же ее характеристика определяется возможными изменениями среды применения компетенций – изменениями техники и технологии данной сферы производства. Другими словами, гибкость компетентностной модели должна стать ее неотъемлемой чертой.

Необходимо отметить важность принятия методологических требований к формированию компетентностной модели всеми членами экспертной группы. Также следует заметить, что до сведения членов экспертной группы целесообразно довести предостережение о необходимости избежать две крайности при выявлении перечня компетенций выпускника вуза: «компетентностного дефицита» и «компетентностной избыточности». Кроме этого не обходимо обратить внимание членов экспертной комиссий на прогностический характер части профессиональных компетенций, которые должны отражать перспективу развития соответствующей отрасли производства.

На следующем этапе работы экспертной группы, в ходе совместного обсуждения содержания бланков – интервью или результатов анкетирования принимается решение о необходимом перечне компетенций, составляющих компетентностную модель выпускника вуза по данному направлению (специальности). Это отмечается в протоколе, подписываемом всеми экспертами. Анализ оценок значимости компетенций может быть проведен посредством сравнения оценок каждого из экспертов со средним значением оценок всех экспертов. Это позволит достаточно точно отразить значимость каждой компетенции. Если принять в качестве максимальной оценки значимости отдельной компетенции три балла, то среднее значение этой 3-х балльной шкалы будет 1,5 балла. Следовательно, компетенции, оцененные более чем 1,5 баллами можно считать – значимыми, а оцененные выше, чем 2,5 балла – определяющими. Наличие корреляционных связей в оценках экспертов может быть установлено на

основе выявления степени согласованности их оценок по каждой рассматриваемой компетенции. Также может быть установлена степень согласованности в оценках компетенций выпускниками вуза и преподавателями выпускающей кафедры путем сравнения их между собой и с оценками экспертов.

Перечень компетенций, выявленных в ходе экспертного опроса, используется при составлении анкет для опроса работодателей, преподавателей и выпускников вуза. Цель данного анкетирования – оптимизация перечня компетенций, составляющих компетентностную модель, за счет достижения корреляции между мнениями работодателей, преподавателей выпускающей кафедры и выпускников вуза.

В ходе подготовки разработки содержания анкет целесообразно придерживаться следующих методических рекомендаций. Структуру анкеты формировать из следующих элементов: введения, реквизитной части, информационной части, заключения.

Во введении к сведению опрашиваемых представляется цель анкетирования. В случае анкетирования работодателей в качестве такой цели может быть указано укрепление взаимовыгодного взаимодействия вуза и данной сферы производства. Для выпускников и преподавателей целью анкетирования может выступать достижение современных требований к качеству профессионального образования, укрепление взаимодействия вуза и регионального рынка труда, расширение перспективы трудоустройства выпускников.

В реквизитной части анкеты указываются респонденты анкетирования: работодатели, выпускники и преподаватели выпускающей кафедры вуза. Отмечается также должность, фамилия, имя и отчество сотрудника выпускающей кафедры, проводящего анкетирование. Указываются утверждающие визы со стороны заведующего выпускающей кафедрой, декана факультета (директора института).

Информационная часть состоит из вопросов анкеты.

В заключительной части принято высказывать благодарность респондентам за участие в анкетировании.

При формулировании вопросов принято учитывать следующие правила:

- ясность формулировок вопросов;
- использование терминов, смысл которых известен респондентам;
- отказ от вопросов, содержание которых может принуждать респондента к определенным ответам, отвечающим интересам проводящего опрос;
- не провоцировать отрицательных эмоций респондентов необходимостью слишком критического отношения к своей деятельности;
- не нарушать правила кодирования, т.е. в анкетах для различных групп респондентов (работодателей, выпускников вуза, преподавателей) вопросы, выявляющие сходные характеристики, обозначать под одинаковыми номерами. Это облегчает последующую статистическую обработку данных анкетирования. Целесообразно осуществлять анкетирование всех респондентов на основе принятия единой классификации компетенций.

С учетом методических рекомендаций Байденко В.В.[6] можно предложить следующее содержание и форму анкет.

Вопросы анкеты для работодателей

1. Должности, занимаемые выпускниками вуза в первые годы работы на данном предприятии
2. Виды производственной деятельности, выполняемые выпускниками вуза в первые годы работы
3. Прогнозируемые виды производственной деятельности в течение пяти лет после окончания вуза
4. При устройстве на работу на данное предприятие предпочтение отдается выпускникам вуза, имеющим диплом о подготовке по специальности (отметить нужное)

1. «Автомобили и автомобильное хозяйство»	
2.«Сервис транспортных и технологических машин и оборудования»	
3.	
4. При наличии диплома, соответствующего данной сфере производства, разновидность специальности значения не имеет	

5. Значимость компетенций молодого специалиста можно оценить следующим образом:

Условное обозначение значимости компетенций в баллах:

0 – значимость отсутствует, «значимости никакой»

1 – значимость малая;

2 – значимость средняя;

3 – значимость высокая

<i>Компетенции выпускника вуза</i>	<i>Уровень значимости (баллы)</i>
1. Универсальные компетенции	
1.1. Компетенции социального взаимодействия	
1.2.	

6. Слабые стороны в подготовке выпускников вуза, снижающие эффективность производственной деятельности

Уровень влияния отмечается в баллах:

0 – не влияет на эффективность производственной деятельности;

1 – слабое влияние;

2 – среднее влияние;

3 – сильное влияние

Слабые стороны профессиональной подготовке	Уровень влияния на эффективность работы (баллы)
1. Невысокий уровень теоретической подготовки	
2. Слабая практическая подготовка	
3. Завышенная самооценка	
4. Отсутствие понимания положительных норм поведения	
5. Низкий уровень экономических знаний	
6. Низкий уровень правовых знаний	
7. Низкая мотивация к труду	
8. Низкий уровень знания иностранного языка	
9. Неспособность к восприятию объективной критики	
10. непонимание личной ответственности за результаты работы	
11. Несоблюдение этических норм поведения, принятых на предприятии	
12. отсутствие стремления к самостоятельному решению производственных проблем	
13.	

Вопросы анкеты для выпускников вуза

1. Насколько важны следующие компетенции для Вашей профессиональной деятельности в настоящем (графа 1 анкеты) ?

Значимость компетенций оценивается в баллах от 0 (неважно) до 3 (очень важно)

2. В какой мере Вы овладели ими в вузе (графа 2 анкеты) ?

Мера овладения компетенциями в вузе оценивается также в баллах от 0 до 3 (овладение в полной мере)

Компетенции	Значение для профессиональной деятельности в настоящем	Мера овладения компетенцией в вузе
1	2	3

2. С какими трудностями Вы сталкивались в настоящей производственной деятельности в первый год работы?

2.1. Требовались компетенции, которыми я не обладал	(Следует назвать отсутствующие компетенции)
2.2. Данная производственная деятельность не соответствовала профилю моей специальности	(Следует указать профиль подготовки (специализацию), соответствующий данной производственной деятельности)
2.3. Недостаточен объем компетенций, полученных в вузе	(Следует указать компетенции, которые формировались в период обучения, но в недостаточном объеме)
2.4.....	

2. Оцените уровень проблем, связанных с недостаточной профессиональной подготовкой в вузе, проявившихся в начале Вашей производственной деятельности.

Уровень проблем оценивается в баллах от 0 (проблемы не возникали) до 3 (большие проблемы)

_____ баллов

3. Как Вы оцениваете надежность Вашего возможного трудоустройства в будущем?

Оценка представляется в баллах от 0 (очень плохо) до 3 (очень хорошо)

_____ баллов

4. Могли бы Вы сказать (с учетом вида выполняемых производственных задач), что работаете в соответствии с профилем профессиональной подготовки, полученной в вузе?

0 баллов («нет, ни в коем случае») 3 балла («да, в любом случае»)

_____ баллов

Анкетирование преподавателей выпускающей кафедры

Информационное наполнение данной анкеты целесообразно представить в соответствии с перечнем компетенций в той же классификации, что и в анкетах для работодателей и выпускников вуза.

В ходе анкетирования выявляется оптимальность представленного перечня компетенций и степень их значимости. Анкета может состоять из двух вопросов:

1. *Насколько важны следующие компетенции для профессиональной деятельности выпускников вуза, работающих по профилю полученной специальности?*

Значимость компетенций оценивается в баллах:

0 баллов – значимость для производственной деятельности отсутствует;

1 балл – значимость незначительна;

2 балла – значимость средняя;

3 балла – высокая значимость

Компетенции выпускника вуза	Значимость компетенций в баллах

2. Какие компетенции, кроме указанных выше, являются необходимыми для обеспечения эффективной производственной деятельности выпускников вуза по данной специальности (направлению)?

Таким образом, может быть предложен следующий алгоритм разработки компетентностной модели.

1. Создания группы экспертов.
2. Формирование группой экспертов, на основе анализа структуры компетентностной модели, перечня ее составляющих компетенций.
3. Разработка анкеты для опроса работодателей, выпускников вуза, преподавателей, участвующих в подготовке студентов по данному направлению (специальности).
4. Утверждение содержания анкеты руководителем факультета (института).
5. Проведение анкетирования работодателей, преподавателей выпускающей кафедры, выпускников вуза по данной специальности (направлению).
6. Обработка результатов анкетирования: их анализ и обобщение.
7. Оформление предварительного варианта компетентностной модели выпускника вуза.
8. Рассмотрения предварительного варианта компетентностной модели выпускника вуза учебно-методической комиссией факультета (института).
9. Утверждение руководителем факультета (института) компетентностной модели выпускника вуза по данному направлению (специальности).
10. Оформление компетентностной модели выпускника вуза в виде проекта внутривузовского стандарта (стандарта организации).
11. Рассмотрение проекта стандарта Управлением качества и инновационных технологий в образовании.
12. Утверждение администрацией образовательного учреждения компетентностной модели выпускника вуза как внутривузовского стандарта.

Компетентностная модель выпускника вуза, созданная подобным образом, может стать реальной основой для создания эффективной компетентностно-ориентированной образовательной программы подготовки по данной специальности (направлению) и позволит выявить действительно необходимый состав учебно-методической базы образовательного процесса.

Кроме этого обеспечиваются условия для оптимизации периода профессиональной адаптации молодых специалистов, в течение которого полученные в вузе универсальные и специальные компетенции связываются с реальной производственной средой и должностными профессиональными обязанностями. Таким образом, реализация компетентностной модели создает возможность для достижения выпускниками вуза конкурентоспособности на региональном рынке труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зимняя И.А. Компетентностный подход. Каково его место в системе современных подходов к проблеме образования? // Высшее образование сегодня. - 2006. - №8.
2. Стратегия модернизации общего образования. Материалы для разработки документов по обновлению общего образования. М., 2001.
3. В. Медведев, Ю. Татур «Подготовка преподавателя высшей школы: компетентностный подход» // Высшее образование в России. – 2007. - №11.
4. Минаева, Т.М. Управление персоналом/под ред. Т. Ю. Базарова. – Томск: ТГУ, 2006.
5. Э.Зеер, Д. Заводчиков. Идентификация универсальных компетенций выпускников работодателем // Высшее образование в России. – 2007. - № 11.
6. Байденко В.И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006.
7. Букалова Г.В. Педагогические подходы к организации компетентностно-ориентированого профессионального образования // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – Тамбов, 2008. – Вып. 7 (63).

Букалова Г.В. канд. пед. наук, доц.; **Новиков А.Н.** докт. техн. наук, проф.
Орловский государственный технический университет Россия, г. Орел,
тел.(4862) 73-43-50, e-mail: astra10151@mail.ru

Н.В. КОРОБКОВА

ПОТЕНЦИАЛ ДЕЛОВОЙ ИГРЫ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНОГО СТАНОВЛЕНИЯ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА

Современному миру требуется личность нового типа, человек, наделенный креативным мышлением, чувством свободы и ответственности, готовый к самостоятельным решениям, нестандартным ситуациям. Особенно остро это проблема стоит при подготовке специалистов технического профиля. Если весь упор в образовании будет сделан на профессиональной составляющей и в стороне останется общекультурное, гуманитарное развитие, то, вполне вероятно, мы будем иметь дело с «одномерным» человеком, имеющим диплом о высшем образовании, который далеко не безопасен в своей профессиональной деятельности. Такой специалист, руководствующийся в принятии решений сугубо технологическими критериями, может поставить природу и общество на грань необратимой катастрофы.

Кроме того, в динамично развивающемся информационном обществе уже мало просто владеть суммой знаний и умений, нужна способность к их получению; актуальным становится не исполнительность, а инициатива и самостоятельность. Саморазвитию научить напрямую нельзя – эта способность не передается. Но мы, преподаватели, в силах создать условия для «выращивания» этой способности, условия для синтеза новых знаний и овладения технологией их получения в процессе обучения и воспитания, что в целом приведет к развитию и формированию личности обучаемого, его интеллекта, способностей, творческой самореализации.

Одна из таких возможностей – деловая игра, ее потенциал в процессе личностного роста и саморазвития студентов трудно переоценить. Деловые и ролевые игры, тренинги уже прочно вошли в практику работы преподавателей Орловского государственного аграрного университета (ФГОУ ВПО Орел ГАУ). Проведение же крупномасштабной игры для студентов всего университета для нас было новым, но очень интересным делом.

Игра – это наиболее естественная форма взаимодействия между людьми, где личность может раскрыться, почувствовать себя свободно и гармонично в атмосфере безопасности и доверия. Все эти факторы являются обязательным условием результативности любой деятельности. И самое главное, все это через более глубокое самопознание, познание других способствует личностному росту и развитию. Именно эти положения стали фундаментом, на котором осуществлялась разработка сценария деловой игры.

В рамках нашей статьи мы не будем говорить о теоретических аспектах значимости игры в жизни человека, наша задача – рассказать о внедрении обозначенной педагогической технологии в практическую деятельность ФГОУ ВПО Орел ГАУ и обозначить основные результаты, достигнутые в ходе проведения игры.

Многоуровневая деловая игра «Учись учиться» проводилась в целях формирования умения практически использовать теоретические знания в специально смоделированных условиях посредством одной из активных форм обучения; выявления инициативных, творческих студентов, обладающих качествами лидера, умеющих создавать идеи, собирать команды единомышленников, эффективно достигать поставленных целей, а также для распространения успешного опыта управленческой деятельности в системе студенческого самоуправления вуза.

В ходе игры решались следующие задачи:

- активизация общественной жизни студентов ФГОУ ВПО Орел ГАУ;
- выявление активных, инициативных, творческих студентов;
- развитие у участников игры коммуникативных, лидерских качеств, уверенности в себе;
- выявление профессиональной компетентности игроков;
- обобщение и распространение инновационных подходов и технологий, способствующих совершенствованию и развитию общественной деятельности;
- развитие активной гражданской позиции студентов;
- повышение престижа и статуса студенческого самоуправления

в ФГОУ ВПО Орел ГАУ.

Организатором игры выступил факультет гуманитарных и естественнонаучных дисциплин, который объединяет специалистов разных направлений гуманитарного и естественнонаучного циклов и работает как единое целое. Для обеспечения эффективного решения поставленных задач привлекались Региональный центр тестирования и развития при ФГОУ ВПО Орел ГАУ, деканы факультетов и директор инженерно-строительного института, Молодежный центр ФГОУ ВПО Орел ГАУ.

В игре принимали участие студенты 2-3 курсов всех специальностей. Игра включала три тура: *диагностический* (тестирование студентов), *промежуточный* (деловые игры на факультетах) и *заключительный* (финальная деловая игра, в которой участвовали победители факультетских деловых игр).

Первый тур деловой игры (диагностический) стал «входным билетом» на игру. Проводился он в виде теста, содержащего 45 вопросов. Правильность выполнения каждого тестового задания оценивалась одним баллом. Максимальное количество набранных баллов могло составить 45 единиц.

Содержание тестовых заданий охватывало основные сферы окружающей действительности и будущей профессиональной деятельности студентов. Задания позволили определить потенциал участников, выявить их возможности и умение осуществлять действия в различных областях окружающей действительности на основе опыта и имеющихся знаний.

Объектами диагностики выступили следующие компетенции:

а) предметная компетентность – способность анализировать и действовать с позиции отдельных областей человеческой культуры;

б) информационная компетентность – способность владеть информационными технологиями, работать со всеми видами информации;

в) нравственная компетентность – готовность и способность жить по традиционным нравственным законам.

Победители первого тура (по 30 человек с факультета) определялись на рейтинговой основе по результатам тестирования. Именно эти студенты и стали участниками второго тура.

Второй (промежуточный) тур – факультетская деловая игра. Каждый факультет стал организатором деловой игры с главным условием – выявление профессиональной компетентности игроков. Именно второй тур позволил сделать упор на профессиональной составляющей участников игры. По результатам второго тура на каждом факультете были выявлены по восемь студентов-победителей, которые вышли в финал – третий тур.

Третий тур (заключительный) – финальная деловая игра – включал в себя три этапа:

1. Разминка, основной задачей которой являлось снятие напряжения, регуляция психофизического и эмоционального состояния участников игры, повышение уровня взаимодействия и сотрудничества в команде, развитие творческого потенциала игроков.

2. Тренинг личностного роста, его задачи – развитие творческого потенциала, повышение уровня взаимодействия и сотрудничества в команде, развитие лидерского потенциала и ответственности не только за себя, но и за команду в целом.

3. Деловая игра «Проект программы стратегического развития студенческого самоуправления ФГОУ ВПО Орел ГАУ». Задачи этого этапа – организация эффективного взаимодействия в команде, умения правильно распределять роли при командной работе; отработка механизмов взаимодействия со СМИ, отработка умений и навыков по разработке проекта программы стратегического развития студенческого самоуправления в условиях нехватки времени, ресурсов, информации; развитие креативности участников игры.

Следует подчеркнуть, что именно третий тур аккумулировал решение основных задач игры для достижения поставленной цели.

Работа была напряженной, динамичной, интересной; игроки находились в жестких временных рамках.

В процессе игры задавалась большая степень неопределенности для участников посредством ясности задачи и непонятности способов и средств ее достижения.

Ведущие игры не были включены в групповые процессы, не давали личной обратной связи. Они обеспечивали игровую модель.

На всем протяжении игры за участниками наблюдали эксперты с целью выявления победителей.

Кроме того, сами участники игры должны были определить трех номинантов в течение игры.

Хотелось бы остановиться на анализе некоторых этапов финального тура игры, которые ярко демонстрируют динамику психологической адаптации студентов к новым условиям, иллюстрируют проявления креативности и лидерских качеств личности в условиях нового коллектива, показывают способность студентов формировать новый сплоченный коллектив, создающий командную стратегию поведения.

Первый этап содержал несколько игровых упражнений. Мы не будем описывать методику проведения этих упражнений, так как они не оригинальны, описаны в литературе [1]. Наша задача состояла в том, чтобы грамотно отобрать упражнения и выстроить их последовательность для эффективной и результативной работы.

Отдельные группы финалистов второго (промежуточного) тура были уверены, что в третьем туре они будут играть той командой, которой пришли с факультета. Они даже пришли в единообразной форме (например, в нашейных платках одного цвета). И первый сюрприз – деление на команды посредством игры с достаточно жесткими условиями: найти свою пару без слов, звуков, посредством жестов, мимики. Каждый получал карточку с названием животного, птицы или насекомого. Названия повторялись на двух карточках, т.е. если у кого-то есть название «верблюд», то у него обязательно есть пара. Ребята, еще незнакомые или плохо знакомые друг с другом, вначале испытывали смущение, скованность. Однако это первое нелегкое задание помогло им раскрепоститься, почувствовать атмосферу игры, сразу ввело в мир творчества.

Выполнение заданий разминки для вновь созданных команд принесло уже первые серьезные результаты: появился командный дух среди практически незнакомых до этого игроков, были выработаны тактики командной игры. Так, например, в одном из первых заданий «Фигура», где необходимо было перестроиться в заданную геометрическую фигуру с закрытыми глазами, команды действовали по-разному. В одной из команд сразу же выявился лидер, который не побоялся взять на себя ответственность выстроить эту фигуру – квадрат. Разделив количество всех участников на четыре, лидер выстраивал их по граням квадрата, находясь в центре фигуры и отсчитывая членов команды для каждой грани. В другой же команде бремя лидерства на себя не взял никто. Участники пытались действовать сообща. В результате наблюдалось сначала достаточно хаотическое передвижение, попытка выстроиться в заданную фигуру удалась не сразу, до тех пор, пока один из участников не догадался, что нужно все-таки посчитать количество людей по граням. После этой догадки игроки продолжали действовать коллективно, совместно отсчитывая вслух необходимое количество человек для построения заданной фигуры. В итоге команда с выявившимся лидером справилась с заданием быстрее, ее действия были более четкими и организованными. В ходе выполнения этого задания ребята убедились, что совместная работа может быть согласованной и результативной в том случае, если выработана ясная стратегия поведения, контролируемая лидером, которому доверяет коллектив. Участники игры усвоили этот урок, что было хорошо заметно в их последующих действиях при выполнении заданий разминки.

Только что сплотившиеся команды ждал еще один сюрприз – для проведения второго этапа третьего тура необходимо новое деление, которое многими было воспринято без особого энтузиазма. Проблема, на наш взгляд, заключается в следующем: ребята привыкли, что практически всегда находятся в статичной группе: коллектив класса, студенческая группа, курс. Эти группы, как правило, хорошо знакомы их участникам, характеризуются постоянством состава, имеют свои сложившиеся правила и традиции. В привычном коллективе каждый занимает свою нишу, что гарантирует некоторую психологическую стабильность и комфорт. Новый коллектив в той или иной степени выбивает из привычной колеи любого человека. С одной стороны, новичку необходимо вновь «показать себя» – свой характер, свои интересы, компетентность в той или иной сфере, коммуникабельность, с другой стороны, человеку крайне необходимо трезво и ясно оценить новую обстановку, включив все механизмы адаптации к новым условиям, чтобы занять достойное место в новой среде. Однако именно нестандартность ситуации позволяет проявить себя в новом качестве, уйти от стереотипа поведения, раскрыть, быть может, самому неизвестные возможности. В связи с этим в игре мы постарались максимально возможное количество раз сменить коллектив, сделать его мобильным, «выбивая» участников из стабильной, комфортной зоны, способствуя, таким образом, их самораскрытию и самореализации, не давая времени на долгую адаптацию. И уже после второго деления команд мы поняли, что цель достигнута: проблем с работой в новой команде не возникло даже в самом начале, хотя состав команд поменялся значительно, т.е. ребята доказали, что имеют не только резервы для быстрой адаптации в новой ситуации, но и умеют продуктивно работать новой командой.

Третий этап «Проект программы стратегического развития студенческого самоуправления Орел ГАУ» начинался с распределения игроков на 4 команды посредством жеребьевки. Этот этап третьего тура – оригинальная разработка организаторов игры, поэтому остановимся несколько подробнее на моментах его организации и проведения.

Командам давалось задание: разработать проект программы развития стратегического самоуправления Орел ГАУ, представить свой проект и защитить его.

Команды обеспечивались всем необходимым для работы: ноутбук, бумага, фломастеры, ватманы, пакет документов (структура студенческого самоуправления Орел ГАУ; основные направления и формы работы студенческого самоуправления; ход и регламент игры; описание различных технологий, которые возможно использовать в процессе игры; примерный перечень функциональных ролей с описанием их функций). При составлении проекта команды работали в разных аудиториях.

Игрокам предлагалось сначала выбрать название команды, девиз, распределить роли в команде.

При разработке, корректировке проекта в момент его подготовки и защите проекта игрокам предлагалось использовать различные технологии:

1) подготовка презентации, которая должна убедить в необходимости и актуальности подготовленного проекта и отражать следующие моменты: а) целесообразность проекта; б) стратегическая и тактические цели; в) основные положения; г) предполагаемые результаты в ходе осуществления программы;

2) информационные материалы (плакаты, листовки, газета);

3) видеоматериалы (слайды, видеоролик и т.п.);

4) интервью для СМИ;

5) пресс-конференция;

6) акции в защиту проекта.

На игровой площадке работали представители СМИ: телевидения, радио, газеты. Представители СМИ выбирались из числа студентов – стипендиатов благотворительного стипендиального фонда В. Потанина и лучших активистов Молодежного центра. В их задачи входило не только проведения интервью и пресс-конференции, но и подготовка рейтинга проектов программы и консультирование игроков по вопросам разработки проекта программы. Кроме того, представители СМИ были наделены правом выбора номинанта от СМИ – «Проливший свет истины».

Ведущим пояснялся регламент работы: 1 час команды работают над основой проекта; затем начинается интервью 1-2 членов команды с представителями СМИ. По итогам интервью представители СМИ составляют рейтинг проектов программ. После этого командам дается еще 30 минут на доработку программы, затем команды выходят на пресс-конференцию, по итогам которой корректируется рейтинг проектов. Через 20-30 минут после пресс-конференции начинается защита и акции в защиту проектов.

Обратную связь участники игры получали посредством вопросов, комментариев представителей СМИ, а также рейтингов проектов на этапе их разработки; действия и реакция игроков других команд также являлась немаловажной информацией.

Третий этап финального тура – создание «Проекта программы стратегического развития студенческого самоуправления Орел ГАУ» – раскрыл весь творческий потенциал участников игры, умение четко и грамотно распределять роли в команде, нестандартно мыслить и брать ответственность на себя. Именно на этом этапе была осуществлена практическая реализация поставленной в игре цели.

Следует особо подчеркнуть, что каждая из четырех программ не была похожа на другую, имела свою изюминку, содержала все обязательные элементы проекта, была оригинально и артистически представлена. Немалая заслуга в этом – игроков-представителей СМИ. Они не просто интервьюировали членов команд, но объясняли их промахи, недостатки проекта, учили правильно оценивать свой проект, грамотно и объективно анализировали разрабатываемые проекты, т.е. выступили в роли не только представителей прессы, но и экспертов и более – наставников.

Следует отметить, что названия команд отражали стремление игроков к активному действию, показывали их намерения внести свою лепту в развитие студенческого самоуправления: «Молодые и перспектив-

ные», «Студенческая инициатива», «Машина времени», «СССР» («Совет Студенческого Самостоятельного Регулирования»). Девизы команд демонстрировали нам их боевой настрой: «Мы не боимся брать на себя ответственность», «Студенческий совет – решение наших бед», «Будущее за тобой!».

Все команды в своих проектах обозначили задачи, которые необходимо решать в рамках студенческого самоуправления. Назовем основные:

- 1) защита и представление прав и интересов студентов;
- 2) содействие студентов в решении образовательных, социально-бытовых и др. вопросов;
- 3) содействие органам управления вуза в решении образовательных и научных задач, организации образовательного и воспитательного процессов, досуга и быта студентов;
- 4) решение организационных и кадровых проблем деятельности студенческого самоуправления.

Следует отметить, что студенты беспристрастно смотрят на ситуацию в системе высшего профессионального образования и понимают, что существует ряд объективных причин, мешающих активному развитию студенческого самоуправления, причин внутренних, существующих в студенческой среде. Среди них были названы: 1) низкая активность студентов; 2) незаинтересованность студентов; 3) отсутствие свободного времени; 4) слабая организация культурного досуга студентов. И предлагают пути решения данных проблем: 1) организация встреч, проведение мероприятий: дискотек, концертов, игр, конкурсов; 2) создание студенческих деканатов; 3) создание студенческого сайта; 4) осуществление постоянной связи с производством.

Все команды в своих проектах представили структурную организацию совета студенческого самоуправления, которая по многим параметрам совпала у разных команд. Но даже в работе одинаково определенных комитетов ребята выделяли разные аспекты деятельности, расставляли свои приоритеты. Так, например, команда «СССР» приоритет в работе учебного комитета видит в следующем: «Организация тренингов для студентов первого курса с целью знакомства со студентами старших курсов, ознакомления со специальностью, развития личностных качеств». Таким образом, студенты определяют проблему и находят пути ее решения посредством сохранения преемственности в студенческом коллективе, его сплоченности, адаптации первокурсников в новой для них среде с обязательной ориентацией на профессиональную направленность и развитие личностных качеств с первых дней обучения в вузе. Такие первостепенные задачи должны решаться совместно, в союзе преподавателей и студентов, и крайне важно, что студенты это понимают и не снимают с себя ответственности.

Такое направление работы, как взаимодействие органов управления студенческого самоуправления с производством, рассмотрели в своих программах две команды: «Машина времени» и «СССР». Игроки команды «СССР» в работу учебного комитета включили сотрудничество с кад-

ровыми службами предприятий Орловщины с целью трудоустройства выпускников вуза. Команда «Машина времени» представила программу действий «Рабочий день», одна из задач которой – попытаться найти ответ на вопрос, почему даже отличники далеко не всегда удовлетворяют запросам работодателей? При некотором различии в форме работы цель сотрудничества с потенциальными работодателями у разных команд совпадает: профессиональная компетентность выпускника вуза должна быть высокой, он должен соответствовать требованиям, которые предъявляют работодатели. А для этого необходимо знать особенности конкретного производства, требования, которым должен соответствовать работник, т.е. знать не только теоретические аспекты своей будущей специальности, но и конкретную практическую направленность работы. Следует подчеркнуть, что наш вуз давно и успешно сотрудничает с работодателями, и если дальше это направление деятельности будет осуществляться в сотрудничестве: *администрация вуза – студенческое самоуправление – работодатели*, то ее эффективность значительно возрастет.

Кроме того, в своих программах игроки остро ставят вопрос о необходимости более полного информирования студентов обо всех происходящих событиях и планируемых мероприятиях, понимая, что полная информированность рождает заинтересованность и мотивацию. «Существуют сложности в обеспечении информацией студентов о событиях в университете», – отмечают в своем проекте игроки команды «Машина времени». Видимо, это проблема тех вузов, учебные корпуса которых расположены в разных районах города: возникает определенная разобщенность, слабая скоординированность работы между студенческими коллективами разных факультетов. Хорошо зная о жизни своего факультета, студенты подчас плохо информированы о событиях, происходящих на других факультетах. Эта проблема актуальна и для нашего вуза: 6 учебных корпусов, и только два из них находятся в непосредственной близости. И здесь, без всяких сомнений, работа информационных комитетов студенческого самоуправления чрезвычайно важна. Одно из решений, которое предложили игроки – создание общей университетской и факультетских радиогазет. И начинать нужно, отмечают создатели проекта, с факультетской радиогазеты. Игроки команды «Машина времени» не только определили цель и функции радиогазеты, но и представили смету проекта, представленную в таблице 1 (студенты-экономисты при этом на практике применили полученные в ходе обучения теоретические знания).

Таким образом, студенты-игроки в предложенных проектах сумели не только обозначить направление деятельности органов студенческого самоуправления в вузе, но и доказали возможность осуществления поставленных в проектах целей и задач.

Участники игры показали, что проводимая игра для них – важная и серьезная часть их реальной жизни. Своими выступлениями студенты продемонстрировали жизнеспособность своих проектов, их практическую направленность. Ребята уверены, что предложенные ими идеи не просто имеют место быть, а должны быть в фактической жизни университета.

Таблица 1 – Смета проекта факультетской радиогазеты, предложенная игроками команды «Машина времени».

<i>Оборудование</i>	<i>Стоимость, тыс. руб.</i>
6 динамиков, провода	2 – 3
2 микрофона, компьютер, наушники	10 – 15 (компьютер может выделить факультет)
пульт управления	10 – 12.
постоянная аудитория	бесплатно
несколько студентов для постоянной работы на точке	бесплатно
Итого:	15 – 30

Акции в защиту проекта, представленные командами, по форме были самые разнообразные: мини-спектакли, песни, митинги, стенгазеты, листовки, театрализованные опросы. Организаторам приходилось только удивляться: как за такой короткий срок командам удалось не только разработать серьезные проекты, но подготовить презентацию, стенгазеты, листовки, дать интервью, поучаствовать в пресс-конференции да еще и подготовить акции в защиту проекта.

Победители игры определялись в личном и командном зачете: команда-победитель проекта программы и 10 игроков-победителей в личном зачете. Также были выявлены победители в номинациях. Трех номинантов выбрали сами игроки: «Самый понравившийся и запомнившийся игрок», «Игроку, у которого хотелось бы поучиться», «Игроку, чью позицию, идею хотелось бы поддержать». Одного победителя определили эксперты в номинации «За активную жизненную позицию», второго выявили представители СМИ в номинации «Проливший свет истины».

Проект программы оценивался по следующим параметрам: 1) актуальность, 2) креативность, 3) аргументированность, 4) возможность практического применения; 5) презентабельность проекта (оригинальность подачи, использование наглядности, рекламность, коллективность).

Игроки-победители в личном зачете выявлялись по следующим критериям: 1) креативность; 2) высокий интеллект и эрудиция; 3) работа в команде; 4) нацеленность на результат; 5) коммуникабельность; 6) артистизм.

Все игроки были награждены дипломами участников игры, команда-победитель проекта была награждена дипломом «Лучший проект Программы стратегического развития студенческого самоуправления Орел ГАУ». Десять игроков-победителей были награждены дипломами победителей университетской многоуровневой деловой игры «Учись учиться» и путевками на Черноморское побережье. Победители в номинациях также были награждены дипломами и путевками на Черноморское побережье.

В заключение статьи хочется еще раз подчеркнуть, что деловая игра позволила раскрыться истинным возможностям студентов, их творческому потенциалу и лишней раз показала нам, преподавателям и настав-

никам, что доверять студентам и рассчитывать на их самостоятельность не только возможно, но и крайне необходимо. На современном этапе развития высшего профессионального образования только при условии, что студенты являются равноправными субъектами образовательного и воспитательного процессов, возможно не только профессиональное, но и личностное становление будущего специалиста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игра в тренинге. Возможности игрового взаимодействия [Текст] / Е.А. Леванова [и др.]; 2-е изд. – СПб: Питер, 2008. – 208с.

Коробкова Н.В.; Доц.

Орловский государственный аграрный университет; Россия, г. Орел

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 20.03.2009 г.
Подписано в печать 30.03.2009 г.
Формат 70x108 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л.7,5.
Тираж 500 экз.
Заказ № _____

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