

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА

научный журнал  
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ  
№ 4 (33) 2009

## СОДЕРЖАНИЕ

В. М. Артюшенко	
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОСЕРВИСА .....	3
В. И. Башкирцев, О. П. Голубев, С. В. Стребков, И. Л. Кручер, С. В. Ушаков	
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АДГЕЗИВНОЙ НАКЛАДКИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ТРУБОПРОВОДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ .....	11
В. Н. Быстров, Е. И. Деркач, И. Э. Грибут	
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЗРАЗБОРНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ .....	18
В. И. Башкирцев, И. Э. Грибут, И. Л. Кручер, С. В. Ушаков, А. В. Колосков	
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АДГЕЗИВОВ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ВОССТАНАВЛИВАЕМОЙ ДЕТАЛИ .....	22

**Главный редактор**  
М. Н. БУТКЕВИЧ

**Редакционная коллегия:**

В. Н. АЗАРОВ,  
В. М. АРТЮШЕНКО,  
А. И. БЕЛОВ,  
Б. В. БОЙЦОВ,  
В. А. ВАСИЛЬЕВА,  
С. Г. ЕМЕЛЬЯНОВ,  
Г. И. ЛАЗАРЕВ,  
И. Н. ЛОГАЧЕВА,  
Е. А. ЛУКАШЕВ  
(зам. главного редактора),  
Л. В. МОРОЗОВА,

А. В. ОЛЕЙНИК,  
И. Э. ПАШКОВСКИЙ  
Н. А. ПЛАТОНОВА,  
Е. Ю. ПОЛИКАРПОВ,  
А. В. ПУТИЛОВ,  
К. Л. САМАРОВ,  
А. В. СУВОРИНОВ,  
Б. П. ТУМАНЯН,  
Л. М. ЧЕРВЯКОВ,  
В. С. ШУПЛЯКОВ

**Редактор**  
Ю. Н. КУЗЬМИЧЕВА  
**Оформление и верстка**  
В. В. ЗЕМСКОВ

Журнал издается в Российском государственном университете туризма и сервиса

И. Э. Грибут, Е. И. Деркач	
ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОСЕРВИСА .....	27
В. М. Артюшенко, В. А. Корчагин	
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В ПИКОСЕТЯХ БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВ МАЛОГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ .....	32
О. И. Шелухин, В. М. Артюшенко	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ПОТОКА ОШИБОК В КАНАЛАХ СВЯЗИ.....	38
Н. Г. Солоха, А. В. Вернигор	
ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ .....	44
В. А. Сучилин, Т. Н. Архипова, Д. С. Маршуба	
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ШВЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	48
Т. Н. Архипова, А. А. Архипова	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ВЫШИВКИ ПРИ ОТДЕЛКЕ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	53
И. В. Писаренко, А. С. Ермаков	
КРИТЕРИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ БЫТОВЫХ КРАЕОБМЕТОЧНЫХ МАШИН .....	56
А. Н. Таран	
РАЗВИТИЕ ПРИНЦИПОВ ПОВЫШЕНИЯ АДРЕСНОСТИ ОДЕЖДЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ СФЕРЫ СЕРВИСА.....	61

**Адрес редакции:**

111116, Москва, ул. Авиамоторная, 6.  
Тел./факс: (495) 361-11-95.  
e-mail: tpps@list.ru

При перепечатке любых материалов  
ссылка на журнал  
«Теоретические и прикладные  
проблемы сервиса» обязательна.

Редакция не несет ответственности  
за достоверность информации  
в материалах, в том числе рекламных,  
предоставленных авторами  
для публикации.

Журнал зарегистрирован  
в Министерстве РФ по делам печати,  
телерадиовещания  
и средствам массовой коммуникации.  
Свидетельство о регистрации  
ПИ № 77-9918 от 10.10.2001 г.  
ISSN 1815-218X

Подписной индекс в каталоге  
агентства «Роспечать» 46831  
Материалы авторов не возвращаются.  
Тираж 1000 экз.

© Журнал «Теоретические  
и прикладные проблемы сервиса», 2009

## Информационное обеспечение деятельности предприятий автосервиса

*В. М. Артюшенко*

*Российский государственный университет туризма и сервиса*

### Информационная система предприятия автосервиса

За последние годы парк эксплуатируемых в России автомобилей значительно расширился, что, в свою очередь, привело к значительному увеличению и числа клиентов предприятий автосервиса. Технологическая разница в ремонте автомобилей разных производителей требует расширения штата специалистов по ремонту, накопления различных запасных частей, расходных материалов.

На сегодняшний день для всех предприятий автосервиса существует несколько общих проблем, к числу которых относятся: учет клиентов и автомобилей, посещающих автосервис, учет и анализ выполненных работ, движение материальных ценностей, учет кадров и расчет заработной платы, подготовка документов (заказ-нарядов, счетов, накладных, актов выполненных работ и др.) и ведение бухгалтерии.

Для решения этих проблем администрация предприятий автосервиса вынуждена содержать значительный штат бухгалтеров, учетчиков, кладовщиков, менеджеров разных уровней и т.д. Но даже при этом ошибки в учете не исключаются, а возможности анализа остаются ограниченными.

Эффективное средство для совершенствования работы предприятия – применение информационных технологий. Оперативный учет и контроль на предприятии автосервиса должны соответствовать динамике современного бизнеса. Поэтому предприятие должно быть оснащено не только современным диагностическим оборудованием, но и современным программным обеспечением, способным реально влиять на результативность его работы.

Решать проблемы учета и управления в комплексе способны так называемые «фирменные» программы. Однако, как правило, они специализированы по конкретным маркам автомобилей и из-за своей высокой стоимости недоступны для основной массы автосервисных центров.

Часто предприятия сами пытаются создать свои базы данных клиентов, запасных частей,

автоматизировать бухгалтерию, используя для этого Microsoft Access или Excel. Однако, как правило, это является явно недостаточным.

Решение проблемы — применение специализированных информационных систем, целью внедрения которых является совершенствование управления предприятием за счет своевременного получения достоверной и полной информации о фактическом состоянии оперативного и бухгалтерского учетов и принятия обоснованных управленческих решений.

Как показывает практика, информационные системы, специализированные для предприятий автосервиса, должны в комплексе автоматизировать такие аспекты их деятельности, как учет выполнения ремонтных работ, трудозатрат по исполнителям, торгово-складская деятельность, учет взаиморасчетов с клиентами и партнерами, учет кадров, расчет заработной платы. При этом оперативный, бухгалтерский и налоговый учеты должны быть реализованы в одной программе и во взаимосвязи, предполагающей однократное формирование (либо ввод) документов в системе и многократное их использование пользователями в зависимости от их функций и полномочий. Кроме того, информационная система должна функционировать как на небольшом предприятии, на одном компьютере, так и на крупном, имеющем несколько подразделений и разветвленную вычислительную сеть.

Информационная система должна быть разработана на основе современных информационных технологий, что означает:

- использование Системы управления базами данных, обеспечивающей надежную работу с большими объемами данных, высокую скорость доступа к данным, безопасность их хранения;
- возможность работы в Локальной вычислительной сети с неограниченным количеством рабочих мест, обеспечивающей формирование базы данных в режиме реального времени;
- полную интеграцию вводимых в систему данных, позволяющую осуществлять глубокий и всесторонний анализ деятельности предприятия;

- возможность ведения в системе многофирменного учета и быстрого наращивания функций разработчиком в соответствии с потребностями предприятия.

Современная информационная система может достичь положительных результатов и преимуществ в деятельности предприятия, а также способствует решению важных в условиях конкуренции задач: повышения эффективности выполнения заказов, привлечения постоянных клиентов и рационального использования имеющихся ресурсов.

С помощью современной информационной системы можно:

- отслеживать не только движение и состояние документов (открыт, формируется, закрыт, проведен), но и события (ожидание, получение материалов на складе, отказ клиента и т.п.);

- используя системные справочники работ, нормо-часов, расценок, грамотно и быстро объяснить клиенту, в какую сумму обойдется ремонт;

- за счет контроля наличия необходимых материалов и подготовки документов на компьютерах сократить время и повысить культуру обслуживания клиентов;

- создать базу данных о клиентах и наладить систему их поощрения, учитывать эти поощрения (скидки, подарки и т.п.);

- наладить механизм повторных ремонтов, своевременно уведомить клиента о необходимости такового, создать запас материалов и запчастей;

- контролировать качество ремонта, учитывая повторные обращения клиентов, отследить движение дефектных партий деталей и т.д.;

- проводить анализ колебаний заездов автомобилей по периодам, загрузки исполнителей, а также работы персонала по нормативам — для анализа фактических трудозатрат;

- рационально использовать средства, затрачиваемые на хранение запасных частей, формировать структуру заказа по номенклатуре запасных частей наиболее частого спроса, поддерживать их запасы на оптимальном уровне;

- быстро получать оперативные отчеты о деятельности предприятия в режиме реального времени, исключив случаи противоречия в данных, формируемых различными подразделениями;

- обеспечить многомерную обработку данных с помощью специальных аналитических средств;

- сократить трудоемкость и сроки формирования первичных и отчетных документов, за-

работной платы сотрудникам и реорганизовать управление предприятием;

- обеспечить надежную систему защиты данных от утечки и сбоев оборудования, упорядочить доступ к ним персонала предприятия;

- снизить совокупные затраты при внедрении и сопровождении системы по сравнению с аналогами.

Практика показывает, что современная информационная система должна быть не требовательна к техническим ресурсам, легко осваиваться пользователями с минимальными навыками работы на компьютере, а для ее поддержки должно быть достаточно уровня пользователя средней квалификации.

### **Современные информационные технологии управления деятельностью автосервисных предприятий**

В настоящее время организацию работы предприятий автосервиса уже невозможно себе представить без использования современного программно-информационного обеспечения, применяемого в любом автосервисе (от гаража до крупного дилерского центра).

Рассмотрим и проанализируем основное программно-информационное обеспечение, необходимое для успешной работы любого современного автосервиса.

1. Управленческо-учетное программное обеспечение (ПО) — к этому классу относится бухгалтерское ПО, ПО автоматизации бизнес-процессов, ПО ведения складского учета, ПО учета рабочего времени, ПО подготовки и учета заказ-нарядов и пр. Многие из программных продуктов обеспечивают интеграцию с каталогами запасных частей (для автоматической загрузки цен и моделей деталей в бухгалтерско-учетные документы), информационными базами нормо-часов (для автоматизации загрузки номенклатур работ и расчета их стоимости).

В настоящее время для решения этих задач на отечественном рынке представлено большое количество программных продуктов как автономных, так и являющихся надстройками к универсальным системам, например: продукты на базе платформы 1С, продукты компании «Автодилер», внедренческого центра 1С-Парус, компании «BVS Logic», компании «VERDI», система «TurboService», система «LogicStar-Avto», система «АИС@».

2. ПО специализированного оборудования — к нему относится программное обеспечение сканеров, мотор-тестеров, ПО для работы с газоанализаторами и дымомерами, ПО для

чип-тюнинга, ПО для измерительных систем кузовного ремонта и т.п. Как правило, такое ПО поставляется вместе с самим оборудованием. Зачастую программное обеспечение этого класса выполняет не только свои основные (диагностические и пр.), но и справочные, обучающие функции.

3. Основное справочное ПО — к нему можно отнести информационно-справочные базы данных по диагностике и ремонту, электронные каталоги запчастей, справочники нормо-часов, справочники по геометрическим размерам автомобилей и т.п. Такие базы, как и оборудование, делятся на два больших класса — дилерские (авторизованные, оригинальные, первичные) и неавторизованные (вторичные, неоригинальные, как правило, мультимарочные).

Дилерские базы данных включают в себя информацию по одной или нескольким родственным маркам автомобилей (например, VW-Audi) и подготовлены самим автопроизводителем. Информация в них по отдельной марке наиболее полная и достоверная. Однако официально такие базы распространяются только в рамках дилерской сети соответствующей марки. Соответственно недилерские станции (даже если они специализируются на одной марке) могут приобрести эту информацию только у пиратов. Наибольшую известность имеют дилерские базы по диагностике и ремонту VW-Audi (ELSA), BMW (BMW TIS, BMW WDS), Ford (Ford TIS), Mercedes (Mercedes WIS), Opel (Opel TIS), Renault (Dialogys), Volvo (VADIS) и пр., а также каталоги запчастей VW-Audi (ЕТКА), BMW (BMW ЕТК), Mercedes (Mercedes ЕРС) и пр.

Мультимарочные базы включают информацию сразу по многим маркам автомобилей (разработчики баз стараются охватить «все что ездит»). Мультимарочность базы не исключает того, что в ней содержатся и некоторые дилерские материалы. Наиболее известными продуктами являются базы по диагностике и ремонту BOSCH ESI[tronic], Alldata, Autodata, Mitchell-on-Demand, Atris WM-KAT-Technik, Open@Car, WorkShop, CAPS, ATSG и др.

Мультимарочные базы могут быть неспециализированными (включают информацию практически обо всем — например, база Autodata содержит и регулировочные параметры, и нормо-часы и информацию по диагностике электронных систем управления, и электросхемы и многое другое) и специализированными (касаются информации по отдельным системам автомобиля — например, в базе CAPS рассматриваются электронные системы управления,

а в базах ATSG и Mitchell for Transmissions — коробки передач). Естественно, каждая база содержит разное количество информационных разделов — как правило, мультимарочные базы содержат следующую информацию:

Technical data — различные регулировочные данные по автомобилям. В базах имеются сотни и тысячи различных параметров, нормативов и прочего. Помните эти цифры даже по одной обслуживаемой марке невозможно, но также невозможно и заниматься ремонтом и/или диагностикой не имея их под рукой;

Repair times — основные нормы времени на ремонтные и регулировочные операции. Этот раздел может быть «встроен» в базу (Autodata), поставляться как дополнительный модуль, поставляться в виде отдельной базы;

Maintenance and Service schedules — сервисные интервалы и описания сервисных операций;

TSB (Technical Service Bulletins) — технические сервисные бюллетени — руководства и рекомендации от автопроизводителей по устранению конкретных типичных неисправностей и по другим вопросам. Эти руководства содержатся практически во всех дилерских базах (Ford TIS, Opel TIS, BMW TIS), а также в некоторых мультимарочных базах (например, в Mitchell on Demand и Alldata). Также в мультимарочных базах, например в базе AutoData, встречается аналогичный по назначению раздел Trouble shooter (разрешение конкретных неполадок). Зачастую руководства по устранению неисправностей представляются в виде алгоритмов или блок-схем.

Сюда же можно отнести и весьма полезные таблицы (Fault tables) с анализом диагностических кодов неисправностей (DTC — Diagnostic Trouble Code) — такие разделы есть практически во всех электронных базах (Mitchell, Autodata, ELSA, Opel TIS и пр.) и содержат не только расшифровки кодов неисправностей, но и симптомы их проявления, возможные причины их возникновения, перечни проверок для устранения;

WorkShop или Repair — описания устройства, ремонта и диагностики отдельных систем автомобиля — двигателя, КПП, АБС, системы кондиционирования и пр.;

Component locations — расположение электронных и механических компонентов в автомобиле;

Wiring diagrams или Current flow diagrams — электросхемы.

Также встречаются и другие «форматы» документации — OFM (Official Factory Manuals), SSP (Service Self Study Programm) и пр.

Отдельно следует выделить каталоги запасных частей (EPC – Electronic Parts Catalog). В них содержится информация о запасных частях, их применимости, взаимозаменяемости, цене, зачастую встречаются и изображения. Каталоги запчастей делятся на каталоги оригинальных (произведенных или рекомендованных автопроизводителем) и неоригинальных (произведенных сторонними производителями) запчастей. Также каталоги могут быть мономарочными (содержат информацию, как правило, об оригинальных запчастях для одной марки — наиболее известны Mercedes EPC, BMW ETK и пр.) и мультимарочными (содержат информацию по запчастям ко многим маркам – например, Tecdoc). Также встречаются специализированные каталоги по расходным материалам, тюнингу, сводные каталоги производителей запчастей и т.п.

Приобретая для автосервиса информационную базу, надо учитывать:

- по каким автомобилям в базе имеется информация? Здесь важны марки, года выпуска (или модельные года), рынок автомобилей, для которого выпущена база. Относительно годов выпуска надо заметить, что практически все существующие базы содержат наиболее полную информацию только по автомобилям последнего десятилетия (начиная с 1993 г.) — в частности, это касается таких баз, как ELSA, Autodata, BMW TIS и пр.;

- по каким системам в базе имеется информация? Соответственно, если Ваша мастерская специализируется на КПП, надо иметь специализированную базу (например, Mitchell on Demand For Transmissions и/или ATSG), но и «общие» базы также не помешают;

- на каком языке выполнена оболочка базы (меню и пр.) и на каком языке в базе представлена информация? Заметим, что на русском языке даже оболочки выполнены у считанных единиц программ. Полностью русские — BMW TIS, Volvo VADIS. Частично русские — BOSCH ESI[tronic], Mercedes WIS — эти базы имеют русские оболочки и часть информации, то есть для нормальной работы хотя бы английский язык знать необходимо, потому что в некоторых базах, кроме русского и английского, встречаются и документы на немецком языке (ELSA, ESI[tronic], Mercedes WIS);

- на каких носителях поставляется база? Как правило, современные базы поставляются на CD или DVD. При этом DVD формат стремительно приобретает популярность, особенно при поставке баз, занимающих более 3–5 компакт-дисков (Mitchell – около 15, ESI[tronic] – около

30, Alldata — около 100 CD-дисков и т.п.). Грубо 1 DVD диск заменяет 6–7 CD. Последние версии некоторых баз поставляются уже только на DVD (например, ESI[tronic]);

- какие системные требования к компьютеру и операционной системе предъявляет база? Большинство баз работают нормально под любой операционной системой – от Windows 98 (работа под Windows 95, как правило, не гарантируется, но и проблем не возникает) до Windows XP. Однако бывают и «привередливые» базы — например дилерская база по VW-Audi ELSA работает только под управлением систем на NT-платформе (Windows NT, 2000, XP). Особых требований к процессору и оперативной памяти базы, как правило, не предъявляют;

- как осуществляется регистрация базы? Каков период беспрепятственного использования базы после покупки? Срок работы лицензионных баз, как правило, ограничен сроком действия абонемента (как правило, год). После его истечения требуется платное продление абонемента или покупка новой версии базы. Ограничения в работе нелегальных версий зависят от способа регистрации базы, защиты базы, «качества взлома»;

- каков порядок и стоимость обновлений? При покупке лицензионных баз эти условия обязательно оговариваются — как правило, обновления в рамках действия абонемента осуществляются бесплатно (например, у BOSCH — ежеквартально в течение года). Обновления для нелегальных баз пиратами, как правило, не распространяются.

4. Дополнительное (вспомогательное) справочное ПО — к нему можно отнести уже упомянутые словари, программы для расшифровки VIN-кодов и пр. Заметим, что некоторые из этих программ можно найти в Интернете в бесплатном доступе.

5. Обучающее ПО. Некоторые производители включают обучающие подсистемы в поставляемое со специальными стендами ПО.

Необходимо отметить, что информация предлагается на отечественном рынке не только в электронном виде на CD и DVD, но и в виде профессиональной литературы. Преимуществами книг по сравнению с электронными базами являются доступность персоналу, не владеющему или слабо владеющему персональным компьютером, меньшая цена лицензионных версий, наличие изданий на русском языке. Недостатками являются неудобство поиска и работы с информацией, необходимость иметь большое количество литературы, чтобы заменить информацию, по

объему соответствующую 1 компакт-диск, изнашиваемость.

### **Основные документы и организация документооборота предприятий автосервиса**

Рассмотрим и проанализируем современные информационные технологии управления деятельностью автосервисных предприятий на примере учетно-аналитической системы «Дело 2000:СТО», разработанной на базе станции технического обслуживания «Юнайтед Моторс» (г. Днепрпетровск) специально для информационного обслуживания деятельности предприятий автосервиса.

Типовой вариант данной системы предназначен для локальной сети на 5–6 функционально различающихся рабочих мест, включая менеджера-приемщика (первичное оформление документов), менеджера либо мастера ремонтной зоны (подбор работ, запчастей, материалов в заказ-наряде), кладовщика (складской учет, выписка накладных), менеджера-продавца (прием заказов от клиентов, продажа запчастей, взаимодействие с поставщиками), бухгалтера (выписка платежных документов, расчет зарплаты), руководителя (учет кадров, анализ). Рабочих мест одной функциональности может быть несколько, причем функции рабочих мест могут динамично изменяться.

#### **Базовая версия системы поддерживает следующие функции:**

- формирование и учет заказ-нарядов (блок «Услуги»);
- формирование и учет заказов на продажу запчастей (блок «Продажи»);
- формирование и учет заказов на закупку запчастей (блок «Закупки»);
- складской учет (блок «Склад»);
- учет кадров и расчет зарплаты (блок «Кадры»);
- формирование и учет бухгалтерских документов и проводок (блок «Бухгалтерия»);
- ведение нормативно-справочной информации (блок «Справочники»);
- формирование отчетов и динамический анализ данных (блок «Анализ»).

#### **Основные проектные решения при реализации блока «Услуги»:**

- формирование первичной информации заказ-наряда осуществляется заполнением следующих полей документа: номер, дата открытия, автомобиль (информация об обслуживаемом автомобиле), клиент (информация о клиенте);

- информация о работах, их исполнителях и расходных материалах, в том числе предоставленных клиентом, заносится и корректируется с использованием справочников предварительно либо по мере выполнения работ с одновременной калькуляцией стоимости заказа;

- выбор работ производится из списка работ с использованием дерева «Блоки и узлы автомобиля», либо из работ, которые уже проводились для автомобилей аналогичной марки, либо из всего списка работ по справочнику с возможностью поиска работ по коду и наименованию;

- каждая работа имеет код, краткое описание и относится к определенному типу работ;

- в системе выделяются общие для всех автомобилей работы и формируются комплексные работы;

- возможно включение в заказ сопутствующих работ, формирование списка запчастей клиента;

- оценка стоимости работ может производиться с учетом норм времени на каждую операцию;

- скидки устанавливаются для каждой работы, товара в отдельности либо на заказ-наряд в целом;

- система фиксирует любой вид оплаты: наличный и безналичный расчет;

- система позволяет создавать и использовать общепринятые нормы по конкретной марке автомобиля, а также собственные нормы трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей;

- предоставляется возможность установки кратности, стоимости нормо-часа, исполнителя для каждой работы в заказ-наряде;

- список исполнителей формируется с указанием участия каждого из них в данной работе в процентах;

- осуществляется сбор информации по фактической трудоемкости услуг, фиксируются даты (время) фактического начала и окончания работ;

- при вводе необходимых для выполнения заказа расходных материалов осуществляется интерактивная проверка доступных к распределению количеств, автоматическое формирование заявки на склад и резервирование необходимых запасов;

- при отсутствии товара на складе формируется соответствующая заявка на закупку;

- предусмотрена возможность фиксации отказов клиентов от обслуживания и их причин;

- одновременно с формированием заказ-наряда осуществляется накопление информации о клиентах, их автотранспорте.

В системе реализованы формирование и печать следующих документов:

- заказ-наряда;
- счета на оплату;
- акта выполненных работ;
- пропуска;
- отчетов по выполненным работам и исполнителям.

**Основные проектные решения при реализации блока «Продажи»:**

- заказы на продажу запчастей формируются при покупке клиентом запчастей;
- обеспечивается возможность учета продаж от нескольких юридических, физических лиц;
- цена за указанную единицу товара заполняется автоматически по прайс-листу или вручную;
- система фиксирует любой вид оплаты: наличный и безналичный расчет, позволяет вести учет взаиморасчетов с покупателями;
- скидки устанавливаются как для каждого товара в отдельности, так и на заказ в целом;
- при вводе необходимых для выполнения заказа расходных материалов осуществляется интерактивная проверка доступных к распределению количеств, автоматическое формирование заявки на получение товара со склада и резервирование необходимых запасов;
- при отсутствии товара на складе формируется соответствующая заявка на закупку;
- прайс-листы формируются по имеющимся на складе товарам и обновляются по мере их поступления с отображением последней отпускной цены;
- для быстрого ввода ассортиментов заказов предусмотрена специальная форма.

В системе реализованы формирование и печать следующих документов:

- заказа на продажу;
- счета на оплату;
- отчета по продажам.

**Основные проектные решения при реализации блока «Закупки»:**

- заказы на покупку товаров формируются при отсутствии необходимого товара на складе либо для пополнения запасов с помощью специальной формы;
- определение поставщиков производится с учетом цены товара на основании истории взаимоотношений;
- заказ на закупку формируется с учетом возможности экспортировать его в Excel, подкорректировать и отправить по факсу, e-mail;

• система фиксирует любой вид оплаты: наличный и безналичный расчет, позволяет вести учет взаиморасчетов с поставщиками;

- счета поставщиков вводятся в базу данных с привязкой их к ассортиментам заказов на закупку и корректировкой цен;
- в системе предусматривается возможность контроля поставок;
- для формирования ассортиментов заказов и привязки их к счетам поставщиков предусмотрены специальные формы.

В системе реализованы формирование и печать следующих документов:

- заказа поставщику;
- прайс-листа;
- отчета по закупкам.

**Основные проектные решения при реализации блока «Склад»:**

- допускается ведение информации по нескольким складам и в разрезе поставщиков;
- реализован механизм формирования структуры склада по местам хранения;
- предусмотрена возможность просмотра доступных для реализации запасов по складам и резервирования товаров по документам;
- осуществляется регистрация прихода и отпуска товаров с оформлением соответствующих документов и ведением складского журнала;
- ведется учет товаров, взятых и отданных на реализацию;
- реализованы различные типы прихода товара на склад: от иностранного поставщика, от украинского поставщика;
- реализованы различные типы расхода товара: продажа клиентам, реализация через ремзону;
- расходная накладная формируется автоматически с использованием справочника товаров на основании заявки на получение со склада;
- при выборе товара в ассортимент заявки заданное количество резервируется до момента списания, при удалении товара из списка выбранных товар снимается с резервирования;
- приходная накладная формируется с учетом заказа на закупку товара и счета поставщика (инвойса) с использованием справочника товаров;
- справочник товаров имеет древовидную структуру, с возможностью формировать и редактировать группы товаров как в информационном окне «Справочники | Группы товаров», так и непосредственно в форме быстрого ввода ассортимента;

- цена за указанную единицу товара заполняется автоматически по прайс-листу или вручную;

- наряду с основными параметрами товара (наименование, фирма-производитель, номер каталогу, артикул, единица измерения, комментарий), для каждого товара формируются дополнительные характеристики (тара, минимальный запас, применяемость);

- система допускает присутствие на складе позиций с отрицательным и нулевым остатком (с возможностью отключения для просмотра), что позволяет производить расход и резервирование товаров без ограничений на количество и при любом остатке товара на складе.

В системе реализованы формирование и печать следующих документов:

- накладных;
- остатков по складу;
- оборотной ведомости и других отчетов по складу, в том числе по прибыли.

**Основные проектные решения при реализации блоков «Кадры» и «Зарплата»:**

- по каждому работнику вводится Ф.И.О., дата рождения, пол, страна рождения, домашний адрес, телефон, сведения о детях, сведения о личных документах, идентификационном коде, должность, цех, рабочая смена, дата приема/увольнения, причина, табельный номер;

- расчет заработной платы производится с учетом оклада и доплат за выполненные работы в любом их сочетании.

В системе реализованы формирование и печать следующих документов:

- отчет о движении кадров;
- ведомость начисления зарплаты.

**В блоке «Бухгалтерия» реализованы:**

- формирование и учет первичных документов: счетов, кассовых ордеров, платежных поручений, актов, налоговых накладных, авансовых отчетов, кассовой книги;

- учет основных средств;
- механизм бухгалтерских проводок, предусматривающий:

- ведение справочника бухгалтерских счетов;

- выполнение настройки бухгалтерских операций;

- ведение журнала бухгалтерских операций;

- просмотр результатов проводок в виде журнала-ордера, оборотного баланса и т.п.;

- формирование и печать книг покупок и продаж по налоговому учету;

- механизм формирования первоначальных бухгалтерских остатков.

Ведение справочной информации выполняется с учетом следующих требований:

- все виды учетной информации в системе формируются с использованием единой системы справочников, к которым относятся справочники партнеров, товаров, географических объектов, марок автомобилей, курсов валют, единиц измерения и другие;

- при создании любого справочника обеспечен стандартный сервис для пользователя.

**Основные проектные решения при реализации блока «Отчеты»:**

- система обеспечивает представление абонентам информации в двух основных режимах: по запросам и регламентного (отчеты);

- предусмотрены формирование и печать часто используемых первичных документов и отчетов;

- реализована возможность отключения нулевых позиций в отчетах;

- для выполнения оригинальной обработки данные могут экспортироваться в Microsoft Excel;

- поиск информации ведется по запросам пользователей в соответствии с их полномочиями.

Динамический анализ позволяет отображать имеющуюся в базе данных информацию в виде многомерной таблицы и просматривать ее в многочисленных комбинациях параметров в любом временном диапазоне.

**Принципы функционирования системы.**

Работа пользователя с данными системы базируется на соблюдении следующих принципов:

- логической единицей базы данных являются документы, связанные между собой ссылками, всегда имеется возможность перейти к просмотру или обработке взаимосвязанного документа;

- первичные документы вводятся либо формируются пользователями в системе в полном объеме однократно в точке их возникновения (появления) на предприятии;

- количество пользователей системы не ограничивается ее программным обеспечением, и определяется производительностью сервера и пропускной способностью сети передачи данных;

- система фиксирует имена пользователей, даты ввода и последнего изменения документа;

- при потере питания система управления базой данных обеспечивает сохранность информации на сервере системы: допускается потеря информации, вводимой пользователем в момент отключения питания (одна запись);

- система предусматривает печать часто используемых документов (счета, накладные) в стандартной форме, перечень таких документов может быть расширен по желанию заказчика.

Доступ пользователей в систему осуществляется по индивидуальному имени и паролю, которые назначаются администратором системы в соответствии с требованиями руководства предприятия и определяют их полномочия, которые характеризуются:

- перечнем доступных пунктов меню системы;
- перечнем доступных документов системы;
- режимами доступа к каждому доступному виду документов (просмотр, редактирование).

При работе с системой пользователю доступен следующий сервис:

- дизайн экранных форм соответствует стандартам операционных систем Windows;
- управляющие элементы экранных форм имеют подсказки («hints»);
- функции системы вызываются из меню и выполняются в диалоговом режиме;
- вызов календаря с переносом выбранной даты в поле документа;

- сохранение документа в качестве «прототипа» для ввода нескольких похожих документов;

- сохранение реквизитов во временном хранилище-«кармане», обмен с которым осуществляется путем перетаскивания мышью выбранных реквизитов в обоих направлениях;

- настройка браузера на последовательность и состав видимых колонок таблицы документов;

- раскрытие любой ссылки в виде формы ввода документа при нажатии «горячей» клавиши;

- переход по цепочке взаимосвязанных документов к просмотру и обработке других документов;

- одновременная модификация группы документов при внесении одинаковых изменений;

- сортировка отображаемых данных по заданному порядку реквизитов;

- развитая система отбора записей для просмотра, формируемая пользователем (маска);

- отображение документов в окнах системы с учетом установленных вариантов фильтрации;

- язык диалога с системой — русский, формы диалога соответствуют стандартам Windows.

### ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

**В. Е. Емельянов.** Производство автомобильных бензинов. — М.: Издательство «Техника», 2008. — 192 с.

В книге изложены требования к качеству вырабатываемых и перспективных автомобильных бензинов.

Приведено краткое описание современных технологических процессов переработки нефти с целью получения бензиновых компонентов. Рассмотрено производство различных оксигенатов — высокооктановых кислородсодержащих соединений, применяемых в составе автобензинов.

Подробно охарактеризованы физические, химические и эксплуатационные свойства различных бензиновых компонентов, а также присадок и добавок для улучшения эксплуатационных свойств.

Рассмотрены вопросы контроля качества, транспортирования, хранения и применения автобензинов.

Монография предназначена для инженерно-технических работников предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, работников автотранспортных предприятий, а также бизнесменов, экономистов и менеджеров этих отраслей.

**А. М. Данилов.** Введение в химмотологию  
М.: Издательство «Техника», 2003. — 464 с.

Приводится обширный справочный материал по характеристикам и эксплуатационным свойствам и применению топлив, масел, специальных жидкостей. Изложены принципы создания и эксплуатации двигателей.

Книга адресована широкому кругу читателей.

## Анализ напряженно-деформированного состояния адгезивной наклейки при восстановлении трубопроводов, работающих под давлением

В. И. Башкирцев, О. П. Голубев, С. В. Стребков,  
И. Л. Кручер, С. В. Ушаков

Российский государственный университет туризма и сервиса

Для теоретических исследований в качестве базового варианта принимаем стальную деталь, имеющую круглое отверстие (рис. 1, а), на которую с одной стороны действует давление жидкости. Отверстие эмитирует повреждение стального образца. На практике такие случаи могут встречаться часто. Это повреждения трубопроводов, работающих под давлением, различных емкостей, корпусных деталей с рабочими жидкостями и т. д. Отверстие принято круглым, так как окружность описывает самую большую площадь, следовательно, при постоянном давлении жидкости наклейка будет испытывать максимальную нагрузку.

Использование адгезивных материалов в зависимости от размеров отверстия, толщины детали позволяет использовать несколько способов его герметизации, которые представлены на рис. 1. Использование адгезивных полимерных композиционных материалов на основе эпоксидных смол позволяет иметь дополнительно еще несколько способов герметизации, как с применением усиливающих накладок и армирующих материалов, так и без них.

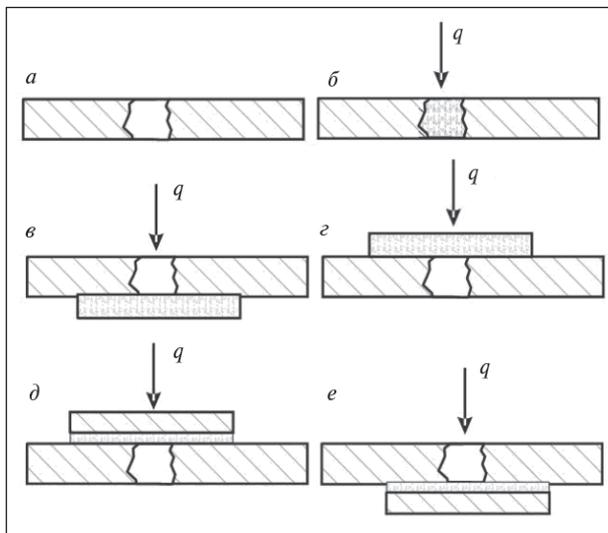


Рис. 1. Варианты герметизации отверстий

Первый случай (рис. 1, б), когда полимер заполняет отверстие, имеет ограниченное применение. Это связано с тем, что использование этого варианта возможно только при благоприятном сочетании следующих факторов: вязкость полимера, его прилипающая способность, размеры отверстия, толщина стенки. Такой способ успешно используется при герметизации микротрещин в корпусных деталях с использованием анаэробных герметиков повышенной проникающей способности.

Если рассматривать технологию герметизации отверстия, представленного на рис. 1, а с точки зрения самых благоприятных условий для работы клеевого соединения, то необходимо восстановить деталь по схеме, указанной на рис. 1, б, но на практике не всегда можно реализовать такие схемы. Самой технологичной для практического применения является схема на рис. 1, в, которую и используем для дальнейшего рассмотрения. Эта схема предусматривает использование адгезивных полимерных материалов, как правило, на основе эпоксидных смол. Эти материалы обеспечивают не только адгезию разнородных материалов, причем независимо от зазора между ними, но и способны восполнять потери металла, образуя поверхность необходимых формы и размеров [4].

Рассмотрим силы, действующие на наклейку, через которую усилие передается и на клеевой шов (рис. 2).

В качестве сил, действующих на наклейку, принимаем давление жидкости, следовательно имеем равномерно распределенную нагрузку ( $q$ ) по всей площади наклейки, которая стремится оторвать или разрушить наклейку. Такое соединение будет работоспособным при условии

$$\sigma_{\text{шва}} \leq [\sigma]_{\text{шва}},$$

$$\sigma_{\text{наклейки}} \leq [\sigma]_{\text{наклейки}}. \quad (1)$$

Модуль упругости полимерных материалов, который характеризует жесткость любого мате-

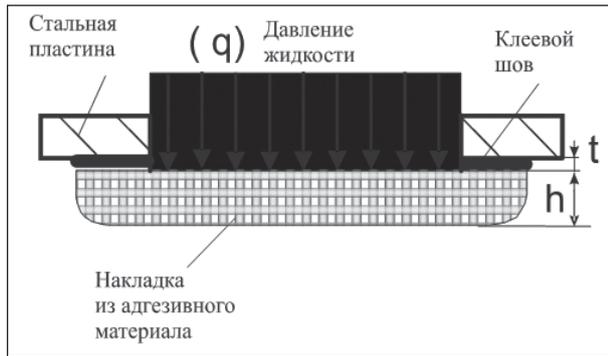


Рис. 2. Схема распределения усилий при герметизации отверстия в трубопроводе адгезивным материалом

риала, в том числе для материалов на основе эпоксидных смол, может находиться в пределах  $0,18 \cdot 10^5 \dots 0,40 \cdot 10^5$  МПа, что меньше любой стали  $2 \cdot 10^5 \dots 2,2 \cdot 10^5$  МПа. Отсюда следует, что под действием распределенной нагрузки ( $q$ ), накладка с радиусом ( $r$ ) будет деформироваться относительно более жесткого основания с радиусом кривизны( $\rho$ ) (рис. 3.) [1, 3].

Для дальнейшего анализа напряженно-деформированного состояния адгезивной накладки двумя парами меридиональных и нормальных конических сечений выделим из накладки подверженной деформации элемент  $ds_1, ds_2$ , представленный на рис. 4.

Наличие деформации является причиной появления напряжения. Для данного случая согласно теории расчета осесимметричных круглых пластин оно будет происходить в двух направлениях  $\sigma_m$  и  $\sigma_r$ . Первое ( $\sigma_m$ ) согласно теории расчета оболочек называется меридиональным напряжением. Вектор этого напряжения направлен по дуге меридиана. Второе напряжение ( $\sigma_r$ ) называется окружным напряжением. Зная эти напряжения возможно не только рассчитать тол-

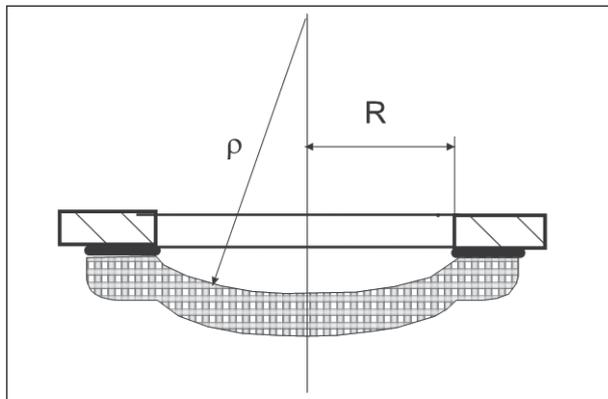


Рис. 3. Схема деформации накладки под воздействием давления жидкости ( $q$ )

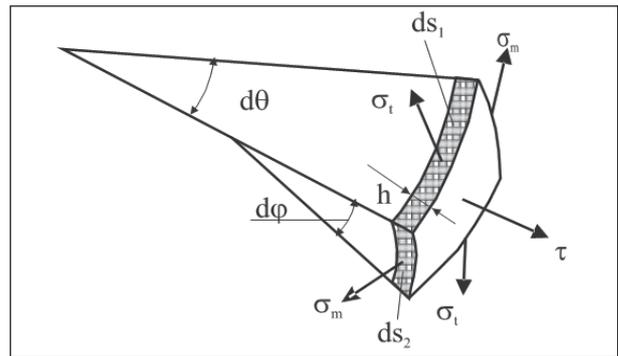


Рис. 4. Элемент накладки выделенный двумя парами меридиональных и нормальных конических сечений

щину накладки ( $h$ ), но и определить параметры клеевого соединения.

При осесимметричном нагружении согласно теории расчета осесимметричных пластин, все величины являются функцией только текущего радиуса ( $r$ ); следовательно, данная задача является одномерной.

Рассмотрим осевое сечение накладки до и после деформации (рис. 5).

Так как прогиб мал, поэтому принимаем, что точки ( $a$ ) и ( $b$ ), принадлежащие срединной плоскости, смещаются только по вертикали. Нормаль к срединной плоскости в произвольной точке  $a$  поворачивается. При переходе от точки ( $a$ ) к соседней точке ( $b$ ), радиус ( $r$ ), получает приращение  $dr$ ; соответственно угол наклона нормали  $\vartheta$  получит приращение  $d\vartheta$ . Определим относительные деформации в произвольном слое, расположенном на расстоянии  $z$  от срединной плоскости. Относительные удлинения в радиальном направлении

$$\epsilon_r = \frac{c_1 d_1 - cd}{cd} = \frac{[dr + (\vartheta + d\vartheta)z - \vartheta z] - dr}{dr},$$

после преобразования

$$\epsilon_r = \frac{d\vartheta}{dr} z. \quad (2)$$

Окружную деформацию адгезивной накладки определим как изменение длины окружности, проходящей через точку ( $c$ ):

$$\epsilon_t = \frac{2\pi(r + \vartheta z) - 2\pi r}{2\pi r},$$

после преобразования

$$\epsilon_t = \frac{\vartheta}{r} z. \quad (3)$$

Положительным направлением координаты  $z$  принимаем направление вниз.

Зная деформации  $\epsilon_r$  и  $\epsilon_t$  на основании закона Гука определим напряжения. Так как в

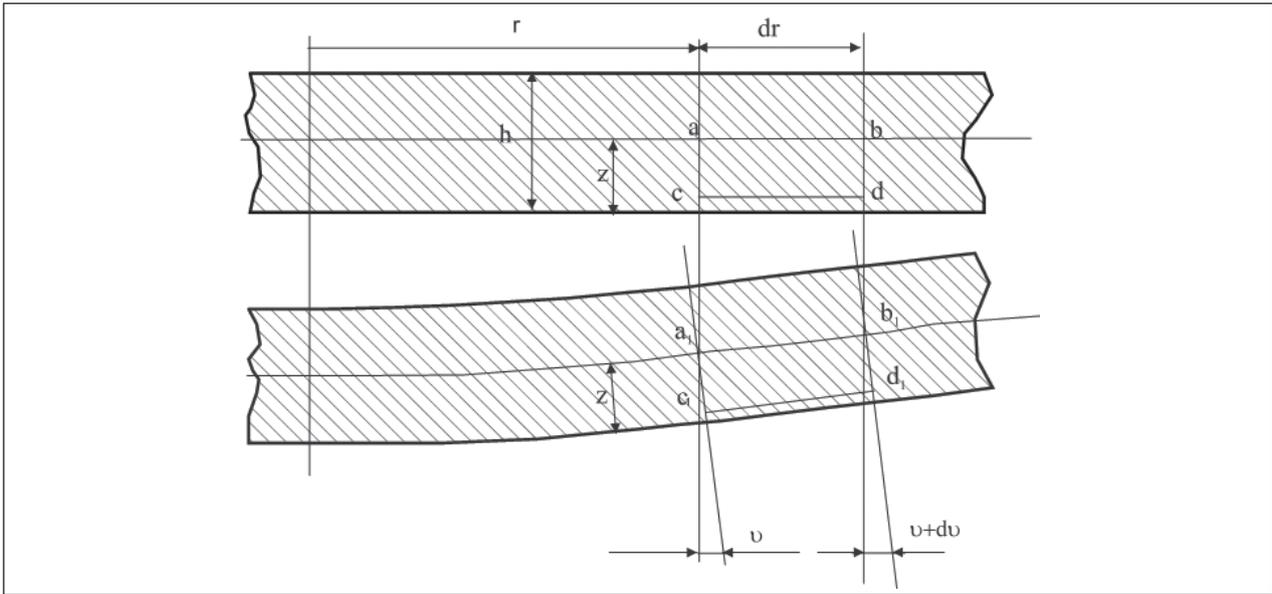


Рис. 5. Разрез пластины до (а) и после (б) деформации

площадках, параллельных срединной плоскости,  $\sigma_z$  равно нулю, то

$$\varepsilon_m = \frac{\sigma_m}{E} - \mu \frac{\sigma_t}{E},$$

$$\varepsilon_t = \frac{\sigma_t}{E} - \mu \frac{\sigma_m}{E}.$$

Решив эти два равенства относительно напряжений и подставив значения деформаций из уравнений (2) и (3) получим:

$$\sigma_r = \frac{Ez}{(1-\mu^2)} \left( \frac{d\vartheta}{dr} + \mu \frac{\vartheta}{r} \right), \quad (4)$$

$$\sigma_t = \frac{Ez}{(1-\mu^2)} \left( \frac{\vartheta}{r} + \mu \frac{d\vartheta}{dr} \right). \quad (5)$$

Напряжения  $\sigma_m$  и  $\sigma_r$ , зависят от координаты  $z$ ; эпюры распределения этих напряжений в сечении адгезионной наклейки приведены на рис. 6.

Кроме нормальных напряжений  $\sigma_m$  и  $\sigma_r$ , в грани, перпендикулярной радиусу, в общем случае возникает еще касательное напряжение  $\tau$ , перпендикулярное срединной плоскости. Это напряжение распределено по толщине пластины по параболическому закону (рис. 6). При  $z = \pm h/2$  оно равно нулю, что следует на основании закона парности касательных напряжений. Касательное напряжение  $\tau$  на срединной поверхности достигает максимума, но роль этого напряжения невелика, так как обычно оно бывает значительно меньше максимального нормального напряжения; в тех же точках, где нормальное напряжение достигает максимума, касательное напряжение  $\tau$  равно нулю.

Интегрирование напряжений по площади граней элемента адгезивной наклейки нормаль-

ные напряжения можно привести к изгибающим моментам  $M_m$  и  $M_r$ , а касательное к поперечной силе  $Q$ . Эти силовые факторы принято относить к единице длины. Представим изгибающие моменты в радиальном и окружном направлениях в виде интегралов:

$$M_m = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_m z dz, \quad M_r = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_r z dz. \quad (6)$$

Подставим под знак интегралов выражения напряжений (4) и (5) выполнив интегрирование, получим

$$M_m = D \left( \frac{d\vartheta}{dr} + \mu \frac{\vartheta}{r} \right), \quad (7)$$

$$M_r = D \left( \frac{\vartheta}{r} + \mu \frac{d\vartheta}{dr} \right), \quad (8)$$

где  $D$  — изгибная жесткость пластины, определяемая по формуле

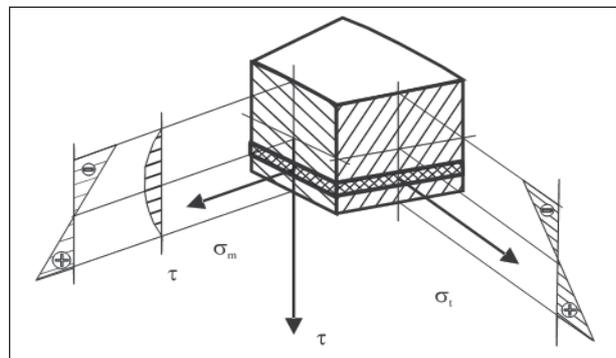


Рис. 6. Распределение окружных и меридиональных напряжений в деформируемой наклейке

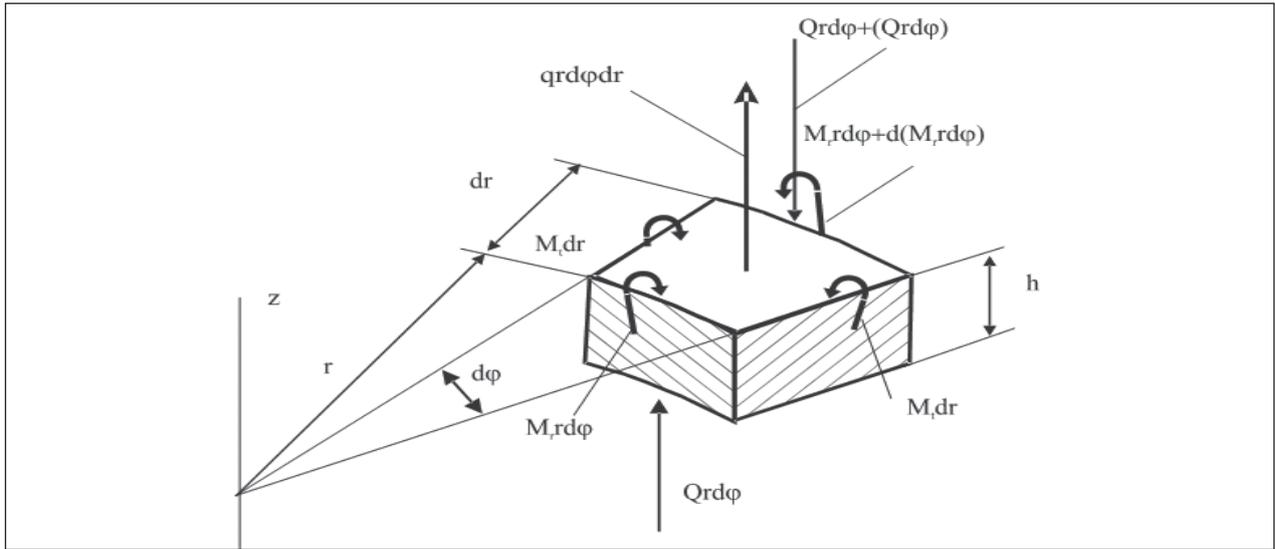


Рис. 7. Условие равновесия бесконечно малого элемента пластины

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)} \quad (9)$$

Полученные уравнения(4)–(8) позволяют определить напряжения  $\sigma_m$  и  $\sigma_r$ , а также моменты  $M_m$  и  $M_t$  по функции  $\vartheta$ , характеризующей угол поворота нормали, которая пока неизвестна. Уравнение для ее определения можно получить из условия равновесия бесконечно малого элемента пластины, изображенного на рис. 7.

В меридиональных сечениях действуют только моменты  $M_t dr$ , так как поперечные силы по условию осевой симметрии отсутствуют. В окружных сечениях возникают поперечные силы  $Q rdj$  и момент  $M_m rd\varphi$ . При переходе от внутренней грани элемента к наружной они получают бесконечно малые приращения  $d(Qrd\varphi)$  и  $d(M_m rd\varphi)$

Из шести уравнений статики в данном случае можно составить только два: уравнение проекций на ось  $z$  и уравнение моментов относительно оси  $y$ . Эти уравнения после сокращения и исключения величин высшего порядка малости принимают вид

$$\frac{d(Qr)}{dr} = qr, \quad (10)$$

$$\frac{d(M_m r)}{dr} - M_t = Qr, \quad (11)$$

где  $q$  — интенсивность поверхностной нагрузки.

Имеем систему четырех уравнений которые содержат четыре неизвестных  $Q, M_m, M_t, \vartheta$ .

После интегрирования уравнения (10), можно определить силу  $Q$ , но эта сила может быть найдена и по уравнению равновесия части

накладки, вырезанной по окружности текущего радиуса  $r$ .

$$q\pi r^2 - Q2\pi r = 0,$$

откуда

$$Q = \frac{qr}{2}. \quad (12)$$

Преобразуем систему полученных уравнений к одному уравнению с одним неизвестным; для этого подставим выражение моментов (7) и (8) в уравнение равновесия (11) выполнив элементарные преобразования, придем к дифференциальному уравнению второго порядка относительно функции  $\vartheta$ ;

$$\frac{d^2\vartheta}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\vartheta}{dr} - \frac{1}{r^2} \vartheta = \frac{Q}{D}. \quad (13)$$

Используя тождество

$$\left[ (\vartheta r)' \frac{1}{r} \right]' = \frac{d^2\vartheta}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\vartheta}{dr} - \frac{1}{r^2} \vartheta,$$

уравнение (13) можно записать в следующем виде:

$$\left[ (\vartheta r)' \frac{1}{r} \right]' = \frac{Q}{D}. \quad (14)$$

Так как интенсивность поперечной силы  $Q$  может быть определена заранее, интегрирование уравнения (14) не представляет трудностей.

Общий интеграл этого уравнения имеет вид

$$\vartheta = C_1 r + \frac{C_2}{r} + \frac{1}{Dr} \int \left[ r' \int Q d\tilde{r} \right] dr', \quad (15)$$

где  $r$  и  $\tilde{r}$  — вспомогательные переменные.

Постоянные интегрирования  $C_1$  и  $C_2$  определяют в каждом частном случае по граничным условиям на наружном и на внутреннем краях или в центре пластины.

В нашем случае края пластины приклеены, имеют жесткую заделку, поэтому при соответствующем значении радиуса  $r$  угол поворота нормали  $\vartheta = 0$ .

Формулы для вычисления напряжений по изгибающим моментам получим, исключив из равенств (4) и (7) функцию  $\vartheta$  и подставив значение жесткости (9):

$$\sigma_m = \frac{M_r z}{\frac{h^3}{12}}$$

Аналогично, согласно формулам (5) и (8),

$$\sigma_t = \frac{M_t z}{\frac{h^3}{12}}$$

Так как нормальное напряжение возникает при  $z = \pm h/2$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{m \max} &= \pm \frac{M_{m \max}}{\frac{h^2}{6}} \\ \sigma_{t \max} &= \pm \frac{M_{t \max}}{\frac{h^2}{6}} \end{aligned} \right\}$$

При давлении жидкости интенсивность поперечной силы определяется из условия равновесия части пластины, вырезанной по кругу радиусом  $r$  (рис. 8):

$$Q = -\frac{pr}{2},$$

в данном случае  $q = -p$ .

Подставив выражение  $Q$  (15) в уравнение и выполнив интегрирование, найдем

$$\vartheta = C_1 + \frac{C_2}{r} - \frac{pr^3}{16D}$$

Для нашего варианта заделки наклейки  $C_2 = 0$ .

Вторая постоянная интегрирования определяется согласно граничному условию на наружном краю пластины.

Для нашей расчетной схемы угол наклона нормали на наружном краю равен нулю, т. е.

$$\vartheta_{r=R} = 0.$$

Согласно этому условию

$$C_1 R - \frac{pR^3}{16D} = 0,$$

$$C_1 = \frac{pR^2}{16D}.$$

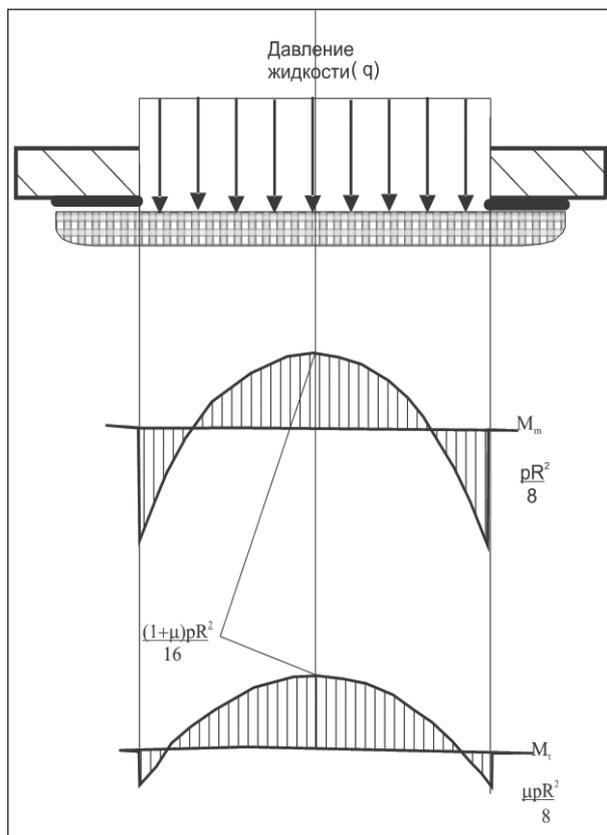


Рис. 8. Эпюра изменения моментов в адгезивной наклейке

Функция  $\vartheta$  для нашего варианта имеет вид

$$\vartheta = \frac{p}{16D}(R^2 r - r^3).$$

Запишем еще выражение для  $\vartheta/r$  и  $d\vartheta/dr$ :

$$\frac{\vartheta}{r} = \frac{p}{16D}(R^2 - r^2);$$

$$\frac{d\vartheta}{dr} = \frac{p}{16D}(R^2 - 3r^2).$$

Задавшись рядом значений радиуса и вычислив величины  $\vartheta/r$  и  $d\vartheta/dr$  по формулам (7) и (8), найдем изгибающие моменты и построим их эпюры (см. рис. 8).

Учитывая, что края пластины имеют жесткую заделку, можно ожидать, что величина изгибающих моментов в центре не превысит значения  $pR^2/8$ , равного значению момента  $M_m$  у заделки. Наиболее опасная точка в этом случае будет около заделки.

Напряжение в этой точке (при  $r = R$  и  $z = h/2$ , т. е. сверху)

$$\sigma_{r \max} = \pm \frac{M_{r \max}}{\frac{h^2}{6}} = \frac{6pR^2}{8h^2},$$

$$\sigma_{l\max} = \pm \frac{M_{l\max}}{h^2} = \frac{6pR^2}{8h^2}.$$

Третье главное напряжение  $\sigma_z$  согласно принятому допущению равно нулю.

Так как материал пластины пластичный, используя гипотезу прочности наибольших касательных напряжений получим

$$\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - \sigma_3 = \frac{6pR^2}{8h^2}.$$

Приравняв эквивалентное напряжение допускаемому, найдем толщину накладки:

$$h = \sqrt{\frac{pR^2 6}{8[\sigma]}}.$$

Согласно представленным расчетам максимальные напряжения будут у края заделываемого отверстия, которым должны противостоять адегизионные связи между накладкой и основным металлом трубопровода.

Учитывая старение адгезивов, в формулу введем коэффициент запаса прочности ( $n$ ), величиной которого можно задаваться от 1–2 в зависимости от ответственности восстанавливаемого трубопровода, в результате получим окончательный вид формулы для определения толщины накладки:

$$h = \sqrt{\frac{pR^2 6}{8n[\sigma]}}.$$

Задавшись рядом значений радиуса отверстия (2–10 мм), наиболее часто встречающихся в трубопроводе, давлением (0,1–1,0 МПа), в пределах которого в основном работают магистральные трубопроводы отопления и подачи холодной и горячей воды, можно построить трехмерную диаграмму, из которой графически можно определить толщину накладки из адгезива (рис. 9).

В качестве адгезива принимаем адгезив на основе эпоксидной смолы.

В задачу исследований входило также определение площади клеевого шва. Приведенные расчеты позволяют определить максимальное напряжение на кромке отверстия.

Распределение напряжений в клеевом шве для случая, когда от жесткого основания отрывается упругая пластинка, имеется в литературе (рис. 10) [1, 3].

Распределение напряжений для этого случая описано следующей формулой:

$$\sigma = 2,62q_p^4 \sqrt{\frac{E_k}{E_1 t h^3}} \exp(-\alpha x) \cos(\alpha x), \quad (16)$$

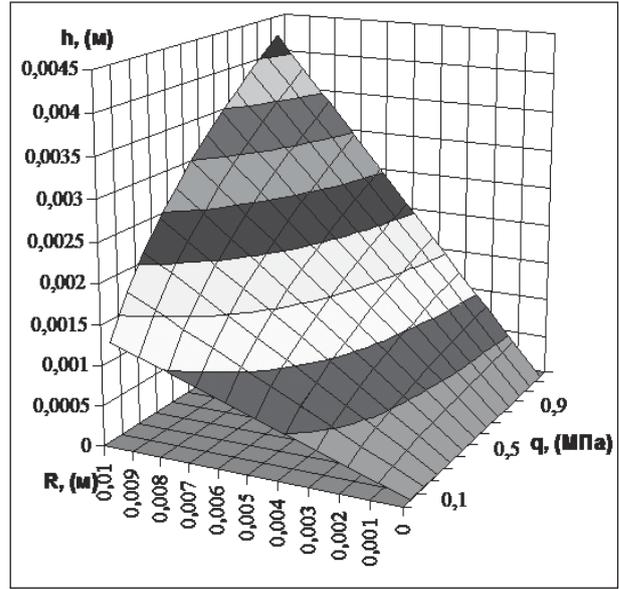


Рис. 9. Диаграмма для определения толщины адгезивной накладки ( $h$ )

$$q_p = \frac{N}{b},$$

где  $q_p$  — погонная перерезывающая нагрузка от силы  $N$  на кромке длиной (шириной)  $b$ , Н/м<sup>2</sup>;

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{3E_k}{E_1 h^3 t}}, \quad (17)$$

$\alpha$  — характеристический параметр клеевого соединения, мм<sup>-1</sup>;  $E_k$  — модуль упругости клея, МПа;  $E_1$  — модуль упругости накладки, МПа.

Анализ формулы показывает, что максимальное напряжение будет наблюдаться при  $X=0$ , т. е. на кромке отверстия, и резко снижаться при отдалении от нее, что полностью подтверждает предположение о том, что при упругой накладке концентрация напряжений располагается по кромке заделываемого отверстия. При  $X=0$  формула принимает более простой вид:

$$\sigma = 2,62q_p^4 \sqrt{\frac{E_k}{E_1 t h^3}}. \quad (18)$$

Дальнейший анализ формулы показал на невозможность ее использования для расчетов параметров клеевого соединения при герметизации отверстий в трубопроводах, работающих под давлением. Это связано с тем, что в приведенной формуле нагрузка задается на единицу длины кромки клеевого шва, т. е. для расчета принимается погонная нагрузка (для нашего случая это длина окружности отверстия), что не позволяет определить основной параметр клеевого шва, его площадь. Это обосновывается тем,

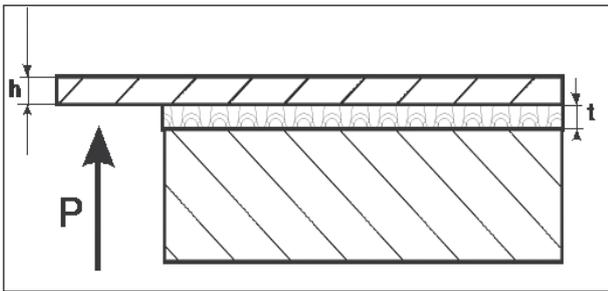


Рис. 10. Соединение типа «тонкий лист отрывается от жесткого основания»

что напряжения концентрируются практически вдоль линии, и, только увеличив ее длину, можно повысить прочность клеевого соединения, а увеличение площади клеевого шва на повышение его прочности влияния практически оказывать не будет. Формула применима там, где есть возможность обеспечивать прочность клеевого шва за счет увеличения его длины, для нашего случая это исключено, так как увеличить длину клеевого шва можно только за счет увеличения диаметра отверстия, что приведет к возрастанию нагрузки на накладку за счет увеличения площади. Эту особенность передачи давления жидкостью необходимо учитывать, так как она может оказывать влияние и на характер разрушения клеевого шва [2].

Анализ приведенной формулы позволил подтвердить наши предположения о распределении напряжений в клеевом шве и более подробно изучить их закономерности, откуда следует, что клеевой шов будет работать в основном на отдир, т. е. в самом неблагоприятном режиме для клеевого шва. Кроме того, передача усилия жидкостью на клеевую накладку имеет свои особенности, где концентрация напряжений находится по периметру заделываемого отверстия. Следовательно, разрушение клеевого шва будет начинаться по кромке отверстия, т. е. в местах концентрации напряжений, это приведет к поступлению жидкости между накладкой и основанием, что мгновенно приводит к возрастанию и поперечной нагрузки  $Q$ , действующей на накладку при постоянном давлении в трубопроводе, за счет увеличения площади. В этом заключается негативная особенность действия нагрузки, передаваемой на клеевой шов жидкостью, поэтому в этом случае можно ожидать

мгновенного (взрывообразного) разрушения клеевого шва.

Следовательно, такая схема является нерациональной. Необходимо искать более работоспособные конструкции клеевого шва, чтобы обеспечить благоприятные условия для его работы. На основании теоретического анализа предложена схема на рис. 1,  $\partial$ , где имеется жесткая накладка. Теоретически, при достаточной жесткости, такая накладка может обеспечить равномерность распределения напряжения по всей площади клеевого шва, если обеспечит расположение ее центра строго над герметизируемым отверстием.

Использование такого способа позволяет с достаточной для инженерных расчетов точностью, рассчитать необходимые параметры клеевого соединения.

При этом условие прочности можно записать в следующем виде:

$$\sigma = \frac{q f}{F} \leq [\sigma], \text{ МПа}, \quad (19)$$

где  $f$  — площадь герметизируемого отверстия,  $\text{м}^2$ ;  $q$  — давление жидкости, МПа;  $F$  — площадь клеевого шва,  $\text{м}^2$ ;

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{пр}}}{n}, \quad (20)$$

где  $\sigma_{\text{пр}}$  — предельно допустимое напряжение для клеевого шва, МПа;  $n$  — коэффициент запаса прочности.

В результате теоретических исследований сделаны следующие выводы.

Использование накладок только из адгезивных материалов, жесткость которых значительно меньше материала трубопроводов, целесообразно для трубопроводов, не испытывающих давления жидкости, например для труб канализации. Прочность такого соединения не зависит от площади клеевого шва, который необходимо определять только из технологических особенностей применяемого состава и конструкции клеевого соединения.

При герметизации отверстий с помощью адгезивных материалов в трубопроводах, работающих под давлением, необходима жесткая накладка, которая теоретически может обеспечить равномерное распределение напряжения по всей площади, что повышает его работоспособность. Параметры шва можно рассчитать по приведенным формулам.

#### Литература

1. Бояршинов С. В. Основы строительной механики машин. — М.: Машиностроение, 1973. — 456 с.
2. Кир Л. М., Сильва М. А. Прикладная механика. — М., Мир, 1972. — №4. — С. 266–273.
3. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. — М.: Наука, 1979. — 560 с.
4. Шнуров З. Е. Вопросы прочности клеевых соединений. — В. кн.: Клеи и технология склеивания. — М.: Оборонгиз, 1960. — С. 56.

## Применение технологии безразборного восстановления цилиндропоршневой группы легковых автомобилей

*В. Н. Быстров, Е. И. Деркач, И. Э. Грибут  
Российский государственный университет туризма и сервиса*

Первый опыт был получен при введении мелкодисперсных порошков меди в механизмы лесозаготовительных машин в 60–70-х годах XX столетия и при запуске тяжелых прессов автозавода ЗИЛ после ремонта. Полученные результаты показали перспективность этой технологии и в начале 90-х в АОЗТ ПТЦ «РемАвто», а затем в ЗАО «Русский научный технологический центр проблем безызносности в машинах» была начата эксплуатационная проверка технологии безразборного восстановления карбюраторных двигателей легковых автомобилей, основанная на применении избирательного переноса при трении [1–3]. Только в 1990 г. было восстановлено более 200 автомобилей «Волга» с двигателями Заволжского моторного завода в четвертом таксомоторном парке г. Москва. В этот период в качестве технологической жидкости использовалась смесь олеиновой кислоты Б-115, производства завода «Клейтук», г. Москва, с мелкодисперсной медью ПМС-1, производства уральского завода в г. Красная Пышма.

Дальнейшее развитие технологии безразборного восстановления ДВС происходило по двум направлениям: создание новых композиций веществ для введения в двигатели; разработка эффективных режимов обкатки двигателей после введения композиций.

В настоящее время различными научными коллективами создано большое количество композиций в виде жидких технологических сред для безразборного восстановления ДВС. Они, как правило, включают в себя дисперсную фазу в виде мелкодисперсных частиц одного или нескольких пластичных металлов и дисперсионную среду в виде жидкостей, обладающих ярко выраженными поверхностно-активными свойствами, способных очистить контактирующие поверхности ЦПГ от низко- и высокотемпературных отложений и повысить адгезионную прочность покрытий их соединений из вводимых металлов. Однако в дальнейшем поддержание автоколебательных ионообменных процессов в ДВС возможно только при использовании металлов с переменной валентностью и жидкостей, легко

получающих и отдающих ионы этих металлов. В качестве удачного сочетания компонентов можно привести пример отечественной композиции «Римет», которая содержит несколько пластичных металлов и проверена временем (используется без рекламаций более 10 лет).

В результате применения безразборного восстановления ДВС достигнуты следующие результаты: очищается камера сгорания; устраняется залегание колец; восстанавливается геометрия цилиндров; устраняются царапины и задиры на цилиндрах; повышается и выравнивается по цилиндрам величина компрессии; уменьшаются шумы и вибрации двигателя; увеличивается мощность и приемистость автомобиля; снижаются расходы топлива и масла; уменьшается дымность и токсичность выхлопных газов; продлевается ресурс нормальной эксплуатации двигателя.

Отличие безразборного восстановления двигателей от использования присадок в моторном масле с целью повышения износостойкости деталей заключается в том, что эффективность применения технологии проявляется в более короткий срок. По данным изготовителей композиций для безразборного восстановления двигателей на автосервисных предприятиях длительность обработки составляет от 1 до 3 ч. Наиболее доступным для определения технического эффекта от применения безразборного восстановления является замер компрессии в цилиндрах двигателя. При замере компрессии необходимо определить причины ее снижения известными методами [7]. Повышение и выравнивание компрессии в цилиндрах ДВС после обработки свидетельствует об улучшении параметров горения топливной смеси. Наименее изученным в технологии является вопрос о влиянии безразборного восстановления ДВС на токсичность выхлопных газов и экологическую надежность двигателя. На протяжении длительного периода освоения технологии безразборного восстановления в России для карбюраторных двигателей внутреннего сгорания определение токсичности выхлопных газов по оксиду углерода (СО) про-

водилось на одноканальных газоанализаторах без учета содержания кислорода. С появлением четырехканальных газоанализаторов в России стали определять содержание CO, CH, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, однако все замеры проводились на нейтральной передаче, то есть без нагрузки. Испытания технологии безразборного восстановления на моторных стендах не проводились из-за их высокой стоимости. Наиболее информативными являются динамометрические стендовые испытания, позволяющие имитировать реальные режимы и производить качественную регулировку двигателя. Созданный в автосервисном центре Российского государственного университета туризма и сервиса испытательный комплекс позволил реализовать качественно новый подход к разработке технологии безразборного восстановления карбюраторных двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей. Разработанный метод динамометрических испытаний предназначен для станций технического обслуживания легковых автомобилей и позволяет значительно расширить перечень услуг автосервиса, а также оценить эффективность того или иного состава, продаваемого торговой сетью для улучшения параметров двигателей [4].

В качестве примера составов, рекламируемых торговой сетью, не имеющих убедительных данных испытаний, можно привести препарат ЗВК Реагент 2000 «Superdrive». Изучение рекламной информации по этой композиции показывает, что в ней не указан состав композиции, не даны результаты испытаний на полноразмерных двигателях. В результате этого, в самом рекламном тексте присутствуют противоречия, вызывающие настороженность у покупателей. По информации продавца при двух- и более кратном применении ЗВК Реагент 2000 «Superdrive» срок службы двигателя увеличивается на 120–150 тыс. км, а рекомендуется к применению ЗВК Реагент 2000 «Superdrive» через 500–800 км пробега от последнего применения. Это означает, что при среднем пробеге в 20 тыс. км в год, по первому утверждению, надо ввести композицию два и более раз в шесть — семь лет, а по второму — за шесть — семь лет композицию надо вводить в двигатель более 120–140 раз. Такое большое количество введений композиции позволяет утверждать, что режим избирательного переноса в двигателе не реализуется, а ее применение около двух раз в месяц — экономически нецелесообразно.

Активная рекламная компания проводится по композиции NanoVit Motor Renovator (Нановит). Продукт по данным торговой фирмы представ-

ляет собой суспензию нанодисперсных порошков диоксида кремния, триоксида алюминия и терморасщепленного кислотоинтеркалированного графита. В основу рекламной компании положено заключение TUV-Тюрингия. Однако полученный сертификат, выданный этой организацией, всего лишь декларирует повышение износостойкости деталей двигателя, хорошие моющие свойства, оптимизацию мощности двигателя и снижение выброса вредных веществ в атмосферу и не подтверждает количественно рекламируемые технические эффекты. Такими свойствами обладают многие присадки, реализующие избирательный перенос при трении. Утверждение в рекламе, что нанодисперсный порошок лейкосапфира вступает в реакцию замещения с железом на поверхности трения за счет разрыва химической связи алюминий-кислород вообще не выдерживает критики, так как известно, что лейкосапфир, обладает высокой твердостью, химической стойкостью и высоким сопротивлением сжатию. По материалам фирмы на поверхностях трения должно происходить встраивание компонентов состава в структуру металла деталей, в зерна и границы их раздела. Там же указывается, что композиция не допускает «покрытие пленкой другого материала поверхностей трения, только встраивание», и далее «разборка двигателей также показала, что на стенках деталей в зонах трения образуются устойчивые гелеобразные пленки трибополимеров масла не стекающие с их поверхностей, что дополнительно защищает пары трения при холодном пуске от повышенного износа». Для успеха коммерческого мероприятия торговой фирме, очевидно, необходимо привести результаты динамометрических испытаний двигателей с введением композиции NanoVit Motor Renovator.

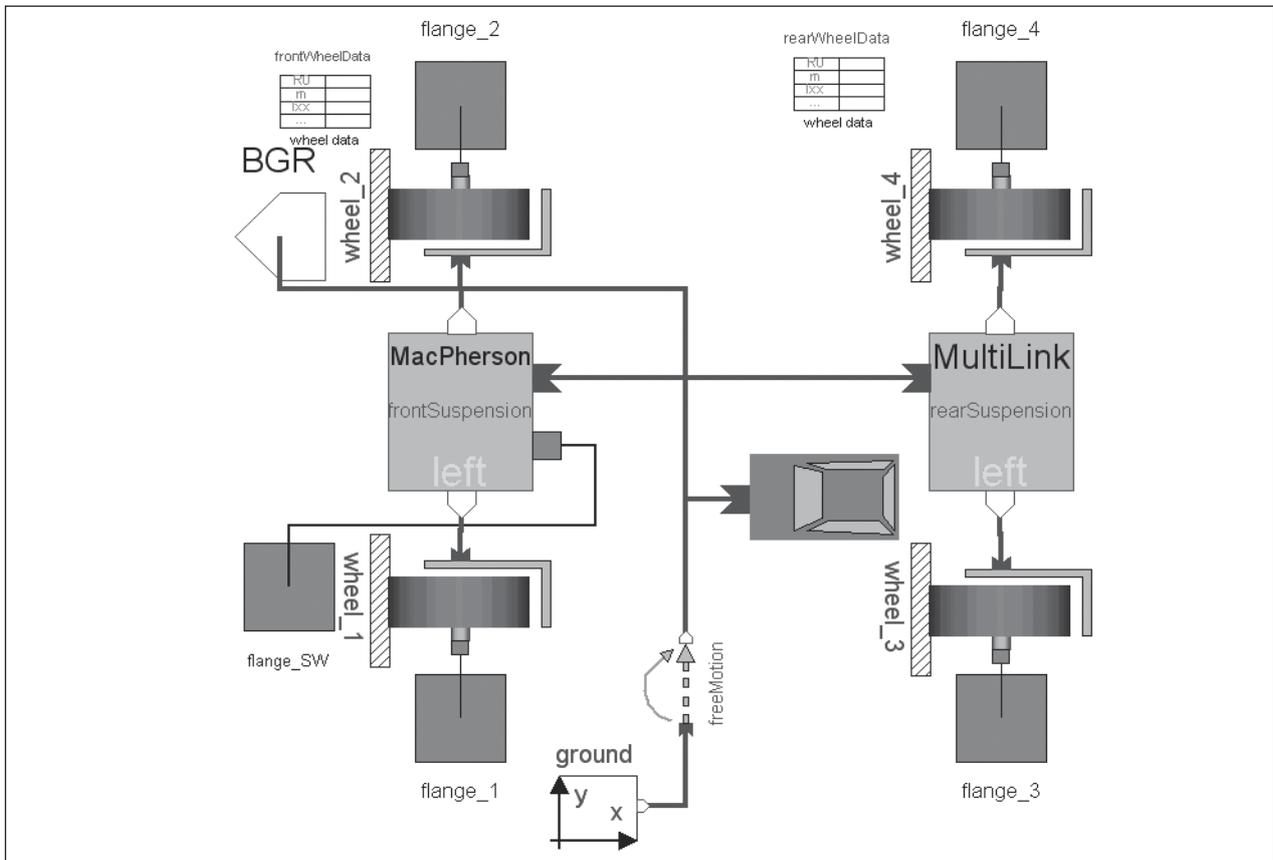
Для организации высококачественного технического сервиса автомобилей необходим научно обоснованный, методологический принцип обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта, основанный на системном подходе, в соответствии с которым процессы подготовки гомогенизированной топливной смеси, чистого сжигания, нейтрализации токсичных и канцерогенных компонентов, состояние цилиндропоршневой группы должны рассматриваться в комплексе, поскольку являются взаимозависимыми. Таким образом, технологический комплекс автомобильного сервиса должен содержать услуги и соответствующие им технологии, в первую очередь направленные на снижение расхода топлива, количества токсичных веществ в выхлопных газах и повы-

шения безопасности. На начальном этапе эта задача может быть решена для автомобилей с карбюраторными двигателями с принудительным зажиганием без проведения дополнительных исследований. Для этого необходимо провести выбор уже имеющихся технических решений для конкретных марок автомобилей на основе результатов динамометрических испытаний. В этом случае, по имеющимся уже данным, автомобили экологических классов ЕВРО-0, ЕВРО-1 и ЕВРО-2 требуют установки гомогенизатора, нейтрализатора и безразборного восстановления ДВС.

В дальнейшем необходимо создание компьютерных моделей экологической надежности двигателей внутреннего сгорания на основе испытаний новых материалов и технологий. В основу компьютерной модели может быть положен метод объектно-ориентированного моделирования. Все элементы структуры двигателя участвуют в процессе накопления повреждений и разрушения, являются предметом рассмотрения физики твердого тела, континуальной теории дислокаций, механики сплошных сред, прикладного материаловедения (металловедения). Структурные модели строятся на основе приня-

тия одного из уровней структуры за исходный, постулирования свойств материала на этом уровне и перехода к рассмотрению взаимодействия элементов структуры.

Основной недостаток структурных моделей состоит в том, что они требуют значительно большего объема информации, чем полуэмпирические модели. Внешнее воздействие вызывает изменение наноструктуры и запускает механизмы соответствующих процессов в материале на макро- и микроуровнях. Оно может носить комплексный характер, включать механическое, химическое и другие виды воздействия одновременно. Моделирование внешнего воздействия в этом случае превращается в сложную задачу и требует соответствующего математического, программного и аппаратного обеспечения. Задачи контактного взаимодействия с наноструктурой строятся на основе соответствующего математического, программного и аппаратного обеспечения и включают закономерности, связывающие энергетическое воздействие со структурными превращениями в материале на макроуровне. Для решения задачи контактного взаимодействия в двигателе может применяться язык Modelica.



Визуальная модель четырехколесного экипажа

Любой механизм состоит из контактирующих между собой деталей и элементов, а его способность выполнять свои функции зависит от состояния контактирующих поверхностей деталей, от состояния наноструктур в приповерхностных слоях деталей. Объектно-ориентированный подход в моделировании позволяет строить иерархические структуры моделей, обеспечивающие симуляцию энергетического обмена как внутри отдельного масштабного слоя, так и межслойного взаимодействия. Такова, например, ситуация, когда взаимодействие в паре трения приводит к нагреванию взаимодействующих поверхностей и обуславливает переход энергии из механической (слой макроуровня) в тепловую (слой микроуровня). Это, в свою очередь, является пусковым механизмом для начала целого ряда трибохимических реакций как на поверхности материала, так и в приповерхностном слое.

Для выполнения технологических функций машины в соответствии с заданными техническими характеристиками в процессе длительной эксплуатации с учетом энергетических потоков и изменения состояния контактирующих поверх-

ностей предусматривается применение методики моделирования машин с учетом подсистем различного структурного уровня таких, как механизмы, детали, контактирующие поверхности с определенными наноструктурными слоями. В качестве примера на рисунке приведена модель четырехколесного экипажа (в нашем случае автомобиля) на самом высоком структурном уровне, с учетом сил трения получения с применением визуального компилятора Dymola.

Следует отметить, что отечественные автозаводы в настоящее время устанавливают максимальный гарантийный срок эксплуатации для легковых автомобилей в 1 год и 9 месяцев, в ближайшие годы этот срок может достигнуть 2 лет. В дальнейшем легковые автомобили старше двух лет должны обслуживаться в автосервисных предприятиях с учетом требований по экологической надежности. Эти требования будут только повышаться, в том числе в отношении содержания  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}_2$  в выхлопных газах, поэтому вновь разрабатываемые технологии автомобильного сервиса должны своевременно отвечать этим требованиям.

### Литература

1. Балабанов В. И. Повышение долговечности двигателей внутреннего сгорания сельскохозяйственной техники реализацией избирательного переноса при трении. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук, 1999. — 36 с.
2. Быстров В. Н., Прокопенко А. К. Финишная антифрикционная безабразивная обработка в металлоплакирующих средах // Труды межд. науч. конф. «Трение, износ и смазочные материалы». — Ташкент: Изд. АН УзССР, 1985. — Т. 5. — С. 8–9.
3. Гаркунов Д. Н. Повышение износостойкости на основе избирательного переноса, 1977. — 216 с.
4. Быстров В. Н., Деркач Е. И., Илюшин Р. В. Разработка метода проведения испытаний при оценке экологической надежности бензинового двигателя // Сборник статей всероссийской научной конференции аспирантов и молодых ученых «Современные проблемы туризма и сервиса». — М., 2009. — С. 7
5. Гвоздев А. А., Козинец М. В., Евграфов И. В. и др. Безразборное восстановление и совершенствование обкатки агрегатов в техническом и экологическом аспектах // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. — М.: Всерос. науч. -исслед. ин-т электрификации сел. хоз-ва, 2004. — Ч. 2. — С. 331–336.
6. Михлин В. М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники: производственно-практическое издание. — М.: Колос, 1984. — 335 с.
7. <http://www.autodealer.ru/autopedia/repair/compression>. (Дата обращения 01.10.09)

## Исследование особенностей взаимодействия адгезивов с поверхностью восстанавливаемой детали

В. И. Башкирцев, И. Э. Грибут, И. Л. Кручер,  
С. В. Ушаков, А. В. Колосков

Российский государственный университет туризма и сервиса

При техническом сервисе машин и оборудования преимущественно приходится иметь дело с деталями, бывшими в эксплуатации, а это значит, что поверхность их загрязнена различными отложениями органического, химического и природного происхождения, не исключено и наличие коррозии.

При нанесении адгезивного материала на поверхность восстанавливаемой детали происходит соприкосновение разнородных материалов, что может существенно изменять условия протекания коррозионного процесса поверхности металла в зоне его контакта с адгезивным материалом.

Возникновение продуктов коррозии между металлом и полимерным композиционным материалом способно снижать адгезию между металлом и полимерным композиционным материалом, а также разрушать его. Это делает необходимым изучение процессов, происходящих при контакте разнородных материалов, что позволит разработать более точные рекомендации при разработке и использовании адгезивов.

Вопросам коррозии при контакте разнородных материалов посвящен ряд работ [2–4]. Коррозия металла, возникающая при контакте с другими металлами или другими материалами, называется контактной и является разновидностью электрохимической коррозии. Необходимым условием протекания электрохимической коррозии является наличие электролита. Адгезивные материалы, как и другие полимерные, лакокрасочные, декоративные покрытия, не могут полностью изолировать поверхность металла от внешней среды. Поэтому поверхность металла под адгезивным материалом способна контактировать с коррозионно-активными агентами: молекулами кислорода, воды, агрессивных газов и ионов электролитов, что приводит к образованию между поверхностью металла и полимерным композиционным материалом тонкой пленки электролита.

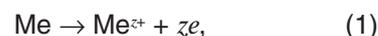
В теоретических работах по электрохимии и защите поверхности металла от коррозии поверхность corroзирующего металла представ-

лена как короткозамкнутый многоэлектродный гальванический элемент, состоящий из анодов и катодов (рис. 1).

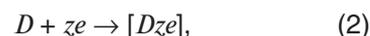
Переход ионов металла с анодных участков в электролит, одновременное перемещение электронов по металлу от анодных участков к катодным и восстановление деполяризатора на катодных участках создают так называемые локальные гальванические токи. Суммарная величина этих токов определяет материальный эффект коррозии.

Процесс электрохимической коррозии представляет собой совокупность двух сопряжено протекающих реакций, анодной и катодной.

Анодная реакция (окисление) сопровождается переходом металла в раствор (электролит) в виде гидратированных ионов с оставлением эквивалентного количества электронов в металле — анодный процесс:



Катодная реакция (восстановление):



где  $D$  — деполяризатор (окислитель).

Катодная реакция характеризуется ассимиляцией (слиянием, усвоением, присоединением) к себе  $z$  электронов, освобождающихся в результате анодной реакции (ионизации металла),

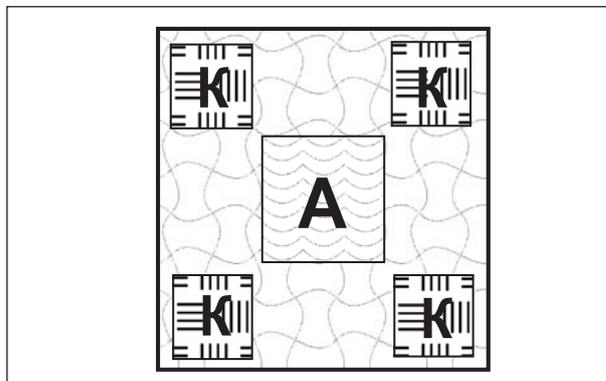


Рис. 1. Поверхность corroзирующего металла, как короткозамкнутый многоэлектродный гальванический элемент

которые могут восстанавливаться на катоде — катодный процесс.

В результате между анодом и катодом возникает напряжение равное электродвижущей силе данного гальванического элемента, и между ними протекает электрический ток. Поскольку сила тока отражает количество заряда, протекающего по проводнику в единицу времени, то по ее величине можно судить о количестве электронов, высвободившихся в результате окисления металла в катодной реакции за эту единицу времени. Из уравнения (1) можно определить количество атомов металла, участвовавших в реакции окисления в течение этого времени. Силу коррозионного тока удобно представлять в виде удельной силы тока  $i$ , то есть силы тока на единицу корродирующей поверхности  $S$  (А/м<sup>2</sup>), которая зависит от величины электродвижущей силы между катодом и анодом  $E_{ak}$ .

В свою очередь, величина  $E_{ak}$  определяется из следующего соотношения:

$$E_{ak} = \varphi_a - \varphi_k \quad (3)$$

В соответствии с уравнением Нернста

$$\varphi_k = \varphi_{D/[D_{z_к}]}^0 + \frac{RT}{zF} \ln a_D,$$

$$\varphi_a = \varphi_{Me^{z_+}/Me}^0 + \frac{RT}{zF} \ln a_{Me^{z_+}}, \quad (4)$$

где  $\varphi_{D/[D_{z_к}]}^0$ ,  $\varphi_{Me^{z_+}/Me}^0$  — стандартные электродные потенциалы;  $R$  — универсальная газовая постоянная;  $T$  — абсолютная температура;  $a$  — активность соответствующих ионов.

По величинам стандартных электродных потенциалов металлов можно приближенно судить о термодинамической нестабильности металла. Чем более электроотрицателен потенциал металла, тем он активнее.

Стандартные электродные потенциалы нельзя вычислить с помощью уравнения Нернста — их определяют опытным путем. Можно перечислить следующие факторы и пределы их влияния на стандартный потенциал [2, 4]:

- химическая природа металлов —  $\leq 4$  В;
- состояние поверхности металлов — десятые вольта;
- адсорбция атомов и молекул — сотые и десятые вольта;
- механические напряжения — сотые вольта;
- химическая природа и концентрация раствора (электролита) — десятые вольта и вольты;
- изменение температуры на 10°C — сотые вольта.

Основываясь только на величинах электродных потенциалов, нельзя судить о реальной кор-

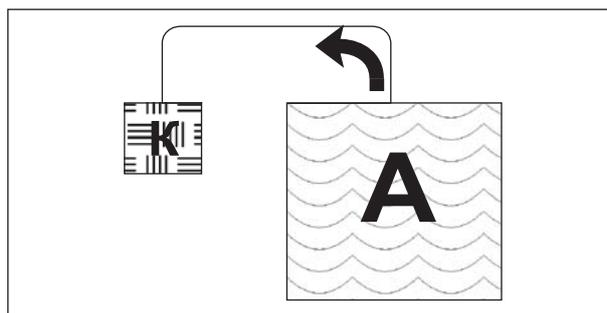


Рис. 2. Поверхность корродирующего металла как короткозамкнутый бинарный гальванический элемент

розионной устойчивости металлов, вследствие некоторых дополнительных эффектов. Так, например, электродный потенциал алюминия более чем на 1 В отрицательнее потенциала железа. Однако алюминий во многих случаях более устойчив к коррозии, чем железо. Это объясняется образованием на поверхности алюминия оксидной пленки, которая тормозит коррозию алюминия. Исходя из этого необходим более подробный анализ процесса коррозии с использованием модели, предлагаемой ниже.

В данной модели взаимодействие между микропарами анодов и катодов может быть отражено в виде электрической схемы, представленной на рис. 2, где отражен естественный процесс коррозии. Коррозионный ток микропар в данном случае определяется анодной плотностью тока на данном сложном электроде.

Чтобы рассчитать скорость коррозии, необходимо учитывать кинетику катодной и анодной реакций, для этого необходимо ввести понятие анодной и катодной поляризуемости  $r_a$ ,  $r_k$ , а также омическое сопротивление между анодом и катодом.

Величины  $r_{ak}$ ,  $r_a$ ,  $r_k$  представляют собой соответственно удельное омическое сопротивление между анодом и катодом и сопротивления поляризации анода и катода, Ом/м<sup>2</sup>;  $r_a$ ,  $r_k$  отражают сопротивление, оказываемое протеканию анодного и катодного процессов.

Уравнение для расчета скорости коррозии записывается следующим образом:

$$i = \frac{E_{ak}}{(r_{ak} + r_a + r_k) \cdot S} \quad (5)$$

При отсутствии омического сопротивления ток коррозии будет максимальным:

$$i_{\max} = \frac{E_{ak}}{(r_a + r_k) \cdot S} \quad (6)$$

Если же значение  $r_{ak}$  отлично от нуля, то тогда участки, на которых протекают анодный

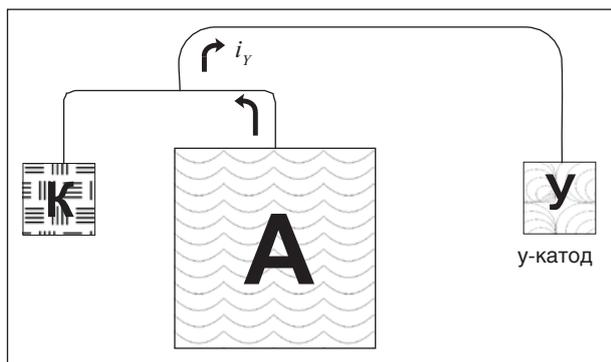


Рис. 3. Модель контакта корродирующего металла с более положительным внешним электродом

и катодный процессы, пространственно разделены. В этом случае имеет место омическая составляющая торможения и не достигается максимальная плотность коррозии  $i_{max}$  и коррозионный процесс протекает со скоростью  $i$ .

Очевидно, что параметры тока в электрической цепи можно изменять, вводя в эту цепь некоторую дополнительную электродвижущую силу  $E_{sh}$ , внешнюю по отношению к данной электродной системе, представленной на рис. 3 и 4.

Существующие теории защиты металлов от коррозии утверждают, что для работы микропар на поверхности металла (основной электрод) совершенно безразлично, каким образом проводится нагружение этого электрода током. Изменение нагружения данного электрода током посредством ввода э.д.с.  $E_{sh}$  может быть осуществлено как присоединением к нему другого электрода с отличным от него электрическим потенциалом, так и наложением внешнего напряжения.

При рассмотрении воздействия внешнего электрода на основной электрод (поверхность металла) необходимо иметь в виду следующее. Внешний электрод может быть катодом по отношению к поверхности металла и производить анодную его поляризацию или анодом и

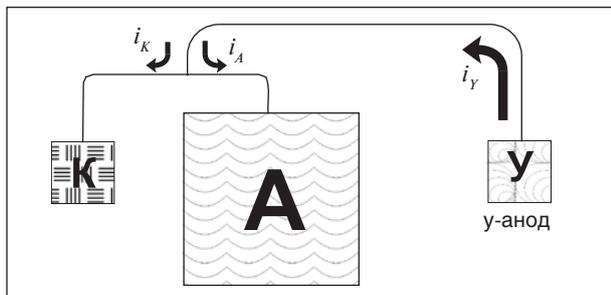


Рис. 4. Модель контакта корродирующего металла с более отрицательным внешним электродом

вызывать катодную поляризацию поверхности металла.

В многоэлектродной системе, которую отражает схема, представленная на рис. 3, сумма катодных и анодных токов должна быть одинакова. Из чего следует, что при анодной поляризации системы  $A-K$  (при этом она по отношению к добавочному электроду  $Y$  является анодом) имеет место неравенство  $i_A > i_K$ , т. е. ток в ветви микроанода будет превышать ток в ветви микрокатода на величину тока внешней поляризации  $i_Y$ , и, следовательно,

$$i_A - i_K = i_Y \quad (7)$$

Таким образом, коррозионный ток микропар определяется в данном случае катодной плотностью тока.

При катодной поляризации, схема которой представлена на рис. 4, наоборот,  $i_K > i_A$ , и, следовательно, величина внешней поляризации определяется превалярованием катодного локального тока в цепи микроэлемента над анодным:

$$i_K - i_A = i_Y \quad (8)$$

Изменение собственной коррозии электродов вследствие внешней анодной поляризации этого электрода получило в специальной научной литературе наименование «дифференц-эффект» или «разностный эффект».

Если при анодной поляризации собственная коррозия электрода уменьшается, то говорят о нормальном или положительном разностном эффекте (см. рис. 3). В противном случае явление называют отрицательным разностным эффектом (см. рис. 4).

Для того чтобы более наглядно представить данный процесс, преобразуем уравнение (5) с учётом э. д. с. внешней поляризации:

$$i = \frac{E_{ak} + E_{sh}}{(r_{ak} + r_a + r_k)S} \quad (9)$$

Из уравнений (3)–(9) следует, что:

$$i = \frac{\varphi_{Me^{z+}/Me}^0 - \varphi_{D/[Dz_+]}^0 + \frac{RT}{zF} (\ln a_{Me^{z+}} - \ln a_D) + E_{sh}}{(r_{ak} + r_a + r_k)S} \quad (10)$$

Из уравнения (10) следует, что при катодной поляризации, когда  $E_{sh} < 0$ , коррозия уменьшается, а при анодной поляризации, когда  $E_{sh} > 0$ , коррозия основного металла должна увеличиваться.

Уменьшение скорости саморастворения металла при внешней поляризации называют защитным эффектом.

Следовательно, замедление анодной реакции на корродирующем металле, вызванное

контактом с металлом, имеющим более отрицательный потенциал, уменьшает скорость коррозии металла. Такой защитный эффект, названный «протекторная защита», можно получить введением металлических наполнителей в состав полимерного материала. В качестве наполнителей можно использовать металлические порошки металлов и сплавов, которые обладают более отрицательным потенциалом, чем сталь: цинк, сплавы цинка с магнием, свинец, алюминий и др.

При протекторной защите вследствие растворения наполнителя потенциал основного металла сдвигается до такого отрицательного значения, при котором анодная реакция ионизации металла полностью подавляется. Для этого необходимо, чтобы к железу непрерывно подводились электроны, освобождающиеся при растворении металлических наполнителей. При этом частицы наполнителя должны находиться в контакте с защищаемым металлом. Это достигается высокой степенью наполнения полимерных композиционных материалов металлическими порошками.

При анодной поляризации, когда корродирующий металл контактирует с металлом, имеющим более положительный потенциал, в соответствии с уравнением (10) скорость коррозии должна увеличиваться. Однако существуют условия, при которых возникает защитный эффект, который называется пассивационной защитой.

В пассивное состояние могут переходить железо, хром, никель, титан, алюминий и многие другие металлы [2–4]. С этой целью в качестве наполнителей в полимерных покрытиях могут быть использованы оксиды металлов.

Использование составов с высокой степенью наполнения ингибиторами коррозии представляется нецелесообразным, так как для защиты металла важен только тонкий слой, контактирующий непосредственно с металлом.

Для наилучших показателей адгезии полимера к субстрату первостепенное значение имеет уровень подготовки поверхности. Она должна быть очищена до металлического блеска и обезжирена.

Способы и количество операций подготовки поверхности перед нанесением адгезивов определяются состоянием поверхности ремонтируемой детали, свойствами используемых адгезивов, техническими характеристиками восстанавливаемой детали. Подготовку поверхности для нанесения адгезивов можно разделить на два этапа: очистку от загрязнений и

модификацию поверхности (фосфатирование, травление и т. д.)

Первый этап — очистка поверхности от загрязнений — предусматривает механическое, химическое и физико-химическое воздействие на удаляемое загрязнение.

Механические способы очистки на основе абразивных и гидроабразивных методов из-за сложности оборудования применяются только на специализированных предприятиях. Физические способы подготовки поверхности с применением металлических щеток и наждачной бумаги не позволяют удалить следы коррозии из углублений, металлические щетки оказывают воздействие только на верхний слой ржавчины. Химическое и физико-химическое воздействие на удаляемое загрязнение основано на применении высокоэффективных моющих средств.

Приведенные выше способы и средства очистки поверхности от загрязнений не могут обеспечить подготовку поверхности для нанесения клеевого состава, так как не способны полностью удалить остатки ржавчины с поверхности субстрата, препятствующие адгезии полимера к субстрату. Из известных устройств обеспечить необходимое качество поверхности способна пескоструйная очистка, но ее использование затруднено тем, что в окружающую среду попадает большое число мелких абразивных частиц, которые оказывают вредное воздействие на обслуживающий персонал, к тому же она может применяться только для деталей толщиной более 3 мм.

Второй этап подготовки поверхности — химическое воздействие: фосфатирование, травление, нейтрализация ржавчины, нанесение адгезионных грунтов (праймеров). Химические препараты, используемые для подготовки поверхности, способны полностью очистить поверхность от следов коррозии, образовать дополнительный защитный слой, повысить адгезию полимера к металлу.

При травлении на поверхность металла воздействуют кислотами. В результате травления металлическая поверхность становится шероховатой, очищенной от различных загрязнений, а все это приводит к повышению адгезии. Ввод ингибиторов коррозии обеспечивает защиту металла от коррозии.

Фосфатирование поверхности основано на предварительной обработке поверхности металла растворами солей фосфатов различных металлов. Так, соли ортофосфорной кислоты, оседая на поверхности металла, образуют нерастворимую в воде мелкокристаллическую пленку

фосфата железа с сильно развитой поверхностью и высокой адгезии к металлу. Полимер, нанесенный на фосфатный слой, может обладать адгезией к металлу выше, чем при обычно применяемом обезжиривании. Кроме того, фосфатный слой пассивирует поверхность металла, предохраняя ее от коррозии, что увеличивает срок эксплуатации полимерного покрытия.

Использование модификаторов ржавчины предусматривает взаимодействие его компонентов с продуктами коррозии и образованием соединения, которое является пассиватором или входит в пленкообразующую основу наносимого покрытия в качестве пигмента. Нейтрализаторы ржавчины обычно состоят из водно-спиртовых или водно-ацетоновых растворов фосфорной кислоты с добавлением танина, гидрохинона, различных ингибиторов коррозии.

Для удаления ржавчины могут быть использованы следующие составы: техническое моющее средство Рон-Стоп фирмы «Техно-Базис», позволяющее очистить поверхность металлов от ржавчины, окалины, накипи; «Автоочиститель ржавчины Омега-1», представляющий собой смесь ортофосфорной кислоты, карбоксиметил-

целлюлозы, аэросила и ингибитора коррозии.

Использование химических составов позволяет преобразовать остатки ржавчины в прочные, нерастворимые в воде соединения. Для этих целей может быть использован состав Permatex®Rust Treatment, средство «Кольчуга» фирмы «Техно-Базис», которое преобразовывает ржавчину в нерастворимый в воде цинкооксиднофосфатный слой серого цвета. При этом получается эффект протекторной защиты металла от коррозии, что повышает долговечность клеевых соединений. Необходимо отметить, что преобразователи ржавчины не взаимодействуют с толстыми слоями ржавчины (более 100 мкм), которые необходимо удалять механическим путем [1].

Многообразие клеевых материалов, используемых при техническом сервисе автомобилей, исключает единые технологические требования по подготовке ремонтируемой поверхности, что делает необходимым проведение экспериментальных исследований процессов взаимодействия клеевых формообразующих составов с поверхностью корродирующего металла, модифицированной химическим способом.

#### Литература

1. Башкирцев В. И., Гладких С. Н. Азбука склеивания и герметизации при ремонте автомобилей: Учеб. пособие. — М., 2007. — 148с.
2. Жук Н. П. Введение в коррозию и защиту металлов. — М.: Моск. ин-т стали и сплавов. Кафедра коррозии металлов, 1970
3. Шлюгер М. А, Ажогин Ф. Ф., Ефимов Е. А. Коррозия и защита металлов. — М.: Металлургия, 1981. — 216 с.
4. Эванс Ю. Р. Коррозия и окисление металлов. Пер. с англ. Под. ред И. Л. Розенфельда. — М.: Машгиз 1962. — 865 с.

#### ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

**Л. Я. Шубов, М. Е. Ставровский, Д. В. Шехириев.**

Технология отходов (Технологические процессы в сервисе): Учебник. — М.: ГОУВПО «МГУС», 2006.

Фундаментальное изложение технологических основ решения проблемы твердых бытовых отходов на основе комплексной переработки, оптимизации системы сбора и удаления.

Рассмотрены проблемы утилизации других отходов потребления (автолом, металлолом и др.) Представленный в книге материал рассматривает во взаимосвязи все технологические аспекты обращения с отходами с позиций экологии, экономики, ресурсо- и энергосбережения.

Учебник предназначен для студентов технических, технологических и экономических специальностей. Представляет интерес для специалистов, работающих в системе инженерного обеспечения городского хозяйства и использования вторичных ресурсов.

## Проблемные вопросы организации технического обслуживания и ремонта автомобилей на предприятиях автосервиса

И. Э. Грибут, Е. И. Деркач

Российский государственный университет туризма и сервиса

За последние четыре года средневзвешенное значение количества машин на человека увеличилось практически на 50 пунктов (со 167 до 226 пунктов). Уровень продаж автомобилей упадет, по прогнозу Минпромторга, в 2009 году на 50%. Однако уровень автомобилизации, который достиг в 2008 году 226 машин на тысячу человек, продолжит рост.

Но столь сильное падение автопродаж лишь замедлит темпы, но не развернет вспять процесс дальнейшей автомобилизации. «Думаю, падение в долларовом выражении рынка продаж на 50% — это слишком пессимистичный прогноз, особенно принимая во внимание, что в начале года продажи машин в кредит упали слишком сильно, и, скорее всего, во второй половине года продажи все-таки несколько восстановятся», — отмечает в интервью BFM.ru аналитик ФК «Открытие» Кирилл Таченников. — С выведением машин с рынка у нас традиционно плохо, поэтому, несмотря на сокращение продаж, уровень автомобилизации все равно вырастет и достигнет по итогам 2009 года где-то 240 машин на тысячу человек».

Лавинообразный рост парка личного автотранспорта порождает множество проблем. Прежде всего, такого остросоциального фактора современной жизни, как смертность и трав-

матизм, связанных с дорожно-транспортными происшествиями (ДТП). Наша страна занимает первое место в мире по количеству ДТП: на 10 тыс. автомобилей — 12 случаев. По статистическим данным в 2008 г. в России, в результате ДТП, погибли более 35 тысячи и получили травмы более 145 тысяч человек. Это не только негативно сказывается на демографической ситуации в стране, но и снижает экономические показатели государства. 2% ВВП в России, по подсчетам всемирного банка, ежегодно расходуется на проблемы, связанные с недостатком безопасности на дорогах.

Другим, не менее важным, следствием автомобилизации страны, является загрязнение окружающей среды. Один легковой автомобиль, по данным экспертов, ежегодно поглощает из атмосферы более 4 т кислорода, выбрасывая взамен 800 кг оксида углерода, около 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Автомобили являются источником 50% загрязнений атмосферы углеводородами азота и 90% оксида углерода. По данным немецкого отделения «Гринпис», 300 тыс. ежегодных смертей в Германии вызваны именно автомобильными выхлопами. Не говоря уже о том, что автотранспорт создает в мегаполисах шум, сокращающий продолжительность жизни человека. По данным

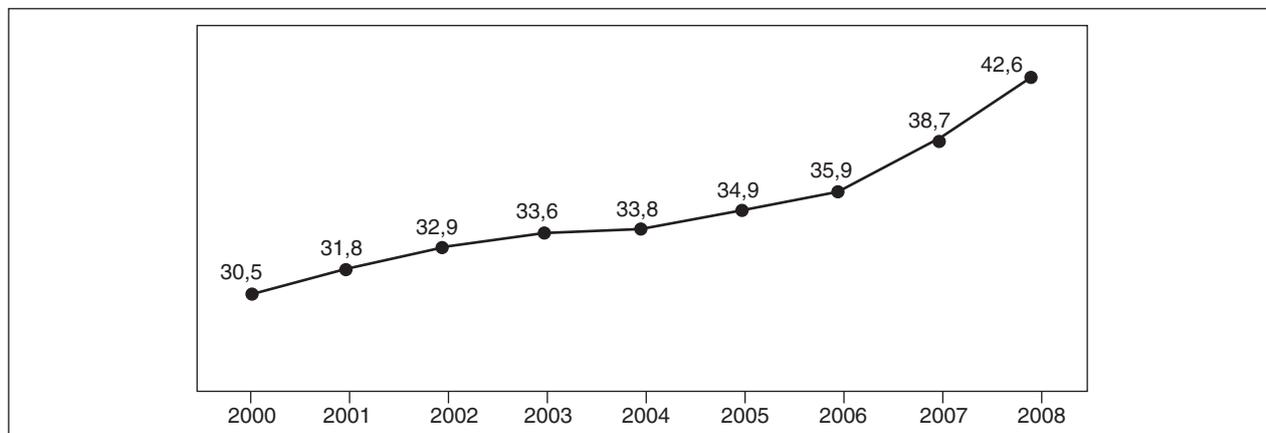


Рис. 1. Рост количества автомобилей в РФ

австрийских исследователей, речь идет о 8–12 годах.

Именно автотранспорт, а не промышленные предприятия является наиболее острой экологической проблемой больших городов. На долю автотранспорта здесь приходится от 60 до 90% общей массы выбросов в атмосферу. Только в Москве объем выбросов, попадающих в атмосферу, достигает 1,7 млн т в год. Во Франции, по инициативе Николя Саркози, предложено премировать водителей, отказавшихся ездить на старых машинах, загрязняющих воздух. Речь идет об утилизации шести-, семи- и восьмилетних автомобилей. Денежное вознаграждение, по мысли французского президента, должно стимулировать покупку новых, более экологически чистых авто. Правда, подобные меры уже два раза вводились во Франции и особого успеха, увы, не имели.

Проблему пытаются решить с помощью технических средств, снижающих количество выбросов: каталитических нейтрализаторов, конверторов, сажевых фильтров и др. Однако все они либо дороги, либо малоэффективны, если учитывать, что в России — 34,4 млн автомобилей, то есть 56,9% автопарка, по подсчетам «Автостата», имеют возраст более 10 лет.

В соответствии с Концепцией федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 17.10.2005 N 1707-р, основными целями и задачами программы являются:

- сокращение числа погибших в результате дорожно-транспортных происшествий;
- предупреждение опасного поведения участников дорожного движения;
- развитие системы подготовки водителей транспортных средств и их допуска к участию в дорожном движении;
- сокращение детского дорожно-транспортного травматизма;
- сокращение времени прибытия соответствующих служб на место ДТП, повышение эффективности их деятельности по оказанию помощи лицам, пострадавшим в ДТП;
- повышение уровня безопасности транспортных средств.

Программа рассчитана на семь лет и будет осуществляться в два этапа.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что главная задача этой программы — повышение уровня безопасности транспортных средств.

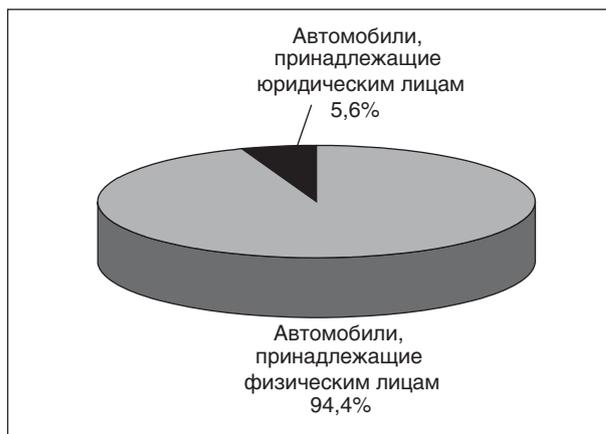


Рис. 2. Распределение автомобилей по форме собственности

Одна из причин большого количества ДТП — это неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств. Для решения этой проблемы следует уделять внимание автомобилям, принадлежащим физическим лицам, так как примерно 94,4% количества автомобилей России находится в собственности физических лиц и 5,6% — в собственности юридических лиц.

Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что рост парка автомобилей предъявляет повышенные требования к безопасности движения. Основной объем работ по поддержанию автомобилей в работоспособном состоянии будет возложен на отраслевую группу бытовых услуг — услуги предприятий автосервиса, а точнее, на станции технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей населения (СТОА), т. е. техническое обслуживание и ремонт производятся на предприятиях автосервиса, которые выполняют требования клиента. Чтобы обеспечить работоспособность автомобиля в течение всего периода эксплуатации, необходимо периодически поддерживать его техническое состояние комплексом технических воздействий, которые в зависимости от назначения и характера можно разделить на две группы:

- воздействия, направленные на поддержание агрегатов, механизмов и узлов автомобиля в работоспособном состоянии в течение наибольшего периода эксплуатации;
- воздействия, направленные на восстановление утраченной работоспособности агрегатов, механизмов и узлов автомобиля.

Под системой технического обслуживания и ремонта необходимо понимать совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановле-

ния качества изделий, входящих в эту систему. Целью системы технического обслуживания является обеспечение соответствия состояния автотранспортных средств населения установленным требованиям и повышение эффективности их использования владельцами.

У нас в стране принята планово-предупредительная система (ППС) технического обслуживания и ремонта автомобилей. Сущность этой системы состоит в том, что техническое обслуживание осуществляется по плану, а ремонт — по потребности. Принципиальные основы планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей установлены действующим «Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта». Эта система, как правило, применяется в основном на автотранспортных предприятиях.

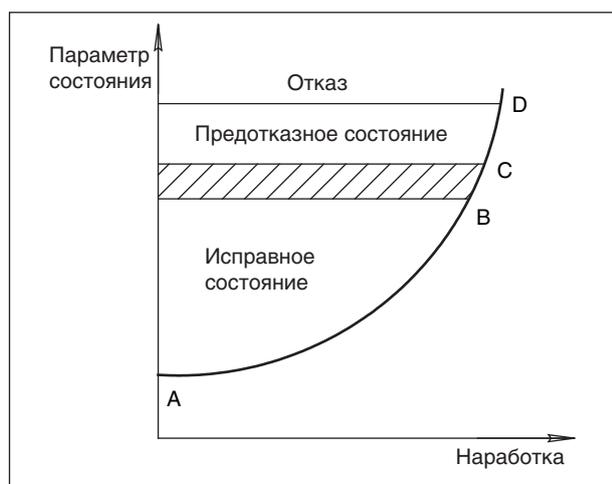
Техническое состояние автомобиля зависит от двух основных показателей — конструкционная надежность и условия эксплуатации (в т. ч. подготовка водителя, организация и условия выполнения работ по обслуживанию автомобиля и т. д.). Одним из недостатков ППС является то, что эта система не учитывает реального технического состояния и индивидуальных особенностей каждого автомобиля. Перечень и объем работ при проведении технического обслуживания определяются только пробегом автомобиля. После выполнения технического обслуживания при ППС нельзя сделать заключения о надежности агрегатов и систем автомобиля. Проведя техническое обслуживание и устраняя «фактические» неисправности, работники автосервиса не могут спрогнозировать поведение автомобиля в будущем, то есть предсказать возможный отказ узлов и систем, особенно влияющих на безопасность движения.

Но если на автотранспортных предприятиях этот недостаток может компенсироваться обязательной проверкой технического состояния автомобиля перед его выходом в рейс (проверка дежурными механиками или другими должностными лицами, на КТП), то автомобиль «частника» никаким проверкам не подвергается. Поэтому решение вопросов организации ТО и ремонта автомобилей индивидуального пользования должно принципиально отличаться от решения аналогичных вопросов для автотранспортных предприятий. Отличие прежде всего заключается в том, что автомобиль как объект ТО и ремонта находится у владельца, который осуществляет в одном лице как транспортный процесс, так и поддержание автомобиля в тех-

нически исправном состоянии и в соответствии с действующим законодательством несет полную ответственность за эксплуатацию и техническое состояние автомобиля (в соответствии с требованиями Правил дорожного движения). Выполняя перевозочный процесс, владелец автомобиля сам определяет и учитывает пробеги, время перевозок, затраты, количество перевозимых людей и груза, дальность поездок т. д. При этом он осуществляет наблюдение за техническим состоянием автомобиля и устраняет или принимает меры к устранению неисправностей, а также несет ответственность за выполнение правил дорожного движения. Для поддержания автомобиля в технически исправном состоянии работы по ТО и ремонту владелец проводит на СТОА или выполняет их (полностью или частично) самостоятельно или с помощью других лиц. При этом регулярность и своевременность проведения работ также зависят от самого владельца автомобиля. Кроме того, эксплуатация автомобилей личного пользования характеризуется длительными простоями в условиях безгаражного хранения, более низкой профессиональной квалификацией водителей, нерегулярным проведением ТО, ремонта и контролем технического состояния автомобиля, неравномерностью заездов автомобилей на СТОА, частичным проведением ТО и ремонта методом «самообслуживания» без соответствующего обеспечения и контроля качества работ.

Как отмечалось, применение ППС в системе автосервиса нецелесообразно. Для поддержания автомобилей индивидуального пользования в технически исправном состоянии необходимо применять другую стратегию функционирования системы ТО и ремонта. Под стратегией функционирования системы ТО и ремонта понимается совокупность принятых принципов и правил управления техническим состоянием автомобилей, определяющих комплексное изменение эксплуатационных свойств, а также применение определенных методов организации и производственно-технической базы технического обслуживания и ремонта. Данное определение стратегии отражает необходимость системного подхода к решению проблемы эффективности технического обслуживания и ремонта автомобилей населения.

До 70% неисправностей по системам и агрегатам автомобиля можно отнести к постепенным отказам. В процессе эксплуатации автомобиля значения параметров изменяются от начальных (номинальных) до предельных. На рис. 3 изображена зависимость изменения параметра состояния от наработки изделия (пробега авто-



**Рис. 3. Изменение состояния элемента в зависимости от значений параметров состояния: АВ – эксплуатация автомобиля; ВС – необходимо провести предупредительные воздействия; CD – возникновение аварийного отказа**

мобиля). Нахождение значений параметра к моменту контроля в пределах между номинальным значением и упреждающим (зона между точками А и В) соответствует возможности эксплуатации автомобиля. Достижение значений в пределах между упреждающим значением и предельно допустимым (зона ВС) свидетельствует о необходимости проведения предупредительных воздействий.

При эксплуатации изделия через определенную наработку значение параметра достигает предельной величины, при которой существенно ухудшаются технико-экономические показатели его использования или происходит отказ. Изделие, у которого значение параметра достигло или превысило предельно допустимое значение, считается неисправным и находится в так называемом предотказном состоянии (зона между точками С и D). Эксплуатация в этой зоне недопустима, так как приводит к аварийному отказу (точка D).

Существующая плано-предупредительная система ТО и ремонта не предусматривает проведение диагностических работ на системах и агрегатах автомобиля с целью определения параметров изменения технического состояния. Поэтому заключение о реальном техническом состоянии автомобиля на сегодняшний день сделать нельзя. Выходом из этой проблемы может служить переход на более эффективную стратегию – стратегию поддержания автомобиля в работоспособном состоянии по реальному техническому состоянию (стратегия техниче-

ского обслуживания и ремонта автомобиля по фактическому состоянию — СФТС). Актуальность проблемы создания и функционирования эффективной СФТС обусловлена тем, что по мере усложнения конструкции автомобиля, повышения эксплуатационных и экологических требований к ним заметно возрастает стоимость их изготовления, а также затраты на их техническое обслуживание и ремонт. С точки зрения общей теории систем автомобиль можно рассматривать как объект, управлять техническим состоянием которого в различные периоды эксплуатации можно с помощью определенных видов технического воздействия, таких как техническое обслуживание и ремонт.

Объединение технического обслуживания и ремонта в единую систему обусловлено общим характером технического воздействия на автомобиль. Под техническим воздействием понимается любая операция, приводящая к восстановлению или сохранению параметров колесного транспортного средства (составных частей, систем колесного транспортного средства) в процессе технического обслуживания и ремонта колесного транспортного средства, а также любая операция, осуществляемая в процессе контроля соответствия технического состояния колесного транспортного средства предъявляемым требованиям. При этом глубина технического воздействия и, как следствие, его эффективность определяются конечной целью, обусловленной необходимостью поддержания автомобиля в работоспособном состоянии на протяжении всего периода эксплуатации автомобиля.

Цель стратегии технического обслуживания и ремонта автомобиля по фактическому состоянию аналогично ППС — управление техническим состоянием автомобилей в течение их срока службы или ресурса, позволяющее обеспечить их работоспособность в процессе эксплуатации; минимальные затраты времени, сил и средств на выполнение технического обслуживания и ремонта. Эта цель достигается путем организации последовательности технических воздействий на автомобиль. Наиболее целесообразной организацией технических воздействий является та, при которой эти воздействия назначаются в некотором соответствии с процессом изменения технического состояния. Одним из основных преимуществ СФТС перед ППС – это ее гибкость и возможность приспосабливаться к реальной обстановке. СФТС использует апостериорную информацию о техническом состоянии автомобиля, которая является более полной, и от этих

стратегий следует ожидать большей эффективности. Возможны несколько вариантов функционирования СФТС — с постоянным объемом технического воздействия в прогнозируемый период и с переменными периодом и объемом. В первом случае, объем технического воздействия не зависит от возможного появления отказа до следующего контроля технического состояния автомобиля. С учетом этой информации выбирается только время проведения технического воздействия на автомобиль. Во втором случае, период технических воздействий остается постоянным, а объем выбирается таким образом, чтобы на этом периоде отказ не наступил. Ясно, что более предпочтительными являются стратегия с контролем уровня параметров технического состояния автомобиля, которая обеспечивает более раннее обнаружение неисправностей и их своевременное устра-

нение. Однако, применение СФТС на практике сопряжено с дополнительными затратами, в основном на системы контроля и диагностики. Вопрос решается в каждом конкретном случае исходя из анализа и оценки дополнительных затрат на создание системы контроля и диагностики и организацию процесса с одной стороны и дополнительным повышением надежности автомобиля — с другой стороны.

В заключение необходимо вспомнить слова В. В. Путина, который сказал: «В целом повышение безопасности дорожного движения должно стать самостоятельным направлением государственной политики». Таким образом, одним из самых перспективных направлений является разработка методик для предприятий автосервиса, позволяющих осуществлять прогнозирование технического состояния автомобиля и его систем, влияющих на безопасность движения.

### ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

**И. Э. Грибут, В. М. Артюшенко, Н. П. Мазаева.** Автосервис:  
Станции технического обслуживания автомобилей.  
Учебник / Под ред. проф. Ю. П. Свириденко

В учебнике рассмотрены вопросы эффективного функционирования станций технического обслуживания автомобилей (СТОА).

В первом разделе подробно освещены основополагающие положения поддержания автомобилей в работоспособном состоянии, включающие как современные технологические процессы, так и методы технологического расчета и проектирования СТОА, информационные системы обеспечения деятельности СТОА, мероприятия по обеспечению экологической безопасности и организации труда на СТОА.

Во втором разделе, посвященном эффективному функционированию СТОА, рассмотрены вопросы экологической эффективности от внедрения новой техники и совершенствования организации труда. Подробно рассмотрены вопросы маркетинговой деятельности и оценки конкурентоспособности СТОА. Рассмотрены основные положения бизнес-планирования деятельности предприятия с учетом особенностей рыночных отношений.

**О. В. Лебедев, Т. И. Пашковская, И. Э. Пашковский.**

Инженерная графика: Учебное пособие для вузов. М.: ГОУВПО «МГУС», 2006. — 200 с., ил.

В пособии рассматриваются основные виды разъемных и неразъемных деталей машин и изделий, правила их изображения, рассмотрены основные правила построения и чтения чертежей различных изделий; подробно рассмотрены вопросы построения перспективных изображений, в том числе фронтального и углового интерьеров.

## Анализ особенностей распространения радиоволн в пикосетях беспроводных устройств малого радиуса действия

*В. М. Артюшенко, В. А. Корчагин*

*Российский государственный университет туризма и сервиса*

Технологии беспроводного доступа с малым радиусом действия SRD (Short Range Devices) являются одними из ключевых технологий в современной концепции построения и развития сетевых инфраструктур. Наиболее перспективными являются те области промышленности, где требуются сбор и обработка большого количества одновременно измеряемых параметров. Например, одной из таких областей эффективного применения является технология LonWorks — промышленный стандарт организации управляющих сетей. Внедрение технологий SRD в LonWorks позволит не только упростить взаимодействие между различным оборудованием и периферийными устройствами, но и заменить традиционные проводные соединения на беспроводные каналы.

Важнейшей проблемой пикосетей SRD является прогнозирование зон уверенной работы как вне, так и внутри помещений. Главная причина этого заключается в неравномерном затухании сигнала при распространении в помещении и многочисленных рассеивающих препятствиях внутри него, что обусловлено сильной пространственной неоднородностью среды распространения радиоволн.

Анализ имеющихся методик расчета зон уверенного приема показал, что они дают лишь очень приблизительную оценку затухания радиоволн при их распространении в различных условиях и не подходят для решения задачи оптимизации размещения SRD-устройств в пикосетях управляющих сетей. Для обеспечения устойчивой работы пикосетей, минимизации их стоимости и энергетических характеристик необходимо разработать методику расчета зон обслуживания и размещения SRD-устройств.

Для достижения поставленной цели необходимо решение ряда задач:

- разработка методики расчета зон уверенной работы пикосетей в различных условиях распространения радиоволн;
- разработка методики расчета электромагнитной совместимости SRD-устройств с устрой-

ствами различных систем, работающих в том же частотном диапазоне;

- разработка практических рекомендаций, позволяющих осуществить наиболее экономичный вариант построения пикосетей, в зависимости от технических характеристик SRD-устройств, высоты их расположения и условий распространения радиоволн.

Решение перечисленных задач требует привлечения научных методов, основанных на методах теории вероятностей, случайных процессов, математической статистики, статистической радиотехники, математического моделирования на ПК.

Рассмотрим и проанализируем вопросы, связанные с особенностями распространения радиоволн в пикосетях беспроводных устройств малого радиуса действия.

Как известно, используемые в беспроводной связи радиоволны плохо огибают препятствия, распространяясь в основном по прямой линии. Они испытывают многочисленные отражения от окружающих объектов и подстилающей поверхности [1–3]. Одним из следствий такого многолучевого распространения является более интенсивное, чем в свободном пространстве, убывание уровня принимаемого сигнала с расстоянием. Другое следствие — замирания и искажения результирующего сигнала.

Область существенных отражений ограничивается обычно сравнительно небольшим участком в окрестности SRD-устройств — порядка нескольких метров. При движении подвижных SRD-устройств эта область перемещается вместе с ними таким образом, что подвижные устройства все время остаются вблизи центра этой области. При сложении двух сигналов, прошедших по разным путям и имеющих в точке приема в общем случае различные фазы, результирующий сигнал может быть как несколько выше среднего уровня, так и заметно ниже. При этом провалы или замирания сигнала, образующиеся при взаимной компенсации сигналов вследствие неблагоприятного сочетания их фаз

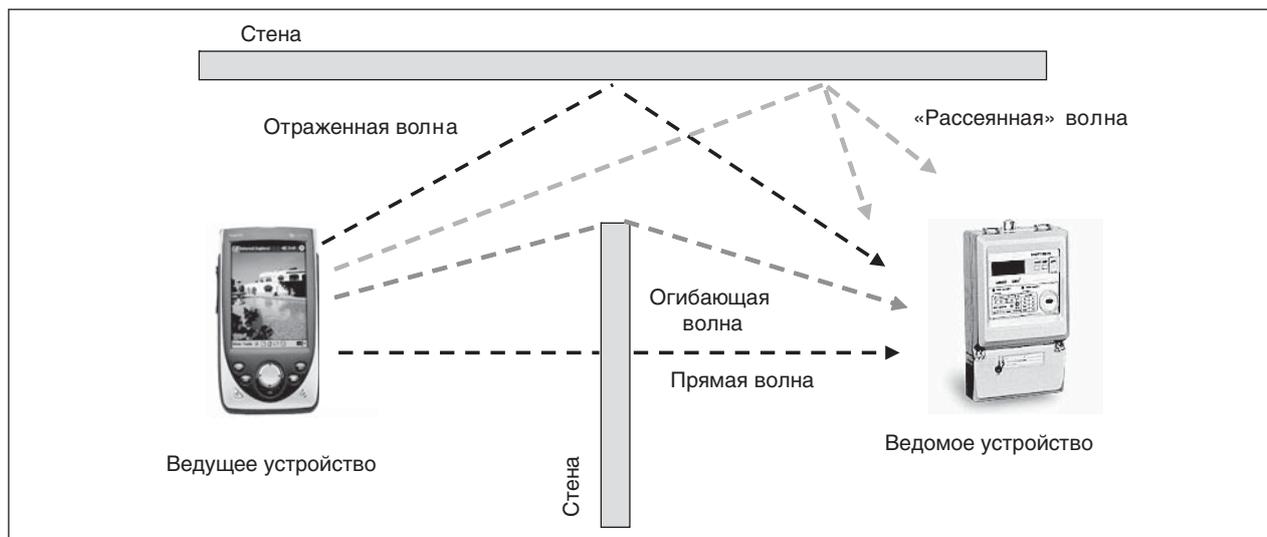


Рис. 1. Модель многолучевого распространения принимаемого сигнала

и амплитуд, могут быть достаточно большими. Искажения результирующего сигнала имеют место в том случае, когда более или менее синфазные составляющие сигналы с соизмеримыми амплитудами настолько отличаются по разности хода, что символы одного сигнала «налезает» на соседние символы другого.

Как правило, типовая модель линии передачи пикосетей SRD включает в себя антенну ведущего устройства и относительно короткий участок распространения по линии прямой видимости [4]. Часто присутствуют множество трасс с переотражением, то есть не прямой видимости, и одна или несколько (до семи) антенн, установленных в ведомых SRD-устройствах. Иногда из-за естественных и искусственных препятствий имеет место неполный участок распространения радиоволн в пределах прямой видимости между антеннами ведущего и ведомых устройств SRD. При таких условиях трасса распространения может моделироваться как трасса, изменяющаяся случайным образом. Во многих случаях может существовать более одного пути распространения радиоволн, и эта ситуация называется многолучевым распространением (рис. 1).

Трасса распространения изменяется как при перемещениях SRD-устройств, так и при движении окружающих предметов или окружающей среды. Даже малейшее, самое медленное перемещение приводит к изменению во времени условий многолучевого распространения и, как следствие, к изменению параметров принимаемого сигнала.

Распространение радиоволн в подобных условиях характеризуется тремя частично самостоятельными эффектами: замирания из-за мно-

лучевости распространения, затенения (или экранирования) и потери при распространении. Замирания из-за многолучевости описываются через замирания огибающей (независящие от частоты изменения амплитуды), доплеровское рассеяние (селективный во времени, случайный фазовый шум) и временное рассеяние (изменяющиеся во времени длины трасс распространения отраженных сигналов вызывают изменения самих сигналов) [5–7].

Для пикосетей SRD необходимо различать две модели распространения. Первая модель — это модель распространения при размещении SRD-устройств внутри помещения (рис. 2), вторая модель — модель распространения при размещении SRD-устройств на открытой местности или внутри сравнительно больших крытых помещений.

При размещении SRD-устройств внутри помещения типовая модель распространения включает в себя относительно короткий участок прямой видимости и присутствие множества близко расположенных препятствий, обуславливающих наличие различных путей распространения радиоволн. При этом ведомые устройства могут находиться как внутри помещения, так и за его пределами. При работе с ведущим устройством, находящимся внутри помещения, ведомые устройства вне помещения за счет стен принимают существенно ослабленный сигнал. При этом напряженность волн будет зависеть как от числа стен, через которые проходит волна, так и от материала, из которого эти стены изготовлены.

При размещении SRD-устройств на открытой местности (или внутри сравнительно



Рис. 2. Модель распространения радиоволн при размещении ведущего устройства внутри помещения

большого помещения (крытых ангаров, выставок, стадионов, аэропортов, машинных залов тепловых, гидро- и атомных электростанций, и т. д.), типовая модель распространения (рис. 3) включает в себя ведущее и ведомое SRD-устройства и относительно длинный участок прямой видимости.

За счет переотражения радиоволн от препятствий могут также иметь место трассы не прямой видимости. Однако количество отраженных лучей, как правило, гораздо меньше, чем при нахождении SRD-устройств внутри помещения. Обычно считается, что устройства пикосетей малоподвижны и условия распространения в процессе связи изменяются незначительно, поэтому изменение частоты за счет доплеровского эффекта можно не учитывать.

При работе внутри помещения на ведомые устройства приходят множество волн с примерно одинаковой мощностью и с незначительной разницей во времени задержки. При этом может появиться эффект временного рассеяния, про-

являющийся в наличии частотно-селективных замираний.

Для модели вне помещения, обычно принимается, что прямая волна доминирует по мощности по сравнению с отраженными волнами.

В результате наличия множество препятствий на пути распространения, границы пикосетей имеют вид неправильных кривых, зависящих от условий распространения и затухания радиоволн. Более того, границы пикосетей вообще не являются четко определенными, так как если ведущее устройство перемещается, то, в зависимости от направления его движения, перемещаются и границы самой пикосети. Кроме того, положение ведущего устройства лишь приблизительно совпадает с центром пикосети, который к тому же не так просто однозначно определить, если пикосеть имеет неправильную форму.

Таким образом, прогнозирование зон уверенного приема внутри и вне помещения как основной элемент территориального планиро-

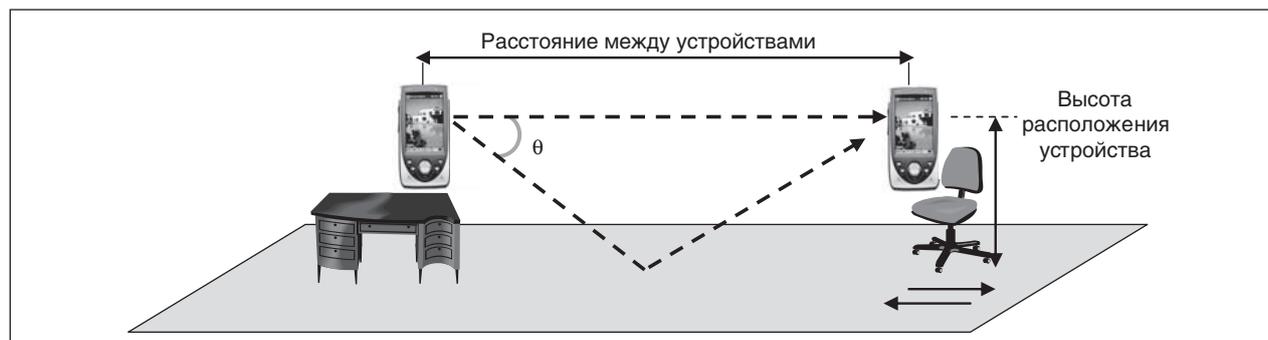


Рис. 3. Модель распространения радиоволн внутри большого крытого помещения

вания беспроводных пикосетей является одной из важнейших проблем для SRD-сетей.

Проанализируем существующие подходы для расчета зоны обслуживания в пикосетях SRD.

Как правило, достаточно сложно получить надежный аналитический прогноз зоны уверенной работы SRD-устройств как внутри, так и вне помещений, с инженерной точностью совпадающий с экспериментальными данными.

На основе экспериментальных данных для сотовых сетей была разработана обобщенная модель потерь  $L$  при распространении радиоволн в условиях отсутствия прямой видимости [9]:

$$L(r) \sim L(r/r_0)^{-n}, \quad (1)$$

где  $r$  — расстояние между передающей и приемной антеннами;  $r_0$  — расстояние до первого препятствия.

В зависимости от трассы показатель степени  $n$  может принимать значения от 2 до 5. Например, при отсутствии прямой видимости трасс вне помещений (офисов) считают, что коэффициент  $3,5 \leq n \leq 5$ , при связи внутри помещений  $2 \leq n \leq 4$ , а  $r_0$  лежит в диапазоне от 1 до 3 м.

Потери  $L(r_0)$  в дБ при распространении радиоволн в свободном пространстве до первого препятствия, расположенного на расстоянии  $r_0$ , рассчитываются по формуле

$$L(r_0) = +27,56 - 20 \lg f - 20 \lg r_0, \quad (2)$$

где частота  $f$  в МГц, расстояние  $r_0$  в метрах.

Абсолютные потери  $L_0(r)$  при распространении на расстояние  $r$ , выраженные в дБ, определяются как потери при распространении от передатчика до препятствия в свободном пространстве  $L(r_0)$  плюс дополнительные потери при распространении:

$$L_0(r) = +27,56 - 20 \lg f - 20 \lg r_0 - 10n \lg(r/r_0). \quad (3)$$

Результаты расчета затухания с использованием выражений (1) и (2) в зависимости от расстояния при различных коэффициентах  $n = 2, 3$  и 5 представлены на рис. 4, где расстояние до препятствия  $r_0 = 1$  м.

Из графиков видно, что коэффициент  $n$  существенно влияет на дальность связи. При затухании на трассе 100 дБ расстояние изменяется от 30 м в свободном пространстве ( $n = 2$ ) до 7 м в условиях помещения ( $n = 5$ ).

На рис. 5 представлены результаты расчета затухания с использованием выражений (1) и (2) в зависимости от расстояния при коэффициенте

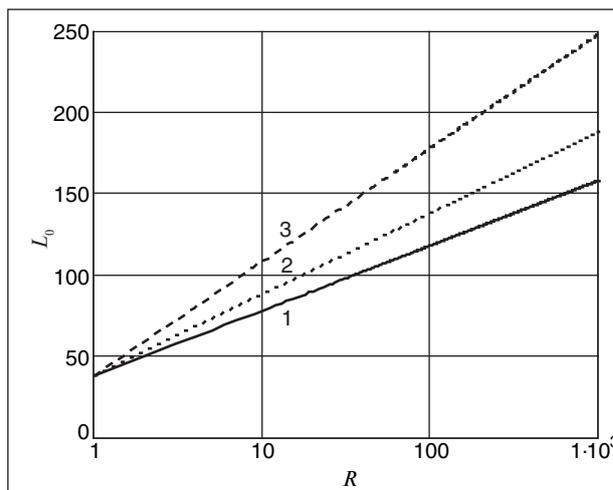


Рис. 4. Зависимость потерь при распространении от расстояния: 1 —  $L_0(R, 1, 2)$ ; 2 —  $L_0(R, 1, 3)$ ; 3 —  $L_0(R, 1, 5)$

$n = 4$  при различном расстоянии до препятствия  $r_0 = 1, 2, 5$  и 10 м.

Из представленных графиков видно, что чем меньше расстояние, на котором размещается препятствие, тем на большую величину увеличивается затухание, причем по мере удаления препятствия скорость изменения затухания не изменяется.

Результаты расчета затухания с использованием выражений (1) и (2) в зависимости от расстояния при различных коэффициентах  $n = 2, 3$  и 5 представлены на рис. 6, при этом расстояние до препятствия  $r_0 = 10$  м.

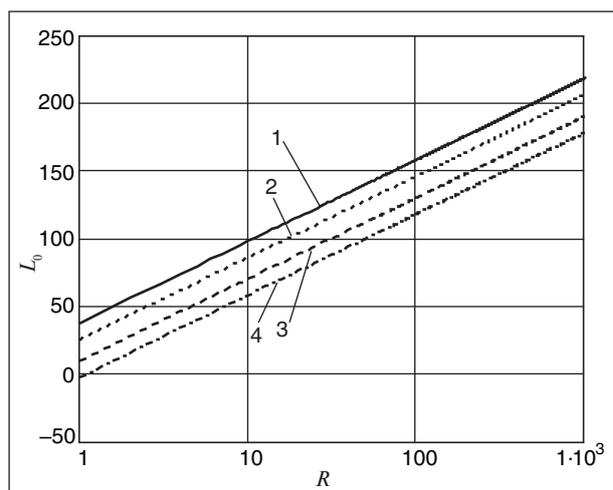
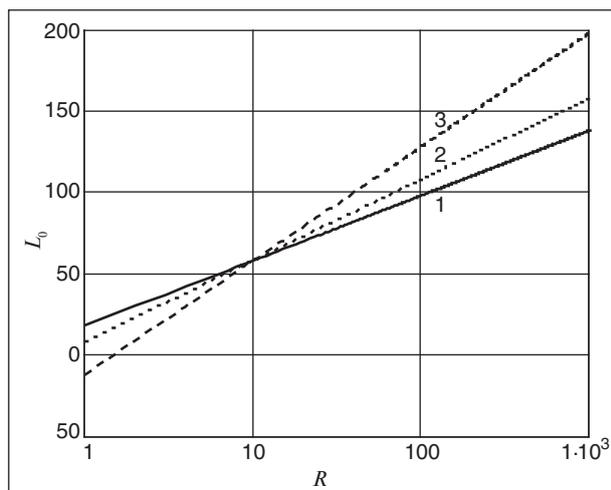


Рис. 5. Зависимость потерь при распространении от расстояния при различном расстоянии до препятствия: 1 —  $L_0(R, 1, 4)$ ; 2 —  $L_0(R, 2, 4)$ ; 3 —  $L_0(R, 5, 4)$ ; 4 —  $L_0(R, 10, 4)$



**Рис. 6. Зависимость потерь при распространении от расстояния при различных коэффициентах  $n$ :**  
 1 —  $L_0(R, 10, 2)$ ; 2 —  $L_0(R, 10, 3)$ ; 3 —  $L_0(R, 10, 5)$

Как видно из рисунка потери при  $n > 3$  на малых расстояниях меньше, чем при  $n = 2$ , к тому же в выражениях (1), (2), потери не зависят от высоты подъема устройств. Поэтому по представленным формулам можно дать лишь приближенную оценку зоны уверенной работы SRD-устройств в пикосетях.

Наибольшее распространение при расчете зоны уверенной работы получили эмпирические формулы, известные как модель COST 231 Хата, представленные комиссией Европейского сотрудничества в области научно-технических исследований [9]. Согласно этим формулам средние потери при распространении могут быть рассчитаны как:

- для размещений внутри помещения

$$L_p = A + B \lg(r);$$

- для размещения на открытом пространстве

$$L_p = A + B \lg(r) - D, \quad (4)$$

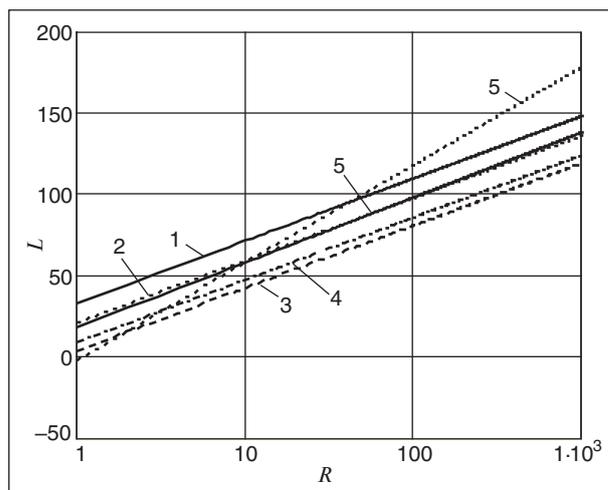
где величины  $A$ ,  $B$  и  $D$  определяются следующим образом:

$$A = 46,3 + 33,9 \lg(f_0) - 13,82 \lg(h_M) - a(h_S) + C_m, \quad (5)$$

$$B = B(h_M) = 44,9 - 6,55(h_M); \quad (6)$$

$$D = D(f_0) = 4,78[\lg(f_0)]^2 - 19,33 \lg(f_0) + 40,94, \quad (7)$$

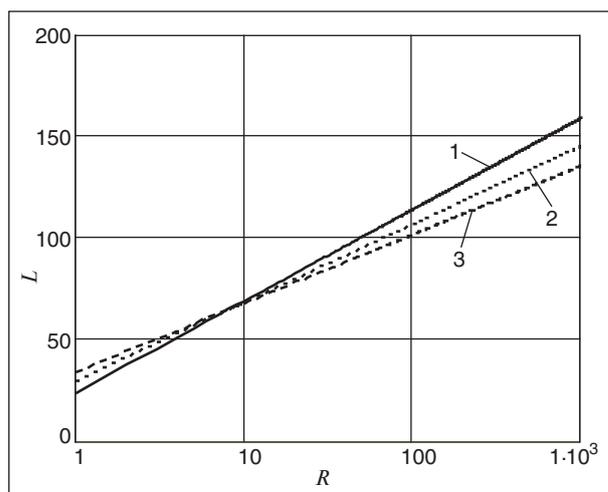
$C_m = 0 \dots 3$  дБ — зависит от плотности препятствий в зоне действия системы и может меняться от 0 до 3 дБ;  $h_M$  и  $h_S$  — соответственно, высота размещения передающего и приемного устройства, м.



**Рис. 7. Зависимость потерь при распространении от расстояния при различных условиях распространения:**  
 1 —  $L_g(1, 10, R)$ ; 2 —  $L_{pg}(1, 10, R)$ ; 3 —  $L_{op}(1, 10, R)$ ; 4 —  $L_{sm}(1, 10, R)$ ; 5 —  $L_0(R, 10, 2)$ ; 6 —  $L_0(R, 10, 4)$

На графике рис. 7 представлены зависимости потерь при распространении радиоволн от расстояния, для различных условий распространения, рассчитанные по приведенным выше формулам (4)–(7).

Данные зависимости рассчитаны для помещений с высокой плотностью препятствий  $L_g$  ( $C = 3$  дБ), менее плотной —  $L_{pg}$  ( $C = 2$  дБ), низкой плотностью —  $L_{sm}$  ( $C = 1$  дБ) и на открытом пространстве —  $L_{op}$  ( $C = 0$  дБ), при этом высота расположения передающих устройств — 1 м, а принимающих — 10 м.



**Рис. 8. Зависимость потерь при распространении от расстояния при различных высотах расположения ведущего устройства:**  
 1 —  $L_g(1, 1, R)$ ; 2 —  $L_g(1, 10, R)$ ; 3 —  $L_g(1, 50, R)$

Для сравнения, на рис. 7, показаны графики потерь, рассчитанные по формулам (1), (2) для случаев  $n = 2$  и  $n = 4$ , при расстоянии до препятствия – 10 м. Из графиков видно, что потери при распространении, в различных условиях, возрастают лишь по абсолютной величине, хотя должен возрасти и градиент увеличения потерь с расстоянием так, как это показано на кривой при  $n = 4$ . Кроме того, потери в свободном пространстве, рассчитанные по формулам (1), (2) и по формулам Хата отличаются.

По формулам Хата потери зависят от высоты антенны. На рис. 8 представлены зависимости потерь при распространении радиоволн в помещении с высокой плотностью препятствий  $L_g$  ( $C = 3$  дБ), рассчитанные при высоте расположения ведомого устройства 1 м, а ведущего – 1, 10 и 50 м.

Как видно из графиков, при увеличении высоты подъема передающего устройства уменьшается градиент потерь. Однако на малых расстояниях формула не действует, так как расстояние между устройствами не связано с высотой их подъема. То есть, при высоте подъема ведущего устройства на 3 м, а ведомого на 1 м не может быть расстояния между устройствами менее 2 м. Формулы этого не учитывают.

Таким образом, данные формулы расчета дают лишь очень приблизительную оценку затухания радиоволн при их распространении в различных условиях, имеющих место в пикосетях, и не подходят для решения задачи оптимизации размещения SRD-устройств [10].

### Литература

1. Рыбаченков В. В. Выбор площадок под строительство базовых станций сотовых сетей // Мобильные системы. — № 3. — 2000. — С. 23–26.
2. Маковеева М. М. Сигналы и помехи в системах подвижной радиосвязи: Учебное пособие. — М.: МТУСИ, 1999. — 35 с.
3. Черникова Е. Л., Чернышев О. В. Распространение радиоволн: Учебник для вузов связи. — М.: Радио и связь, 1984. — 272 с.
4. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. — М.: Радио и связь, 1989. — 656 с.
5. Тихонов В. И., Харисов В. Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. — М.: Радио и связь, 1991. — 608 с.
6. Фенберг Е. Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности. — М. 1999. — 76 с.
7. Robert Morrow. Bluetooth operation and use. McGraw-Hill Telecom, 2002.
8. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра. Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 2000. — 520 с.
9. Григорьян И. В., Артюшенко В. М. Электротехнический расчет зоны обслуживания в пикосотовых системах Bluetooth. Наука – сервису: Сб. научных трудов. — МГУС филиал г. Сочи, 2004. — С. 80–87.
10. Артюшенко В. М., Григорьян И. В. Отражение волн и прохождение их через препятствия при работе пикосетей технологии Bluetooth. Научные исследования в области информационных технологий: Сборник докладов на международных конференциях Московского университета сервиса в 2003 году / Под ред. проф. В. М. Артюшенко, проф. В. К. Душина. — М.: МГУС, 2003. — С. 18–28.

## Экспериментальное исследование параметров модели потока ошибок в каналах связи

О. И. Шелухин, В. М. Артюшенко

Российский государственный университет туризма и сервиса

Большое количество как отечественных, так и зарубежных работ посвящены исследованию потоков ошибок в реальных дискретных каналах, а также изучению процесса возникновения помех в каналах связи. Следует отметить, что до сих пор не установлена взаимосвязь между характеристиками совокупности мешающих факторов и вызываемыми ими потоками ошибок, которые в реальных каналах имеют довольно сложную структуру.

При построении моделей потока ошибок в дискретных каналах наряду с синтезом возможен и другой подход, основанный на методах идентификации. По сравнению с синтезом идентификация в меньшей степени связана с какими-либо априорными допущениями о характеристиках модулируемого процесса, позволяет более гибко приспособлять модель к их изменениям и вести на ее основе оценку характеристик потоков ошибок в реальном масштабе времени, что очень важно, когда речь идет о функционировании систем передачи данных (СПД).

Разумеется, грань между двумя указанными подходами к разработке модели потока ошибок в какой-то мере условна: идентификацию можно рассматривать как особый вид синтеза, и наоборот, при синтезе информация о характеристиках случайного процесса может быть получена на основе их измерения (оценки) по реализациям. Следовательно, задачи синтеза нередко оказываются частью задачи идентификации, понимаемой в широком смысле.

В свою очередь, синтез и идентификация также могут сочетаться и во многом дополнять друг друга: синтез позволяет теоретически определить модель по исходной информации в общих чертах, но не учитывает возможных текущих изменений вероятностных характеристик канала, идентификация даёт возможность более оперативно реагировать на такие изменения и, соответственно, корректировать модель. Однако без предварительного знания результатов синтеза, в особенности структуры и размерности модели, процедура идентифика-

ции может оказаться громоздкой, длительной и труднореализуемой.

Рассмотрим и проанализируем результаты экспериментальных исследований параметров модели потока ошибок в каналах связи.

Часто математическая модель источника ошибок строится на основании экспериментальных характеристик самого потока ошибок, например, функции распределения интервалов между ошибками. Недостатком такого построения является тот факт, что не установлена связь с факторами, приводящими к появлению ошибок, модель получается не гибкая по отношению к динамике воздействия помех и искажений на передаваемое сообщение.

Для определения качества канала передачи данных при воздействии импульсных помех на приемное устройство необходимо знать функции распределений появления импульсных помех с различной энергией  $P(\geq E_n)$  и интервалом следования  $P(\geq t)$  [1, 2].

Поскольку основные источники импульсных помех сосредоточены в линейном тракте систем передачи данных и спектр этих помех значительно шире полосы пропускания каналов тональной частоты, можно полагать, что спектральная плотность импульсивного воздействия в полосе пропускания канала равномерна.

То есть реакция канала аналогична отклику приемного тракта на поток импульсов случайной площади, равной пиковой спектральной плотности импульсной помехи, поэтому нет необходимости производить анализ функции распределения  $P(\geq E_n)$ , а достаточно экспериментально определить функцию распределения амплитуд импульсных помех  $P(\geq V_n)$ , так как энергия импульсной помехи будет пропорциональна квадрату ее максимального напряжения.

Статистические характеристики процесса появления импульсных помех в производных каналах связи, получаемые усреднением по одной или некоторой совокупности реализации, изменяются во времени. Исследуемые характеристики потока импульсных помех  $P(\geq V_n)$ ,  $P(\geq t)$  существенно зависят от момента времени

анализа. Действительно, ночью и в выходные дни, когда уменьшается число занятых каналов и работающих энергомеханических устройств, импульсные помехи появляются значительно реже; в часы наибольшей нагрузки каналов связи вероятность появления импульсных помех значительно возрастает.

Приведенный случайный процесс, параметры которого изменяются во времени, носит нестационарный характер, однако нестационарность потока импульсных помех имеет специфическую особенность: в процессе их появления явно прослеживается суточная и недельная периодичность. Процесс  $\xi(t)$  является периодически стационарным в широком смысле с периодом  $T$ .

Сведения о случайном процессе могут быть получены по ограниченной группе его реализаций в том случае, когда каждая из них имеет одни и те же статистические свойства; т. е. рассматриваемый процесс  $\xi(t)$  должен быть эргодическим. Характеристики периодически стационарного эргодического случайного процесса, получаемые по ансамблю реализаций, с вероятностью, равной единице, совпадают с характеристиками, полученными усреднением по времени произвольной реализации достаточно большой длительности.

На практике временной интервал осреднения  $T_0$  берут конечным, но по возможности большим с целью получения эффективных оценок параметров распределения импульсных помех:

$$T_0 = \Delta T \cdot c,$$

где  $\Delta T$  — длительность одного сеанса измерения;  $c$  — количество сеансов измерения.

Такая возможность физически может быть оправдана тем, что периодически стационарный процесс протекает однородно во времени  $\Delta T$  с периодом  $T$ . Поэтому одна непрерывно-дискретная реализация достаточно большой продолжительности может содержать все сведения о свойствах случайного процесса  $x(t)$ .

Она без характеристик импульсных помех осуществлялась с помощью разработанного «устройства оценки качества дискретного канала» в часы интенсивного появления аддитивных помех различных дней недели. Проводились измерения характеристик импульсных помех:  $P(\geq t)$ ,  $P(\geq V_n)$  и  $P_\Sigma(\geq U_n)$  — функция распределения суммарного относительного времени превышения импульсными помехами заданных уровней анализа  $e_q$ ; среднего уровня флуктуационного шума; амплитудно-частотных характеристик.

Интервалы между импульсными помехами в реальных каналах измеряются в широких

пределах, поэтому измерение длин интервалов проводилось в логарифмическом масштабе отрезками времени

$$\Delta t_q = (2^{q-1} - 1)t_0 + (2^q - 1)t_0,$$

где  $q$  — номер интервала анализа,  $q = \overline{1, 19}$ ;  $t_0$  — период следования тактовых импульсов  $t_0 = 1/B$ .

Для определения функции  $P_\Sigma(\geq U_n)$  фиксировалось количество импульсов с частотой  $f$  кГц в интервале времени, когда напряжение импульсных помех  $U_n(t)$  превышало указанные уровни анализа  $e_q$ .

В том случае, когда моменты приема импульсов помехи образуют простейший поток с интенсивностью  $a'$  и выполняется условие  $a' t_0 \leq 1$  (здесь  $t_0$  — длительность элементарного кодового символа), адекватное описание потока импульсных помех дает Пуассоновская модель. Такая модель достаточно широко известна, и для нее получены основные конечномерные функции распределения вероятностей импульсных помех.

При  $a' t_0 \gg 1$  для описания потока импульсных помех вполне пригодна Гауссова модель в виде узкополосного нормального процесса с корреляционной функцией, определяемой импульсной характеристикой приемника.

Функция  $P(\geq t)$  может быть представлена суммой независимых экспоненциальных распределений, достаточно точно описывает сложный механизм возникновения импульсных помех, группирующихся во времени.

По результатам проведенных измерений в каналах тональной частоты (ТЧ), с использованием статистической обработки эмпирических данных, определен дискретный ряд значений характеристик и импульсных помех, указанных на рисунках:  $P(\geq t)$  на рис. 1;  $P(\geq V_n)$  на рис. 2;  $P_\Sigma(\geq U_n)$  на рис. 3 для соответствующих каналов.

Вид распределения экспериментальных значений функций  $P(\geq t)$  и  $P(\geq V_n)$  подтверждает справедливость их аппроксимации гиперэкспоненциальными законами:

$$P(\geq t) = \sum_{s=1}^{S-1} A_s \cdot e^{-a'st},$$

$$P(\geq V_n) = \sum_{g=1}^G B_g e^{-\lambda' g(V_n - V_0)}, \quad V_{n \max} \geq V_n \geq V_0, \quad (1)$$

где  $V_0$  — минимальный порог анализа амплитуд импульсных помех;  $V_{n \max}$  — верхняя граница динамического диапазона передаваемых сигналов.

Используя метод определения параметров гиперэкспоненциального распределения, опи-

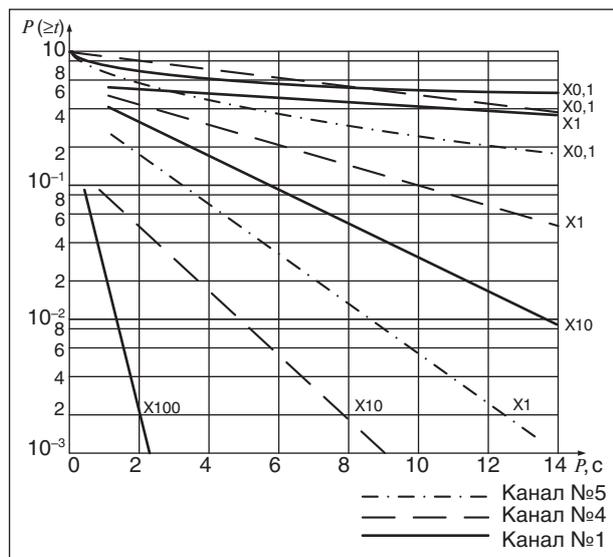


Рис. 1. Распределение интервалов между импульсными помехами

санный в работе, получили аппроксимирующие выражения характеристик  $P(\geq t)$  и  $P(\geq V_n)$  для исследуемых каналов связи, которые позволяют перейти к построению модели потоков ошибок, параметры выравнивания экспериментальных данных сведены в табл. 1.

На рис. 1 и 2 для рассматриваемых каналов построены аппроксимирующие зависимости. Как видно, расхождение экспериментальных и теоретических значений мало. Статистическая проверка принятой гипотезы по критерию  $\chi^2$  Пирсона также допускает проведенную аппроксимацию, что не противоречит представлению потока импульсных помех предложенной математической моделью, описываемой эргодической цепью Маркова.

Величина  $\chi^2$  для потоковой характеристики импульсных помех определялась по формуле

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^C \sum_{q=1}^{19} N_i(\Delta t_q) \sum_{q=1}^{19} \frac{[P(\Delta t_q) - P'(\Delta t_q)]^2}{P(\Delta t_q)}, \quad (2)$$

где  $N_i(\Delta t_q)$  — общее количество интервалов длительностью  $t_{q-1} \leq t \leq t_q$  между импульсными помехами в экспериментальной последовательности за  $i$ -й сеанс измерения;

$$P'(\Delta t_q) = \frac{\sum_{i=1}^C N_i(\Delta t_q)}{\sum_{i=1}^C \sum_{q=1}^{19} N_i(\Delta e_q)},$$

$P'(\Delta t_q)$  — частота попадания интервалов между импульсными помехами в диапазон  $t_{q-1} \leq t \leq t_q$ ;  $P(\Delta t_q)$  — теоретическая вероятность попадания в тот же диапазон.

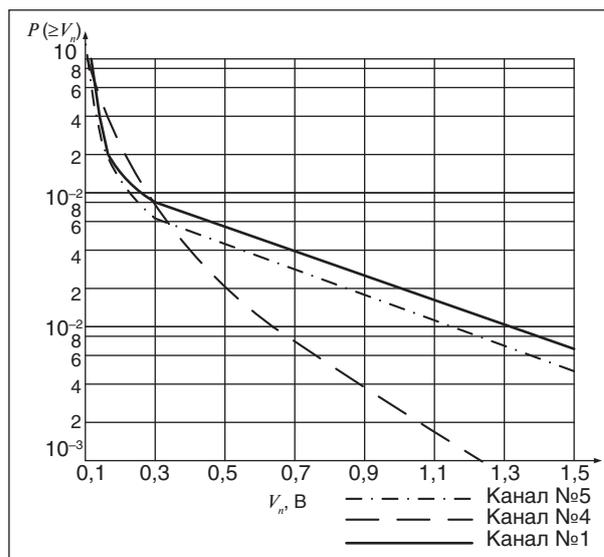


Рис. 2. Распределение амплитуд импульсных помех

Соответственно, для энергетической характеристики импульсных помех величина  $\chi^2$  примет вид

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^C \sum_{q=1}^9 N_i(\Delta e_q) \sum_{q=1}^9 \frac{[P(\Delta e_q) - P'(\Delta e_q)]^2}{P(\Delta e_q)}, \quad (3)$$

где  $N_i(\Delta e_q)$  — общее количество импульсных помех с амплитудами  $e_q \leq V_n \leq e_{q+1}$  в экспери-

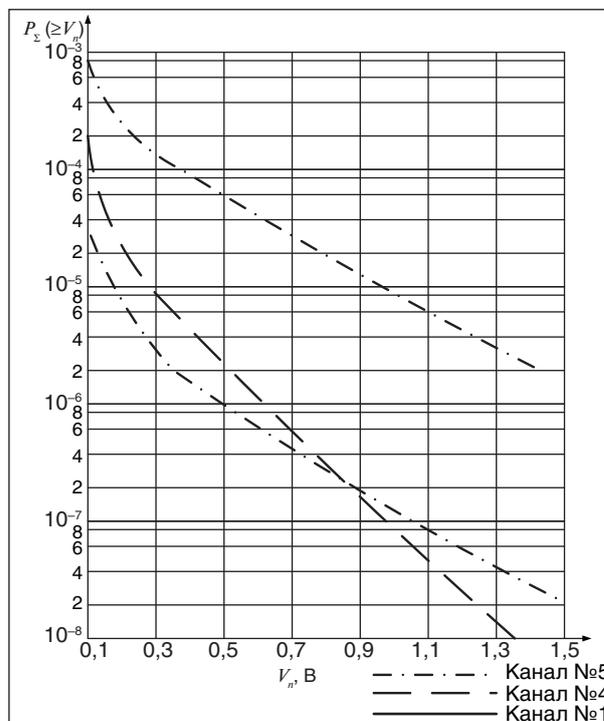


Рис. 3. Распределение относительного времени действия импульсных помех

Табл. 1. Параметры аппроксимации

Канал	$A_1$	$A_2$	$\alpha_1'$	$\alpha_2'$	$B_1$	$B_2$	$\lambda_1'$	$\lambda_2'$
1	0,45	0,55	6,201	0,029	0,88	0,12	24,08	2,01
2	0,38	0,62	1,283	0,027	0,62	0,38	11,64	4,72
3	0,58	0,42	6,402	0,026	0,81	0,19	13,8	2,62
4	0,82	0,18	0,962	0,064	0,79	0,21	14,12	4,45
5	0,62	0,38	4,882	0,428	0,909	0,091	21,22	2,03

ментальной последовательности за  $i$ -й сеанс измерения;

$$P'(\Delta e_q) = \frac{\sum_{i=1}^C N_i(\Delta e_q)}{\sum_{i=1}^C \sum_{q=1}^9 N_i(\Delta e_q)},$$

$P'(\Delta e_q)$  — частота попадания амплитуд импульсных помех в диапазон  $e_q \leq V_n \leq V_{q+1}$ ;  $P(\Delta e_q)$  — теоретическая вероятность попадания амплитуд в тот же диапазон.

Так как интервалы между импульсными помехами целесообразно измерять количеством элементарных кодовых импульсов  $\tau$ , то в табл. 2 приведены рассчитанные значения параметров аппроксимации функции  $P(\geq \tau)$  для каждого из 5 каналов и соответствующей скорости передачи дискретных сообщений —  $B$ .

Если функция  $P(\geq \tau)$  имеет вид

$$P(\geq \zeta) = \sum_{\zeta=1}^{S-1} A_\zeta e^{-a_\zeta \zeta},$$

где  $a_\zeta = a'_\zeta / B$ ,  $\tau = 0, 1, 2, \dots$ , то, зная средний интервал между импульсными помехами,  $m_\tau$  определяется выражением:

$$m_\tau = \int_0^{\tau_{\max}} \tau P(\tau) d\tau = A_1 / \alpha_1 + A_2 / \alpha_2 - A_1 e^{-\alpha_1 \tau_{\max}} (\tau_{\max} + 1 / \alpha_1) - A_2 e^{-\alpha_2 \tau_{\max}} (\tau_{\max} + 1 / \alpha_2), \quad (4)$$

где  $\tau_{\max}$  — максимальное значение длительности интервала между импульсными помехами в конкретном канале связи, определенное эмпирическим путем.

Легко найти вероятность появления импульсной помехи при передаче элементарного символа, определяемой обратной величине параметра  $m_\tau$ , т. е.

$$\gamma = \frac{1}{m_\tau}. \quad (5)$$

Результаты расчета вероятности для экспериментальных и теоретических распределений потока импульсных помех дают удовлетворительные оценки в интересующих каналах связи.

Таким образом, определены характеристики импульсных помех (ИП)  $P(\geq t)$  и  $P(\geq V_n)$ , теоретические законы изменения временных и энергетических параметров импульсных помех в выделенных телефонных каналах связи, т. е. описана помеховая обстановка на входе приемника. Однако степень воздействия флуктуационных и импульсных помех на сигнал при его поэлементной обработке на протяжении одного тактового интервала зависит от соотношения уровней помех и сигнала на входе решающей схемы, поэтому важно уметь определять закон распределения помех импульсного типа на входе демодулятора.

Если представить коэффициент передачи приемного тракта от места возникновения импульсной помехи до входа демодулятора выражением

$$\hat{K}(f) = \hat{K}_{\text{кс}}(f) K_\Phi(f),$$

где  $\hat{K}_{\text{кс}}(f)$  — коэффициент передачи канала связи от места возникновения помехи до входа УПС;  $\hat{K}_\Phi(f)$  — коэффициент передачи приемного фильтра УПС, то можно утверждать, что полученные экспериментальные характеристики импульсных помех позволяют учитывать коэффициент передачи  $\hat{K}_{\text{кс}}(f)$  при определении параметров математической модели потока ошибок, поэтому для моделируемого процесса появления ошибок остается учесть коэффициент передачи  $\hat{K}_\Phi(f)$ .

Помеху, воздействующую на систему связи, следует рассматривать в определенной полосе частот, а точнее, на выходе полосового фильтра приемного устройства преобразования сигналов; действующее же значение напряжения помех на выходе фильтра зависит, с одной стороны, от величины напряжения помех в канале связи, а с другой — от коэффициента передачи (передающая функция приемника) и его эффективной полосы пропускания  $\Delta F_\Phi$ .

На выходе фильтра приемника со средней частотой  $f_0$  флуктуационный шум представляет собой колебание

$$u_{\text{ш}} = E_{\text{ш}}(t) \sin[\omega_0 t + \theta(t)],$$

Табл. 2. Поточковые распределения импульсных помех

Номер канала	В, Бод	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$A_1$	$A_2$	$\gamma$	$\gamma'$
1	200	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$1,45 \cdot 10^{-4}$	0,45	0,55	$2,626 \cdot 10^{-4}$	$2,464 \cdot 10^{-4}$
	600	$1,034 \cdot 10^{-2}$	$4,833 \cdot 10^{-5}$			$8,754 \cdot 10^{-5}$	$8,212 \cdot 10^{-5}$
	1200	$5,168 \cdot 10^{-3}$	$2,317 \cdot 10^{-5}$			$4,377 \cdot 10^{-5}$	$4,106 \cdot 10^{-5}$
2	200	$6,145 \cdot 10^{-3}$	$1,35 \cdot 10^{-4}$	0,38	0,62	$2,528 \cdot 10^{-4}$	$2,15 \cdot 10^{-4}$
	600	$2,138 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$			$8,427 \cdot 10^{-5}$	$7,166 \cdot 10^{-5}$
	1200	$1,069 \cdot 10^{-3}$	$2,25 \cdot 10^{-5}$			$4,214 \cdot 10^{-5}$	$3,583 \cdot 10^{-5}$
3	200	$3,201 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	0,58	0,42	$3,078 \cdot 10^{-4}$	$3,26 \cdot 10^{-4}$
	600	$1,067 \cdot 10^{-2}$	$4,333 \cdot 10^{-5}$			$1,026 \cdot 10^{-4}$	$1,087 \cdot 10^{-4}$
	1200	$5,335 \cdot 10^{-3}$	$2,167 \cdot 10^{-5}$			$5,13 \cdot 10^{-5}$	$5,433 \cdot 10^{-5}$
4	200	$4,81 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	0,82	0,18	$1,365 \cdot 10^{-3}$	$1,298 \cdot 10^{-3}$
	600	$1,603 \cdot 10^{-3}$	$1,067 \cdot 10^{-4}$			$4,548 \cdot 10^{-4}$	$4,328 \cdot 10^{-4}$
	1200	$8,017 \cdot 10^{-4}$	$5,333 \cdot 10^{-5}$			$2,274 \cdot 10^{-4}$	$2,164 \cdot 10^{-4}$
5	200	$2,441 \cdot 10^{-2}$	$2,14 \cdot 10^{-3}$	0,62	0,38	$4,927 \cdot 10^{-3}$	$4,994 \cdot 10^{-3}$
	600	$8,137 \cdot 10^{-3}$	$7,133 \cdot 10^{-4}$			$1,642 \cdot 10^{-3}$	$1,665 \cdot 10^{-3}$
	1200	$4,068 \cdot 10^{-3}$	$3,567 \cdot 10^{-4}$			$8,211 \cdot 10^{-4}$	$8,324 \cdot 10^{-4}$

где  $E_{\omega}(t)$  и  $\theta(t)$  — случайные амплитуды (огibaющая) и фаза флуктуационного колебания.

Флуктуационную помеху следует представить в виде стационарного случайного процесса со средними параметрами, постоянными во времени. При допущении того, что флуктуационный шум возбуждается «белым шумом» с равномерным спектром в достаточно широкой полосе частот (относительно  $\Delta F_{\phi}$ ), средняя мощность флуктуационной помехи на выходе фильтра с коэффициентом передачи на средней частоте  $K_0$  и коэффициентом передачи  $K_{\phi}(f)$  может быть выражена:

$$\sigma^2 = G^2 \int_0^{\infty} K_{\phi}^2(f) df = G_0 K_0^2 \Delta F_{\phi}, \quad (6)$$

где  $G_0$  — значение спектральной плотности средней мощности, постоянной в пределах полосы частот фильтра.

Из формулы (6) видно, что на входе фильтра приемника УПС средняя мощность флуктуационного шума пропорциональна эффективной полосе пропускания канала связи  $\Delta F_{KC}$ , на выходе фильтра ее мощность уменьшается в  $\Delta F_{\phi} / \Delta F_{KC}$  раз.

В связи с тем, что для измерений величины флуктуационного шума используют его действующее значение, то есть среднеквадратическое отклонение, приняв условно  $K_0$  равным 1,  $U_{\omega}$  на выходе приемного фильтра УПС уменьшится по сравнению с выходным его значением в  $\sqrt{\Delta F_{KC} / \Delta F_{\phi}}$  раз, следовательно,

$$\eta = \frac{U_{\omega}}{U_{\omega}} \sqrt{\frac{\Delta F_{\phi}}{\Delta F_{KC}}}. \quad (7)$$

Импульсивная помеха на входе фильтра приемника обладает спектром более широким, чем его полоса пропускаемых частот.

В общем виде, импульсную помеху на выходе фильтра приемника с симметричной частотой можно описать уравнением [3, 4]

$$u_n(t) = U_n(t) \sin(\Omega_0 t + \varphi_0),$$

где  $\Omega_0$  — средняя угловая частота фильтра приемника;  $\varphi_0$  — начальная фаза, определяемая моментом возникновения помехи;  $U_n(t)$  — амплитуда (огibaющая) колебаний, изменение во времени которой определяет форму импульсной помехи на выходе фильтра.

Совершенно очевидно, что ввиду произвольности появления импульсных помех распределение фазового угла для них является равновероятным.

Поэтому форма импульсной помехи  $U_n(t)$  однозначно определяется переходной характеристикой самого фильтра, так как спектральная плотность импульсов  $S(\omega)$ , воздействующих на приемник, практически постоянна в пределах его полосы частот, т. е.  $S(\omega) = S_0 e^{j\varphi_0}$ .

Тогда импульсная помеха на выходе фильтра УПС с любой частотной характеристикой имеет максимальное значение амплитуды [3]:

$$V_n(t)_{\max} = V_n(t=0) = 2S_0 K_0 \Delta F_{\phi}. \quad (8)$$

Выражение (8) показывает, что максимальная амплитуда импульсной помехи на входе детектора пропорциональна  $\Delta F_{\phi}$ , а не  $\sqrt{\Delta F_{\phi}}$ , как в случае флуктуационного шума. Это объясняется тем, что в пределах полосы пропускания фильтра спектр импульсной помехи практически однороден и ее составляющие суммируются синфазно, а при воздействии флуктуационной помехи составляющие суммируются со случайными фазами.

Максимальное значение амплитуды импульсной помехи на выходе фильтра приемника уменьшается по отношению к ее значению на выходе канала связи при условии, что  $K_0 = 1$ .

На основании известного распределения амплитуд импульсных помех на выходе канала связи

$$P(\geq V_n) = \sum_{g=1}^G B_g e^{-\lambda_g (V_n - V_0)},$$

используемого при построении модели потока ошибок, необходимо перейти к распределению параметра  $\eta_n = V_n / V_c$ , определяющего соотношение амплитуд помех и сигнала на входе демодулятора, импульсной помехи в виде отклика канала на кратковременное возмущение. То есть к функции

$$P(\geq \eta_n) = \sum_{g=1}^G B_g e^{-\lambda_g (\eta_n - \eta_{n0})}, \quad (9)$$

где  $\lambda_g$  – параметр распределения функции  $P(\geq \eta_n)$  находится из равенства

$$\lambda_g = \lambda_g' \frac{F_{kc}}{F_\Phi} V_c,$$

а

$$\eta_{n0} = \frac{V_0 \Delta F_\Phi}{V_c \Delta F_{kc}}. \quad (10)$$

Таким образом, используя выражения (7) и (10), реально определить закон распределения параметра импульсных помех на входе демодулятора, принимая во внимание эмпирические характеристики помех выделенных каналов связи.

### Литература

1. Блох Э. Л., Попов О. В., Турин В. Я. Модели источника ошибок в каналах передачи цифровой информации. — М.: Связь, 1971. — 312 с.
2. Бомштейн Б. Д., Бурда Л. Я., Фарбер Ю. Д. Качественные показатели трактов и каналов высокочастотных систем передачи. — М.: Связь, 1982. — 208 с.
3. Бомштейн Б. Д., Киселев Л. К., Моргачев Е. Г. Методы борьбы с помехами в каналах проводной связи. — М.: Связь, 1995. — 248 с.
4. Вольфбейн С. П., Векслер Н. Г. Помехи при передаче дискретной информации. — Киев, Техника, 1983 — 151 с.

### ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

**Ж. А. Романович, С. Л. Калачев.** Сервисная деятельность:

Учебник / Под общ. ред. проф. Ж. А. Романовича. —

М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К\*», 2006. — 284 с.

Основное внимание уделено исследованию таких вопросов, как роль и задачи сервисных услуг в производственной и непроизводственной сферах деятельности, сервисная деятельность как форма удовлетворения потребностей человека, качество сервисных услуг и эффективность сервисной деятельности предприятия, организация и оптимизация эффективного функционирования предприятий транспортно-экспедиционных услуг, особенности сервисной деятельности в области фитнес-центров, информационный сервис и интенсивные технологии в сервисной деятельности и др.

Раскрывается целый ряд понятий и категорий сервисной деятельности: услуга, потребность в услуге, обслуживание, информационный сервис и т.д.

Для студентов, обучающихся по специальности «Сервис», преподавателей, хозяйственных руководителей и специалистов, интересующихся проблемами теории и практики управления предприятиями сферы сервиса, технических комплексов и системы автоматизации жизнеобеспечения зданий и будет полезна для студентов и аспирантов электротехнических специальностей.

## Формирование покрытий в электромагнитном поле

*Н. Г. Солоха, А. В. Вернигор*

*Смоленский филиал Российского государственного университета  
туризма и сервиса*

Актуальной задачей современного ремонтного производства является осуществление практических мер по повышению надежности и долговечности машин, оборудования и приборов.

Повышение надежности и долговечности деталей машин во многом определяется состоянием поверхностного слоя. Основными причинами потери работоспособности узлов и механизмов являются изнашивание и усталостные поломки деталей, их разрушение вследствие ползучести, коррозии, эрозии в различных средах, кавитационное разрушение и всевозможные сочетания этих причин. Свыше 80% отказов обусловлено процессами изнашивания или комплексными причинами, в которых изнашивание играет доминирующую роль. Износ деталей различных групп по элементам составляет: 52% — цилиндрические поверхности; 3% — конические и сферические; 1% — плоские; 1% — профильные и фасонные; 2% — зубья и шестерни; 3% — шлицы; 5% — пазы; 10% — резьбы. Причем 13% поверхностей имеют нарушение макрогеометрии и формы; трещины и изломы обнаружены у 9% деталей [1, 2]. Поэтому актуальными являются как разработка новых, так и совершенствование известных методов восстановления.

При восстановлении поверхностей деталей используют различные способы нанесения покрытий [2], позволяющие получать поверхность с требуемым химическим составом, высокой твердостью и износостойкостью. Наиболее перспективными являются электрофизические методы, использующие энергию электромагнитного поля. Одним из таких ресурсосберегающих методов является электромагнитная наплавка.

Существуют различные устройства для реализации процесса. Наиболее просты двухполюсные и однополюсные установки для упрочнения деталей в магнитном поле. При упрочнении на двухполюсной установке деталь располагается между двумя торцами сердечников электромагнита, имеющими разноименную магнитную полярность, а при упрочнении на однополюсной установке — вблизи одного торца сердечника электромагнита. Процесс упрочнения в большинстве случаев имеет низкую стабильность, обусловленную тем, что в рабочих зазорах часто

происходит спекание массы ферропорошка и источник технологического тока переходит в режим короткого замыкания.

Для повышения стабильности процесса его иногда проводят в потоке охлаждающей жидкости, но при этом следует учитывать некоторое уменьшение переноса материала ферропорошка на поверхность детали и ухудшение физико-механических свойств упрочняемого слоя. Реализация процесса упрочнения деталей ферропорошками в магнитном поле в среде азота позволила установить, что замена воздушной среды азотом фактически не изменяет характеристик упрочненного слоя. Известен способ упрочнения, при котором для интенсификации процесса и улучшения качества поверхностного слоя процесс ведут в среде электролита. Из-за сложности реализации данный способ имеет ограниченное применение в промышленности.

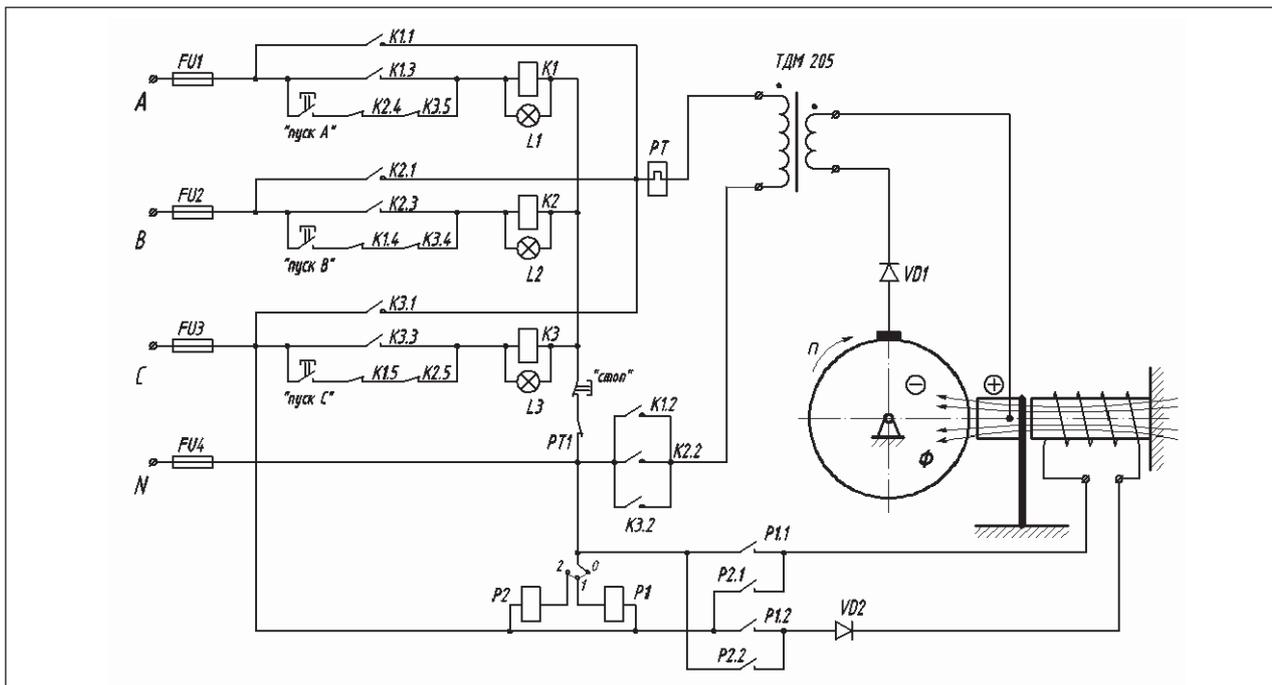
Для повышения стабильности процесса создана установка для упрочнения деталей в пульсирующем магнитном поле с вибрацией полюсного наконечника, которая исключает возможность возникновения короткого замыкания в цепи разрядного тока и позволяет использовать неимпульсные источники питания (типа ТД-500, ТД-300 и т. д.).

На качество формирования покрытий в электромагнитном поле существенное влияние оказывает взаимная направленность электрического тока и магнитной индукции и фазовые соотношения напряжений, питающие электромагнитную катушку и сварочный трансформатор.

Наибольший перенос порошка и производительность процесса обеспечиваются при подключении установки, когда электрический ток и магнитная индукция имеют направление от полюсного наконечника к детали.

Для изучения влияния фазового угла смещения между напряжением  $U_k$ , питающим электромагнитную катушку для создания вибрации полюсного наконечника и переменного магнитного потока, и напряжением  $U_p$ , питающим сварочный трансформатор, предложена принципиальная электрическая схема (рисунок).

Источником технологического тока служит сварочный аппарат ТДМ-205, подключаемый к



**Принципиальная электрическая схема установки для упрочнения поверхности детали ферропорошками в электромагнитном поле**

однофазному напряжению 220 В. Предохранители FU1...FU4 защищают установку от высокой перегрузки, а тепловое реле PT от незначительной длительной перегрузки. Контакторы K1...K4 и реле P1, P2 обеспечивают различные варианты смещения напряжений  $U_k$  от  $U_r$ .

Лампочки L1...L3 показывают, на какую из фаз включен сварочный трансформатор. Диоды VD1, VD2 обеспечивают однополупериодное напряжение питания.

Для обеспечения высокой стабильности процесса и переноса капель расплава ферропорошка на формируемый участок покрытия необходимо, чтобы после завершения электрических разрядов за один импульс напряжения в цепи технологического тока величина магнитной индукции в рабочем зазоре принимала минимально возможное значение. В этом случае создаются наиболее благоприятные условия для очистки зазора под действием вибрации полюсного наконечника от продуктов эрозии в твердой фазе и от части зерен ферропорошка, не участвовавших в разрядах. Одновременно повысить производительность и качество покрытия при высокой стабильности процесса возможно в случае, если электрические разряды будут завершаться к моменту импульсного механического воздействия полюсного наконечника на формируемый участок покрытия, а максимальная величина магнитной

индукции должна быть близка к значению, при котором наблюдается наибольший перенос капель расплава ферропорошка на поверхность детали.

Электрическая схема установки для восстановления деталей в магнитном поле позволяет реализовать шесть возможных вариантов фазового смещения напряжения цепи технологического тока относительно напряжения электромагнитной катушки:

- при режиме работы установки без фазового смещения (смещение –  $0^\circ$ );
- при режиме работы установки в противофазе (смещение составит  $180^\circ$ );
- при режиме работы установки с опережением напряжения цепи технологического тока относительно напряжения цепи электромагнитной катушки на  $120^\circ$ ;
- при режиме работы установки с отставанием напряжения цепи технологического тока относительно напряжения цепи электромагнитной катушки на  $120^\circ$ ;
- при режиме работы установки с опережением напряжения цепи технологического тока относительно напряжения цепи электромагнитной катушки на  $60^\circ$ ;
- при режиме работы установки с отставанием напряжения цепи технологического тока относительно напряжения цепи электромагнитной катушки на  $60^\circ$ .

Определение порядка или последовательности чередования фаз в трехфазной симметричной системе ЭДС (напряжений) производится с помощью указателя последовательности чередования фаз. В простейшем исполнении он состоит из двух одинаковых ламп накаливания и конденсатора.

На установке для упрочнения деталей в пульсирующем магнитном поле с вибрацией полюсного наконечника, подключенной по принципиальной электрической схеме, было упрочнено для каждого варианта фазового смещения на одинаковых режимах упрочнения (разрядный ток до 100 А; магнитная индукция в рабочем зазоре 0,6 Т; окружная скорость вращения образца 0,3 м/с; рабочий зазор 1,5 мм; зернистость применяемого ферропорошка марки ФБ-1 от 200 до 400 мкм; подача ферропорошка в рабочий зазор 17 г/мин по пять предварительно взвешенных образцов). Анализ полученных результатов позволяет сделать ряд выводов.

Максимальный привес как образцов, так и полюсных наконечников наблюдается при упрочнении, когда обеспечивается режим работы установки со смещением напряжения цепи технологического тока относительно напряжения цепи электромагнитной катушки на 180°. Однако при этом процесс идет нестабильно с сильным разогревом поверхностей детали и полюсного наконечника. Не происходит очистки рабочего зазора от продуктов эрозии в твердой фазе и от части зерен ферропорошка, не участвовавшего в разрядах. Покрытие образуется пористое, а его соединение с основой слабое из-за неполного проплавления ферропорошков. В результате происходит налипание зерен ферропорошка как на рабочую поверхность полюсного наконечника, так и на деталь, вызывая резкое уменьшение величины рабочего зазора, что приводит к короткому замыканию.

Минимальный привес детали при малой пористости и максимальной сплошности нанесенного покрытия достигается при упрочнении, когда напряжение  $U_p$ , питающее сварочный трансформатор, опережает напряжение  $U_k$ , питающее электромагнитную катушку, на угол 120°. Процесс упрочнения также идет нестабильно. Увеличение длины дуги приводит к росту температуры в рабочем зазоре и в результате сильному разогреву поверхности детали и оплавлению рабочей поверхности полюсного наконечника. Оплавление поверхности полюсного наконечника увеличивает рабочий зазор и снижает количество порошка, удерживаемого в нем.

При упрочнении, когда напряжение  $U_p$ , пи-

тающее сварочный трансформатор, опережает напряжение  $U_k$ , питающее электромагнитную катушку, на угол 60°, процесс происходит более стабильно, но незначительно увеличивается привес детали по сравнению с предыдущим вариантом. Однако сильный разогрев полюсного наконечника значительно снижает его ресурс и приводит к высокому тепловложению в деталь, что может вызвать ее коробление.

Все вышерассмотренные варианты из-за нестабильности процесса упрочнения, низкой производительности и больших тепловложений в деталь не могут быть рекомендованы к практическому применению.

При упрочнении по другим вариантам процесс протекает стабильно.

Среди них максимальный привес образца наблюдается при упрочнении, когда угол смещения составляет 0°. При этом происходит незначительный нагрев детали и полюсного наконечника. Перенос расплава порошка осуществляется крупными плотными каплями.

При упрочнении по варианту, когда напряжение  $U_p$ , питающее сварочный трансформатор, отстает от напряжения  $U_k$ , питающего электромагнитную катушку, на угол 120°, перенос расплава порошка осуществляется более мелкими каплями, что повышает сплошность покрытия. При этом несколько снижается привес образцов и увеличивается привес полюсных наконечников.

Упрочнение, когда напряжение  $U_p$ , питающее сварочный трансформатор, отстает от напряжения  $U_k$ , питающего электромагнитную катушку, на угол 60°, обеспечивает перенос расплава порошка мелкими каплями, что значительно увеличивает сплошность и уменьшает шероховатость покрытия, при этом снижается привес образцов и полюсных наконечников. Технологический процесс формирования поверхности в электрическом поле, в котором напряжение  $U_p$ , питающее сварочный трансформатор, отстает от напряжения  $U_k$ , питающего электромагнитную катушку, на угол 60°, можно рекомендовать для упрочнения поверхностей с последующей обработкой до первоначального размера, оставляя при этом только диффузионный слой. Технологический процесс, в котором напряжение  $U_p$ , питающее сварочный трансформатор, отстает от напряжения  $U_k$ , питающего электромагнитную катушку, на угол 120°, рекомендуется для восстановления и упрочнения изношенных от 0,1 до 0,3 мм поверхностей деталей. Технологический процесс, когда отсутствует фазовое смещение напряжения  $U_p$ , питающее сварочный трансфор-

мотор, относительно напряжения  $U_k$ , питающего электромагнитную катушку, целесообразно использовать при комбинированном восстановле-

нии и упрочнении поверхностей деталей машин со значительным износом (например, с последующей наплавкой углеродистой проволоки).

### Литература

1. Усов С. В., Назаров Ю. Ф., Коротков И. А. Комбинированные методы обработки в машиностроении. — М.: ЮНИТ, 2002. — 243с.
2. Касаев К. С., Алексеев И. В., Благодоров В. И. и др. Новые наукоемкие технологии в технике: Энциклопедия в 4-х томах. — Т. 4, Р-Я / Под ред. К. С. Касаева. — М.: МЦ «Аспект», 1994. — 208с.

## Требования к оформлению и представлению материалов для публикации

1. К статье должен быть приложен реферат (не более 10 строк).
2. Объем статьи не должен превышать 15 страниц, включая таблицы, список литературы и подписанные рисунки.
3. Материалы для публикации должны быть представлены в двух видах: текст, набранный в программе Microsoft Word на листах формата А4, распечатанный на принтере; дискета или компакт-диск с тем же текстом (файлы формата DOC или RTF), можно также прислать статью с помощью электронной почты. Рисунки представляются в формате EPS или TIFF (300 dpi, CMYK или grayscale), за исключением рисунков, сделанных в программах Microsoft Office (Excel, Visio, PowerPoint и т. д.), которые представляются в оригинале.
4. Текст статьи должен быть распечатан в двух экземплярах через два интервала на белой бумаге формата А4. Слева необходимо оставлять поля шириной 4–5 см. Страницы должны быть пронумерованы.
5. Графическая информация представляется в черно-белом виде (за исключением фотографий). Дублирование данных в тексте, таблицах и графиках недопустимо.
6. Графический материал должен быть выполнен четко, в формате, обеспечивающем ясность всех деталей. Обозначение осей координат, цифры и буквы должны быть ясными и четкими. Необходимо обеспечить полное соответствие текста, подписей к рисункам и надписей на них.
7. Простые формулы следует набирать как обычный текст, более сложные — с использованием редактора формул программы MS Word. Нумеровать нужно формулы, на которые имеются ссылки в тексте. В то же время нежелательно набирать формулы или величины, располагающиеся среди текста, с помощью редактора формул.
8. При выборе единиц измерения необходимо придерживаться Международной системы единиц СИ.
9. Список литературы приводится в конце рукописи на отдельном листе, в тексте указываются только номера ссылок в квадратных скобках, например [2]. Оформление библиографии должно соответствовать ГОСТ 7.1–76.
10. В начале статьи нужно указать полное название учреждения, в котором выполнена работа. Статья должна быть подписана всеми авторами.
11. К статье должны быть приложены следующие сведения: фамилия, имя и отчество (полностью), место работы, а также полный почтовый адрес (с индексом), адрес e-mail и номера телефонов каждого автора, нужно указать также адрес для переписки и контактный телефон.

## Некоторые особенности наукоемких технологий в швейном производстве

*В. А. Сучилин, Т. Н. Архипова, Д. С. Маршуба  
Российский государственный университет туризма и сервиса*

При производстве высокотехнологичных швейных изделий разработчик, как правило, опирается на основы наукоемких технологий, так как только в этом случае в наше время гарантируется получение конкурентоспособной продукции. Необходимо, естественно, также учитывать известные и широко апробированные принципы проектирования, применяемые при разработке практически любых изделий. В первую очередь таких принципов, как унификация и технологичность. Первый из них — принцип унификации — предусматривает широкое использование в создании нового изделия уже освоенных производством сборочных единиц (узлов) и деталей, что позволяет применять отработанные методы технологии и организации. Большую выгоду приносит унификация уже на стадии эскизного и технического проектов, позволяя при проектировании изделий использовать имеющиеся чертежи отдельных деталей и сборочных единиц аналогичных изделий, методики расчета и испытаний элементов и исходных материалов, полученные расчетные данные и результаты исследований. От степени унификации конструкции изделий зависят не только затраты на техническую (в частности, конструкторскую) подготовку производства, но и уровень трудовых затрат на производство изделий. Чем выше коэффициент унификации, тем меньше разница в трудоемкости новых изделий и типовых моделей.

Второй принцип — принцип технологичности конструкции является основой для характеристики изделия в экономическом отношении. Технологичность конструкции определяет такие ее качества, которые обеспечивают возможность изготовления изделий в данных конкретных условиях с наименьшими затратами труда, времени и материалов за счет использования наиболее прогрессивных, экономически оправданных методов производства. Требования технологичности конструкции меняются в зависимости от многих производственных условий, в том числе от масштаба производства, степени его цикличности, форм организации. Изделие, которое технологично в условиях серийного производства,

может оказаться совершенно нетехнологичным при его единичном производстве, и наоборот. В любом случае, прежде всего, необходимо добиться максимального упрощения схем обработки и сборки изделия, сокращения числа деталей и эффективного использования принципа унификации, позволяющего упростить сборку и сократить связанные с ней трудозатраты.

При разработке высокотехнологичных швейных изделий в условиях малых предприятий все отмеченное выше необходимо учитывать. Кроме того, с целью получения минимальных затрат на партию подобных изделий важно проводить оптимизацию производственного процесса.

Учитывая также, что высокотехнологичные швейные изделия, например куртки с солнечными батареями, разработанные с учетом принципа унификации и технологичности, а также по экономическим соображениям, должны иметь легко съемные солнечные батареи. В этом случае они становятся многофункциональными изделиями, которые при снятии солнечных батарей выступают как обычные бытовые изделия, а при установке солнечных батарей — как спецодежда, предназначенная для использования в сложных климатических условиях. Производство подобных изделий должно включать требования недавно принятого федерального закона (ФЗ-184) о необходимости значительного повышения качества спецодежды. В рамках данного закона находится проблема разработки соответствующих технических средств для испытаний швейных материалов и создания необходимых методик для обеспечения их функционирования. В соответствии с указанной проблемой в РГУТиС предложена установка, позволяющая на основе разработанной наукоемкой технологии значительно расширить испытания швейных и других материалов, применяемых в подобных изделиях (патент РФ № 2336517 от 2008 г.). Установка позволяет оценивать их механические характеристики в трехмерной системе координат. Так как швейные материалы относятся к анизотропным вязкоупругим материалам с различными деформационными характеристиками по взаимно перпендикулярным осям, без подобных иссле-

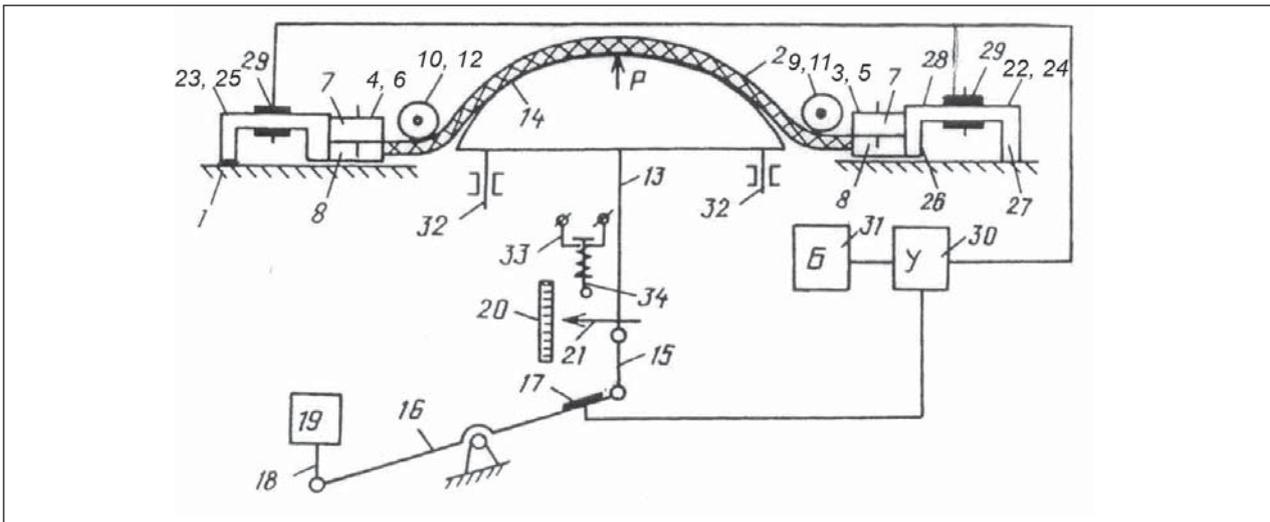


Рис. 1. Установка для механических испытаний швейных материалов

дований сложно получить качественную одежду. В настоящее же время подобные материалы подвергают проверке на установках с оценкой лишь одноосной деформации. В связи с этим функциональные дефекты в изделиях обнаруживаются лишь в процессе их эксплуатации, так как часть деталей изделий в процессе носки подвергается многоосным деформациям, что приводит к искажению формы изделия и потере товарного вида, а в некоторых случаях и к несоответствию функциональному назначению.

Установка 1 (рис. 1) для механических испытаний швейных материалов и соединений включает зажимное средство для крепления испытуемого образца 2 в горизонтальной плоскости, выполненное в виде контура из нескольких незамкнутых между собой зажимов, например из двух пар зажимов 3–6, расположенных на взаимно перпендикулярных осях, каждый из зажимов выполнен в виде стянутых винтами двух пластин 7 и 8, и параллельно зажимам расположены направляющие валики 9–12 для заправки под них испытуемого образца, соосно зажимному средству расположен шток 13, который с одного торца жестко соединен с рабочим органом 14 в виде полусферического пуансона, а с другого — кинематически связан с механизмом нагружения образца и измерения его деформирующего силового воздействия, включающего шатун 15, двухплечий рычаг 16, на ведомом плече которого установлен электротензодатчик 17, а ведущее плечо его через узел связи 18 соединено с приводом 19, например, в виде электродвигателя.

Приспособление для измерения перемещения рабочего органа выполнено в виде механической системы: шкала 20 на корпусе

устройства 1 и стрелка-указатель 21 на штоке 13, а для измерения многоосной деформации образца служит приспособление, включающее упругие элементы 22–25, каждый из них выполнен, например, в виде П-образной детали, стойка 26 которой жестко связана с нижней пластиной 8 зажима с возможностью перемещения ее совместно с верхней пластиной 7 относительно корпуса устройства 1 при деформировании испытуемого образца, а другая стойка 27 жестко связана с корпусом устройства 1, на перекладине же 28 П-образной детали установлены электротензодатчики 29. Все электротензодатчики 17 и 29 подключены к усилителю 30 электрических сигналов и блоку 31 их регистрации, например к осциллографу.

Направляющие валики 9–12 могут быть установлены на упругие опоры с электротензодатчиками для определения усилий, передаваемых испытуемым образцом 2 по вертикали, что позволит скорректировать усилия, действующие в испытуемом образце 2 и повысить точность расчета механических характеристик материала.

Рабочий орган 14 имеет снизу направляющие стержни 32, что позволяет ему совершать при работе установки возвратно-поступательные движения подобно ползуну в механизме кривошипно-ползунного типа.

Установка снабжена электропереключателем 33, положение которого можно менять, что дает возможность, в случае необходимости, автоматически отключать электропривод 19, так как стрелка-указатель 21 при движении штока 13 будет нажимать на движок 34 и приводить переключатель в положение «выключено», тем самым предварительно устанавливая не-

обходимую величину перемещения рабочего органа 14.

Установка 1 для механических испытаний швейных материалов и соединений работает следующим образом. Испытуемый образец 2 проводят под направляющие валики 9–12, размещают в зажимах 3–6 и стягивают пластины 7 и 8 на всех зажимах винтами (на рис. 1 не показано), закрепляя его. Настраивают электрическую схему, включающую электротензодатчики 17 и 29, усилитель 30 и блок 31 регистрации электро-сигналов, например осциллограф, добиваясь нулевого уровня сигнала на экране осциллографа. Подводят рабочий орган 14 — пуансон до уровня испытываемого образца 2.

При включении электропривода 19 соединительное звено 18 поворачивает ведущее плечо двухплечего рычага 16 против часовой стрелки, что приводит к повороту ведомого плеча и перемещению от шатуна 15 штока 13 вверх. Следовательно, переместится вверх и рабочий орган 14, сообщая деформирующее силовое воздействие испытываемому образцу 2. Образец 2 деформируется (выгибается вверх по форме рабочего органа 14). Это приводит к многоосной деформации растяжения образца 2 и заставляет его участки, расположенные в зоне зажимов 3–6 перемещаться в сторону направляющих валиков 9–12 и деформировать упругие элементы в виде П-образных деталей 22–25. При этом их стойки 26 совместно с зажимами 3–6 также получают перемещения в сторону направляющих валиков 9–12, что приведет к деформации перекладин 28 упругих элементов 22–25, а их электротензодатчики 29 передадут электросигналы на усилитель 30 и блок 31 регистрации этих сигналов. Так как упругие элементы 22–25 предварительно протарированы путем нагружения их от динамометра и зависимость их деформации от приложенной силы была линейной, то регистрирующий блок 31, например осциллограф, покажет практически значения сил, действующих в продольном и поперечном направлении в испытываемом образце 2.

Электротензодатчик 17 на ведомом плече двухплечего рычага 16 также передаст электро-сигнал на усилитель 30 и блок 31 его регистрации, что позволит определить передаваемое силовое воздействие со стороны рабочего органа 14 на испытываемый образец 2, а стрелка-указатель 21 на штоке 13 покажет на шкале 20 перемещение рабочего органа 14, следовательно, и стрелу прогиба образца 2.

Форма рабочего органа 14 предполагает, что деформации испытываемого образца по взаимно

перпендикулярным осям будут одинаковыми. В то же время действующие силы по этим осям на участках образца будут только тогда равными, когда упругие характеристики в продольном и поперечном направлении испытываемого материала будут одинаковы. В противном случае участки материала с меньшими упругими свойствами будут меньше деформировать стойку 26 и перекладину 28 упругого элемента 29, следовательно, будет показано уменьшенное отражение силы на регистрирующем блоке 31.

Зная значение действующих сил на участках образца 2, расположенных в зоне закрепления в зажимах 3–6 и площадь их поперечного сечения  $S = t \cdot h$ , где  $t$  — толщина образца,  $h$  — ширина участка образца, определяют, например, возникающее напряжение в каждом из них:  $\sigma = P/S$ , где  $P$  — значение силы, зарегистрированное электротензодатчиками 29 в зоне деформации данного участка испытываемого материала. Определяют и другие механические характеристики швейного материала при действии многоосных деформаций.

Определение же механических характеристик швейных материалов в случае, если образец швейного материала 2 представлен в виде пакета, скрепленного швом (строчкой), осуществляется в целом аналогично описанному выше испытанию образца швейного материала. Дополнительно лишь проводят оценку качества соединений согласно техническим условиям на соединения деталей одежды, например, определяют обрывность ниток, плотность соединения (просвет между деталями в соединении не допускается) и др.

Таким образом, начиная с выбора материалов, учитывая масштабы и цикличность производства, зная особенности компоновки высокотехнологичных элементов в изделиях, нужно смоделировать оптимальный способ обработки деталей и узлов, получить необходимый технологический маршрут его реализации, обеспечить требуемую минимальную трудоемкость сборки. Последовательно решая все эти конструктивно-технологические задачи под углом зрения тех требований, которые диктуются принципом рациональности, разработчик создает предпосылки к тому, что высокотехнологичное изделие как объект производства будет технически совершенен и экономически целесообразен.

Конкретно в нашем случае при разработке для туриста минимального комплекта изделий с элементами солнечных батарей, которыми являются куртка, рюкзак, сумка и палатка, были выбраны солнечные батареи, обеспечивающие

в сумме выходную мощность в 12 Вт. Солнечные батареи при этом унифицировались по силе тока и напряжению, что обеспечивало не только технологичность изготовления изделий, так как они были одного размера, но и эффективность их использования в так называемых полевых условиях за счет предусмотренного модульного принципа их размещения на изделиях. Тогда все солнечные батареи могли легко демонтироваться с куртки, рюкзака и сумки и монтироваться на палатке, обеспечивая максимум эффективности использования при минимальных затратах на их приобретение. Решению подобных практических задач предшествует, как правило, моделирование их на основе математических методов.

Проектирование палаток с солнечными батареями для туристов, геологов, охотников также требует рациональной топологии солнечных батарей на внешней стороне палатки. В этом случае размещение солнечных батарей зависит от формы самих палаток. Так, на малогабаритной палатке для охотников и рыбаков удобно осуществлять крепление солнечных батарей по аналогии с курткой, т. е. устанавливать на ней съемный воротник с солнечными батареями, снятый с куртки. При этом проектирование самой палатки удобно проводить на основе методов компьютерного моделирования, где за счет ввода переменных размерных параметров можно получить их конструктивный ряд. Форма подобной палатки (рис. 2) задается параметрически в виде массива исходных размеров, создаваемого встроенной в систему Mathcad функции Create-Mesh. В результате получаем каркас палатки, сегменты которой с учетом припусков определяют практически размеры швейных деталей и технологию сборки изделия.

Для каркаса палатки функция для размерных переменных имеет вид:

при  $a = c; a > 0$

$$M(t, \tau) = \begin{pmatrix} a(t + \sin t) \cos \gamma \\ a(t + \sin t) \sin \gamma \\ c(1 + \cos t) \end{pmatrix}$$

Например, покажем моделирование некоторых параметров технологического процесса пошива палаток с солнечными батареями для туристов. Задача решалась для малого предприятия, специализирующегося на выпуске подобных изделий. Намечается выпуск двух видов изделий: палаток для туристов-геологов (ТГ) и туристов-рыбаков (ТР), отличающихся габаритами и стоимостью. Всего имеется 350 м ткани и 100 кг трубчатого профиля для каркаса

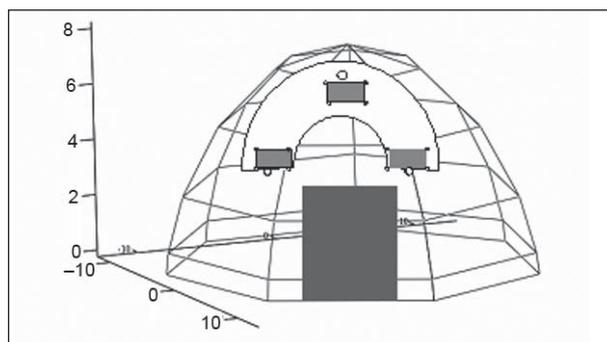


Рис. 2. Палатка с солнечными батареями

и 15 человеко-дней трудозатрат. На палатку ТГ требуется 20 м ткани, 5 кг трубчатого профиля для каркаса и 1 человеко-день трудозатрат, на палатку ТР соответственно — 8 м ткани и 2,5 кг трубчатого профиля и 0,7 человеко-дня трудозатрат. Причем необходимо обеспечить прибыль не менее 24000 руб. Требуется определить оптимальное число палаток типа ТГ и ТР, обеспечивающее максимальную прибыль, если прибыль от реализации палатки ТГ составляет 2000 рублей, а от ТР — 1000 рублей.

Решение искалось в системе Excel. Предварительно проводилось математическое моделирование задачи на основе линейного программирования. Составлялась целевая функция  $f(x) = 2000x_1 + 1000x_2$ .

Расход ткани составляет  $20x_1 + 8x_2$ , трубчатого профиля  $5x_1 + 2,5x_2$ , трудовых ресурсов  $x_1 + 0,7x_2$ . Поэтому ограничения задачи имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} 20x_1 + 8x_2 &\leq 350 \\ 5x_1 + 2,5x_2 &\leq 100 \\ x_1 + x_2 &\leq 11 \end{aligned} \right\} \text{ресурсы}$$

$$\left. \begin{aligned} x_1 + x_2 &\geq 11 \\ 2000x_1 + 1000x_2 &\geq 24000 \end{aligned} \right\} \text{плановое задание}$$

$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0$ .

Первые три неравенства описывают ограничения по ресурсам, четвертое и пятое — соответственно плановое задание по общему числу палаток и ограничение по прибыли.

В данной задаче важным также было то, что палаток типа ТГ было бы не менее 8. Это условие заказчика. Поэтому это ограничение было учтено как неперемное условие (рис. 3).

Из рис. 4 видно, что максимальная прибыль при выполнении поставленных условий составила 39760 рублей, что значительно превышает планируемую. Швейный материал израсходован полностью. Материал для каркаса палаток также практически израсходован. Палаток типа

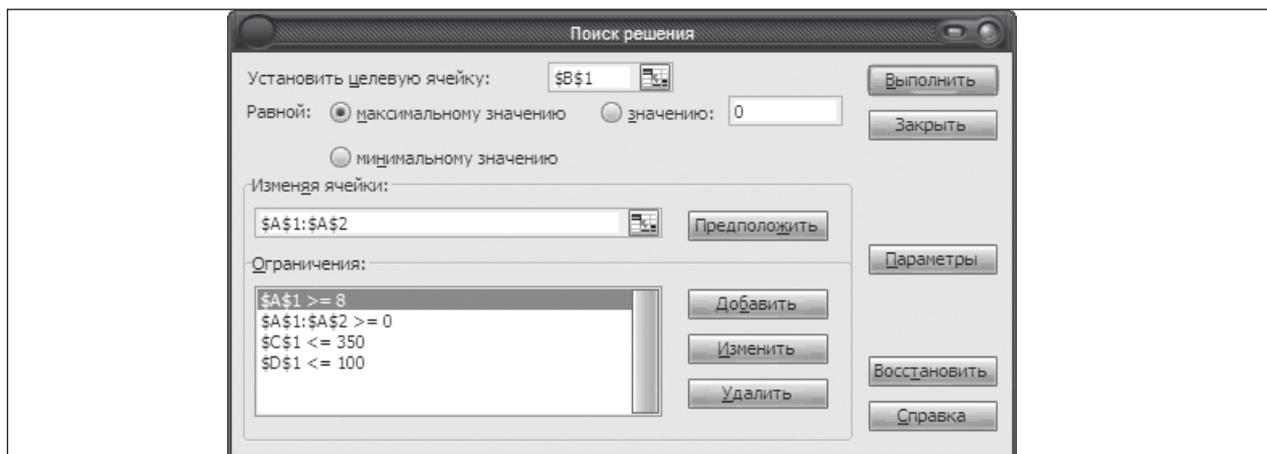


Рис. 3. Поиск решения задачи оптимизации запуска изделий в производственный процесс

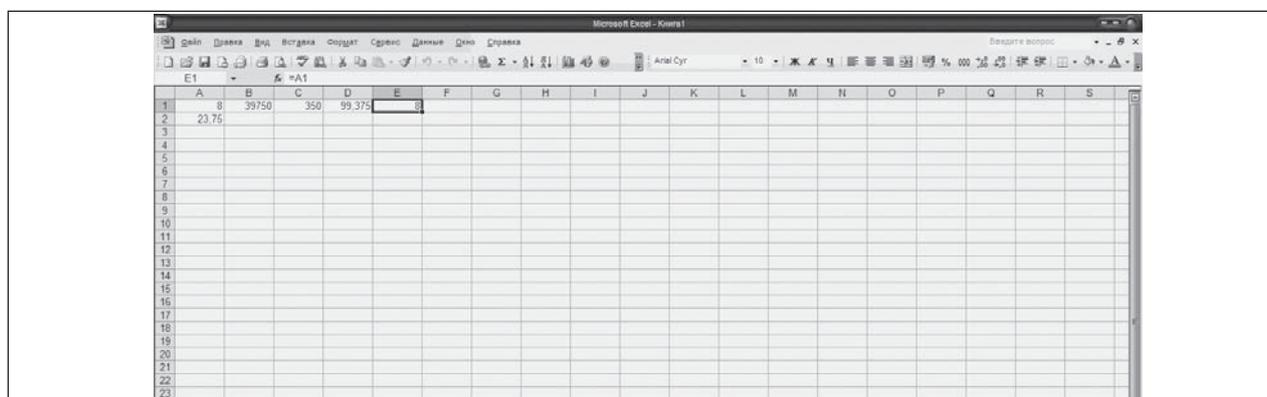


Рис. 4. Результаты поиска решения максимальной прибыли производственного процесса

ТГ будет изготовлено 8 штук, что соответствует условиям задачи.

Таким образом, компьютерное моделирование производственных задач является эффективным методом сокращения потерь всех видов ресурсов, что особенно важно для малых предприятий. Можно сделать вывод, что наукоемкие изобретения и технологии, высокотехнологичные

разработки — это то направление НИР вузов, которое должно быть приоритетным у нас в стране, так как только этот путь перспективный и только он интересен студенческой молодежи. Кроме того, известно, что именно этот путь давно применяется во многих успешных с точки зрения научных достижений и инновационных разработках различных стран.

### Литература

1. Патент РФ № 2336517. Устройство для механических испытаний швейных материалов и соединений.
2. Сучилин В. А., Архипова Т. Н., Чубаров В. Б. Некоторые особенности разработки высокотехнологичных швейных изделий // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. — 2008. — №4(7). — С. 37–43.
3. www.rguts.ru /since-journal «Сервис в России и за рубежом»

## Использование автоматизированной вышивки при отделке швейных изделий

*Т. Н. Архипова, А. А. Архипова*  
*Российский государственный университет туризма и сервиса*

Исторически вышивка в швейных изделиях носила прежде всего декоративный характер и широко использовалась практически во всех исторических костюмах разных стилей и эпох. Изначально вышивка выполнялась вручную. Позднее вышивка стала осуществляться не только вручную, но и на швейных машинах. В настоящее время ручная вышивка выполняется в эксклюзивных изделиях и для большинства изделий используется машинная вышивка.

Машинная вышивка отличается быстротой и легкостью исполнения. Машинная вышивка — относительно недавний вид деятельности, в отличие от традиционной ручной вышивки, существующей тысячи лет. Машинная вышивка появилась в 1980-х годах и спрос на профессию дизайнера машинной вышивки начал расти. И по сей день профессия дизайнера вышивки актуальна.

В настоящее время можно выделить две функции вышивки: чисто декоративную, применительно к бытовой одежде и рекламную. Использование вышивки как рекламно-информационного средства является одним из актуальных направлений развития машинной вышивки. При этом вышивка не теряет своей художественной выразительности. Рекламными свойствами вышивки пользуются прежде всего различные предприятия (спортивные клубы, торговые и промышленные предприятия и др.). Например, при создании корпоративной одежды она широко используется при нанесении товарных знаков на различные ткани, кожу, войлок, а также на готовые изделия, одежду и т. п.

Естественно, что каждое предприятие заинтересовано в отличительных особенностях униформы своих сотрудников и, кроме того, рекламе своего бренда. Наличие у компании своего собственного товарного знака на одежде — один из самых распространенных и действенных рекламных методов. Товарный знак может быть изображен различными способами, и один из самых эффективных — машинная вышивка. В настоящее время изготовление такого рода вышивки очень распространено.

Автоматизированная вышивка по многим показателям опережает своих «конкурентов», таких как, например, шелкография. Вышивка более долговечна, устойчивость окраски ниток выше, объемная фактура вышивки придает логотипу наиболее эффектный вид. В связи с этим большинство предприятий, занимающихся разработкой рекламы, рекомендуют своим клиентам именно автоматизированную вышивку.

При автоматизированной вышивке возможно воспроизведение товарного знака в любых цветовых сочетаниях. Товарный знак, выполненный в виде вышивки, довольно часто превращается в модный атрибут изделия и становится органичным элементом его художественной композиции.

Кроме того, машинная вышивка используется в качестве художественной отделки деталей, узлов и одежды в целом. Декорирование изделий машинной вышивкой стало более легким и быстрым в связи с развитием парка оборудования, специализированного на изготовлении машинной вышивки. Разработкой оборудования для вышивки занимаются такие фирмы, как Tajima, Juki, Brother и др.

Использование такого типа машин делает процесс выполнения вышивки более доступным. Например, в ателье, где есть автоматизированная вышивальная машина, вам могут предложить выполнить красивую современную отделку в виде вышивки на платье, куртке и т. д. Программа для вышивальной машины (дизайн) такой вышивки может быть получена из архивов дизайнов вышивок или заказана дизайнерской компании, например, через Интернет. Изготовителей программ для автоматических вышивальных машин называют панчерами, от английского панчер (puncher) — пробойник, перфоратор. Это название связано с перфокартой. Ведь именно перфокарты использовали первые дизайнеры машинной вышивки для задания рабочего алгоритма вышивальной машине, делая при этом на них проколы — перфорацию.

В настоящее время, благодаря широкому применению вычислительной техники панчер сочетает в себе роль программиста, дизайне-

ра, конструктора и художника. Для панчера-художника разработка машинной вышивки не только не утрачивает в себе роли объекта творчества, а наоборот, благодаря новым возможностям, открывает богатое поле деятельности. В отличие от изготовления модных в наши дни рекламных вышивок, при котором, как правило, используются уже готовые изображения логотипов, выполнение художественной машинной вышивки является наиболее трудоемкой работой, требующей от панчера глубоких знаний и таланта. Машина в данном случае используется лишь как средство воплощения произведения в материале, как своего рода принтер, а инструментом творчества являются персональный компьютер, оснащенный специальным программным обеспечением, и те профессиональные знания, которыми обладает панчер. Художественные вышитые произведения носят эксклюзивный характер и исполняются на штучных изделиях, как правило, не тиражируемых в дальнейшем.

За все время существования машинной вышивки технология ее воплощения на материале изменилась до неузнаваемости. Машины, использовавшие когда-то в качестве источника информации перфокарты, ограниченные в скорости и качестве вышивки, сменились микропроцессорными высокопроизводительными многоголовочными машинами с высокотехнологическими устройствами, оптимизирующими процесс вышивки, например промышленный вышивальный автомат СЕМ-3523М (производится фирмой «Классик Вышивальные Системы» в Санкт-Петербурге), машины фирмы Tajima и др.

Современная автоматизированная вышивка — это сложный технологический процесс, протекающий в несколько этапов: создание программы, настройка машины, подготовка основного и вспомогательных материалов и собственно вышивка.

Программа вышивки — алгоритм действий машины, который впоследствии может быть повторен неограниченное количество раз. Машина, следуя этой программе, автоматически исполняет вышивку на материале. Таким образом, главными особенностями машинной вышивки являются отсутствие ручного труда на этапе непосредственного вышивания и возможность тиражирования экземпляров вышивки.

Процесс автоматизированной вышивки состоит из двух основных тесно взаимодействующих этапов.

Конструкторский этап автоматизированной вышивки или этап конструирования вышивки —

процесс создания программы для вышивальной машины.

Технический этап — непосредственное выполнение вышивки на машине.

Оба этапа являются достаточно самостоятельными с точки зрения производства, что позволяет их дифференцировать и выделить два основных вида предпринимательской деятельности соответственно. Речь идет о предприятиях, которые специализируются непосредственно либо на изготовлении программ для вышивальных машин, либо непосредственно на изготовлении вышивки. Каждая из этих отраслей деятельности развивает вокруг себя разветвленную инфраструктурную систему. Например, на сегодняшний день насчитывается большое число разработчиков специального программного обеспечения для машинной вышивки, производителей вышивальных машин и специальных сопутствующих устройств, а также расходных материалов, используемых при изготовлении вышивки. Многие компании в настоящих условиях функционирования корректируют направления своей деятельности в соответствии с нуждами отрасли машинной вышивки. Так, например, изготовители текстильных красителей специально корректируют их свойства и гамму, производители одежды изменяют конструкцию, адаптируя ее к технологии изготовления автоматизированной вышивки.

Возможности вышивального производства чрезвычайно широки, и спектр этих возможностей расширяется благодаря применению современных материалов, таких, например, как световозвращающие пленки, цветные пленки ПВХ, рефлексные пленки, создающие объем, готовые застилы широкой цветовой гаммы, современные вышивальные нитки и вспомогательные материалы для проблемных тканей и др.

Для вышивки по различным материалам используются специализированные иглы: по коже, по вязаным материалам. По плотным материалам используют иглы с тефлоновым покрытием.

Для вышивки используют шелковые (вискозные) и полиэстерные нитки. Для шелка и других нежных тканей применяются вискозные нитки, а для тканей более грубых фактур, например ткани для спецодежды, применяются полиэстерные нитки. Современные вышивальные нитки допускают стирку (до 95°C), химическую чистку, вплоть до хлорирования (отбеливания), что очень актуально для изделий, разработанных для медицинских учреждений, предприятий пищевой и фармацевтической промышленности. Помимо

традиционных вышивальных ниток существуют металлизированные нитки широкого спектра цветов, который включает как классические серебряные и золотые, так и нитки хроматических цветов. Кроме того, существуют флуоресцентные нитки и нитки, изменяющие свой цвет под воздействием ультрафиолетовых лучей.

В качестве подкладочного материала при вышивке для стабилизации основного материала применяется флизелин, который запыливается снизу основного материала в пяльца или приклеивается клеем временной фиксации, а после изготовления вышивки легко отрывается руками. Кроме того, используется флизелин клеевой, который заменяет обычный флизелин. Клеевой флизелин не требует использования клея, а просто прикладывается к изнанке вышивки и фиксируется утюгом. При отрывании клеевой флизелин не оставляет после себя отметин на ткани.

Для выполнения сложных мотивов на проблематичных текстильных материалах используются водорастворимые пленки, что помогает стежкам не теряться на рыхлой основе. С помощью пленок можно осуществлять вышивку на трикотажных, махровых изделиях, выполнять самые сложные мотивы с сохранением тончайших деталей вышивки.

Для приклеивания вышитых мотивов вместо их пришивания, а также придания формы шевронам используют термоклеевую пленку. Сначала пленка приутюживается к вышитому шеврону, через защитную бумагу, затем бумага отрывается, и шеврон прикладывается к месту приклеивания.

Для дополнительной стабилизации ткани при вышивке на вельвете, велюре, бархате, для вышивки мережки используются терморазрушающиеся материалы. Материал накладывается на рабочую поверхность, после вышивки изделие помещается под пресс или утюг и под влиянием тепла превращается в порошок, который счищается щеткой.

Объемность вышивке придает использование объемной пены, которая накладывается на лицевую сторону ткани, и вышивка производится поверх пены. Оставшаяся под нитками пена создает трехмерный эффект и делает вышивку рельефной.

При выполнении аппликаций с целью придания 3D-эффекта применяются цветные ПВХ пленки. Такие пленки можно использовать как для вышивки на различных изделиях, так и в качестве самостоятельной основы для шеврона.

Для изготовления шевронов и нашивок применяют специальные текстильные материалы. Эти материалы не распускаются после вырезания ножницами, а срезы не требуют обметывания.

Возможности программного обеспечения современных вышивальных машин чрезвычайно широки. Многие программы для вышивальных машин учитывают свойства материала, на котором будет производиться вышивка, например: шелк, сорочечная ткань, плащевая ткань, ткань для спецодежды, кожа, ворсистые ткани (бархат, флис), вязаные материалы (трикотаж, футболки, рубашки поло, джемпера), полотенце. Кроме того, помимо традиционной вышивки челночным методом в некоторых вышивальных машинах применяется вышивка петлями (тамбурная вышивка) и комбинация этих методов. Например, вышивальные автоматы Tajima, кроме вышивания нитками, позволяют вышивать шнуром, блестками, в процессе вышивки используют промышленные лазеры для создания аппликации.

Таким образом, автоматизированная вышивка широко использует современные компьютерные технологии, а также применяет Интернет-технологии для передачи данных, что, безусловно, очень удобно, а возможность использования автоматизированной вышивки в рекламных целях делает ее весьма привлекательной в наши дни для предпринимательства.

## Критерии потребительского предпочтения при выборе бытовых краеобметочных машин

*И. В. Писаренко, А. С. Ермаков*

*Российский государственный университет туризма и сервиса*

Широкий ассортимент современных бытовых устройств с различными характеристиками (количество программ и функций, цена, эргономичность, надежность, дизайн, аксессуары), предлагаемый фирмами-производителями, вызывает затруднения потребителя в выборе конкретной модели. Покупатель, приобретая бытовую краеобметочную машину (оверлок) иногда производит ее выбор интуитивно, но удачным его выбор будет только тогда, когда он будет полностью удовлетворять его потребностям. Обычно потребитель стремится приобрести ту модель, которая более всего разрекламирована, известна потребителю или какие-либо иные ее особенности обратили на себя его внимание.

Затруднения в выборе бытовых краеобметочных машин также могут быть связаны как с избытком информации о них [1], так и с ее недостаточностью. У потребителя не всегда имеется ясное понимание о назначении функций и значимости характеристик современных бытовых швейных машин. Поэтому исследования потребительского предпочтения при выборе бытовых краеобметочных машин с учетом как мнения потребителей, так и знаний специалистов-экспертов в области бытовой техники является важной задачей для анализа рынка бытовых краеобметочных машин, а также для прогноза будущего его развития.

В рекламе на бытовые краеобметочные машины предлагаются в первую очередь следующие данные о них: фирма-производитель, модель; количество швов и стежков, количество программ, возможность создания авторских программ пользователя; максимальная скорость шитья; гарантийные обязательства; параметры регулировок длины и ширины стежка; дополнительные возможности, позволяющие расширить уже имеющиеся функции, всевозможные аксессуары и др.

В большинстве магазинов, предлагающих бытовые краеобметочные машины, продавцы обращают внимание покупателя прежде всего на следующую информацию: название фирмы-производителя и модели, ее новизна; цена; количество программ, основные швейные харак-

теристики (длина и ширина стежка, количество стежков в минуту), дизайн, масса и др.

В процессе консультирования потребителя специалист-консультант в магазине раскрывает функциональные возможности бытовых краеобметочных машин, демонстрируя их достоинства, возможность выполнения ими указанных в характеристиках технологических операций, наличие дополнительных функций, приспособлений и аксессуаров и др.

Специалисты-эксперты в области бытовой техники для обоснования выбора бытовых краеобметочных машин предлагают обратить внимание на основные показатели качества и технические характеристики конкретной модели: количество выполняемых швов и их качество; скорость шитья; удобство в выполнении технологических регулировок (длина и ширина стежка, натяжения ниток, давление прижимной лапки и др.); простоту перехода с одного вида шва на другой или с одного типа стежка на другой; ассортимент обрабатываемых материалов, дополнительные возможности и т. п.

Помимо рассмотренных функциональных и технических характеристик современных бытовых краеобметочных машин, естественными требованиями покупателя были и остаются требования к надежности, удобству в эксплуатации, внешнему виду модели (ее дизайну) и цене. Такие характеристики, как энергоемкость, уровень звуковой мощности и другие не отражаются в технических характеристиках, но потребитель рассматривает недопустимость их значительного увеличения.

Общие технические условия на бытовые швейные машины изложены в ГОСТах [2, 3]. Однако в данных стандартах не отражены особые требования, учитывающие специфику работы и конструктивных решений бытовых краеобметочных машин.

В требованиях, отражающих уровень качества бытовых краеобметочных машин как бытового товара, и новизну при их создании, предлагается учитывать целые группы показателей [4], а именно: показатели качества и производительности работы, параметры

регулировок, удобство в эксплуатации, надежность, эстетические, эргономические и другие показатели.

В 80-е годы прошлого столетия для оценки технического уровня создаваемых швейных машин использовали такой критерий, как относительный технический уровень  $K_m$ :

$$K_m = \frac{n}{M}, \quad (1)$$

где  $n$  — максимальная частота вращения главного вала машины, мин<sup>-1</sup>;  $M$  — масса машины, кг.

Варианту конструкции модели швейной машины с более высоким показателем технического уровня  $K_m$  при разработке отдавалось предпочтение. Однако использование данного показателя не позволяет провести всестороннюю оценку возможностей бытовой краеобметочной машины, и прежде всего его потребительских качеств.

Поэтому для получения более объективной информации о потребительских предпочтениях при выборе конкретной модели бытовой краеобметочной машины был проведен опрос потребителей, обращающихся за их покупкой в сети магазинов «Швейный мир» по г. Москве. Опрашиваемые отметили следующие показатели, которым они отдают предпочтение при выборе бытовых краеобметочных машин: цена, внешний вид машины, скорость шитья, количество ниток, количество выполняемых программ (швов и стежков), простота заправки ниток, подача материала, ассортимент обрабатываемых тканей, наличие дифференциального двигателя ткани, надежность, удобство эксплуатации, качество выполнения стежков и масса. Ана-

лизируя смысловое содержание данных показателей можно сделать вывод об их повторяемости: количество выполняемых программ во многом совпадает с количеством выполняемых машиной видов швов, а также типов стежков. Кроме того, количество ниток, используемых в машине, зависит от типа стежка: например, четырехниточные стачивающе-обметочные стежки 512 типа. Поэтому показатель «количество программ» может охватывать все эти характеристики. Показатель «обрабатываемые материалы» учитывает также и возможность обработки легкорастяжимых материалов при наличии в машине дифференциального двигателя ткани. Показатель надежности косвенным образом отражен в таких характеристиках, как скорость шитья (частота вращения главного вала), гарантийные обязательства и авторитет марки фирмы-изготовителя. Показатель «удобство в эксплуатации» учитывает доступность и простоту: перехода с одного вида шва на другой или с одного типа стежка на другой; заправки ниток (особенно нижнего петлителя), наладки машины на качественное выполнение швов и строчек и др. Таким образом, для экспертного опроса были предложены всего девять показателей. Его результаты сведены в табл. 1.

Экспертный опрос выявил разброс мнений специалистов и потребителей по целому ряду показателей. Для проверки достоверности мнений экспертов проводим математико-статистическую обработку имеющихся результатов экспертизы. Согласованность мнений экспертов при использовании всех указанных экспертных методов, где определяются ранги объектов, можно определить с помощью коэф-

Табл. 1. Результаты экспертного опроса

Показатель	Эксперт									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цена	4	5	7	2	4	5	7	7	6	3
Дизайн (внешний вид)	8	7	6	7	9	3	8	4	8	7
Скорость шитья	6	8	9	9	6	1	4	8	3	6
Количество выполняемых программ (количество швов, стежков и ниток)	1	2	1	3	1	2	2	2	1	3
Удобство в эксплуатации (простая заправка нитей и выполнение технологических регулировок)	3	3	4	8	2	2	3	3	5	1
Ассортимент обрабатываемых материалов (в том числе наличие дифференциальной подачи материала)	5	4	8	6	8	8	5	6	7	5
Надежность (фирма-изготовитель)	3	6	5	1	7	4	6	5	4	4
Качество выполнения стежков (швов)	2	1	2	4	2	3	3	1	3	2
Масса, кг	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9

коэффициента конкордации (согласованности) по формуле

$$W = \frac{12C}{k^2(H^3 - H)} \quad (2)$$

где  $C$  — сумма квадратов отклонений сумм рангов по каждому объекту от средней суммы рангов по всем объектам и экспертам, т. е.

$$C = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^k A_{ij} - k \left( \frac{H+1}{2} \right) \right]^2, \quad (3)$$

где  $A_{ij}$  — матрица исходных рангов, полученная в результате экспертных оценок ранжируемых операций (см. табл. 1);

$k \left( \frac{H+1}{2} \right)$  — средняя сумма рангов;

$k$  — число экспертов, участвующих в ранжировании технологических операций ( $k = 10$ ), чел.;  $H$  — количество технологических операций, подлежащих ранжированию ( $H = 9$ );

Для обработки результатов опроса и проверки их достоверности были выполнены расчет коэффициента конкордации и критерия Пирсона и сравнение полученной величины с табличными значениями. Обычно считается, что согласованность вполне достаточна, если коэффициент конкордации  $W \geq 0,5$ .

В результате проведенных расчетов коэффициент конкордации по экспертному опросу получился равным 0,653. Таким образом, согласованность экспертов вполне достаточна. Критерий Пирсона расчетный — 52,137, табличное значение критерия Пирсона — 15,507. Так как расчетное значение больше табличного, то мнение экспертов считается вполне согласованным.

Уровень потребительского предпочтения  $R_j$  определялась из выражения  $R_j = H - B_j$ , где  $B_j$  — ранг показателя (табл. 2).

В результате исследования установлено (см. табл. 2), что наиболее значимыми ( $R_j \rightarrow \max$ ) являются следующие показатели: количество выполняемых программ (количество швов, стежков и ниток), качество выполнения стежков (швов), удобство в эксплуатации (простота заправки нитей и выполнения технологических регулировок).

Таким образом, при выборе бытовой краеобметочной машины потребитель в первую очередь отдает предпочтение машинам с наибольшим количеством выполняемых программ, а значит, и стежков и швов, а также возможности использования большего количества ниток. Этот показатель позволяет потребителю рассмотреть возможность реализации своего творческого потенциала при индивидуальном изготовлении изделий на дому. На втором месте для потребителя становится важным качество работы машины, а далее немаловажным является удобство в эксплуатации. Рассматривая показатель удобства в эксплуатации машины потребитель обращает внимание на те требования, которые предъявляются к его знаниям и навыкам для наладки машины на рациональные параметры шитья при переходе на другие швы, а также на наличие в машине автоматизированных систем наладки машины и заправки ниток. Таким образом, гибкость машины в переходе на различные технологические параметры ее работы охватывает первые три критерия потребительского предпочтения. Следующим показателем для потребителя является надежность работы машины, ее безотказность и долговечность. В этом случае обращают внимание на фирму-изготовитель товара и гарантийные обязательства, которые она берет при продаже машины, а также — на отзывы других пользователей, которые имеются по данной модели. Цена на машину является более низкой в градации по уровню потребительского предпочтения и во многом зависит от его социального статуса, финансового благополучия и тех конкретных индивидуальных требований, которым он отдает предпочтение.

Скоростные возможности бытовых краеобметочных машин вполне удовлетворяют потребителя, и он не ставит вопрос об их существенном улучшении. Даже та частота машины, которую имеют современные бытовые краеобметочные машины (1000–1300 ст/мин), не вполне используется в работе машины вследствие обметывания швов малой протяженности и бережного выполнения данных операций в быту. Таким образом, принимаемые в 80-е годы прошлого столетия во внимание соотношение частоты и массы машины и критерии технического уровня  $K_m$  не

Табл. 2. Уровень потребительского предпочтения

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ранг $B_j$	5,3	6,7	6,0	1,8	3,3	6,1	4,7	2,4	8,8
Уровень потребительского предпочтения $R_j$	3,7	2,3	3,0	7,2	5,7	2,9	4,3	6,6	0,2

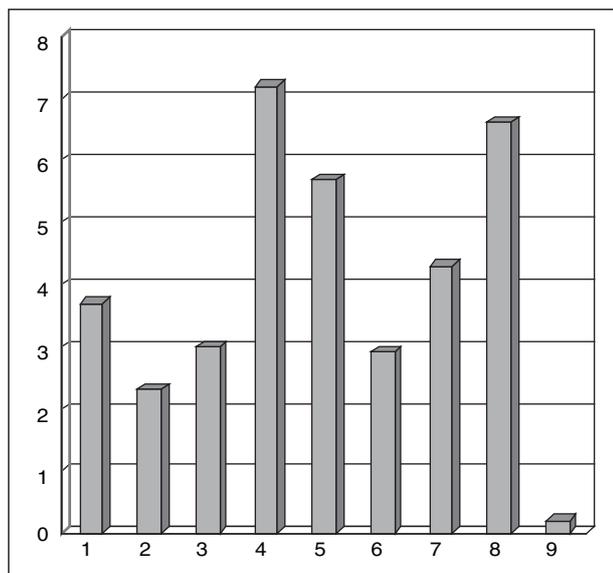


Рис. 1. Уровень потребительского предпочтения при выборе бытовой краеобметочной машины по характеристикам

вполне отвечает современным потребительским предпочтениям и не может являться основным критерием оценки вновь создаваемых бытовых швейных машин.

Если проанализировать взаимосвязь между ценой, количеством программ и удобством в эксплуатации, то наблюдается общая тенденция: рост показателей по количеству выполняемых программ также как повышение удобства в эксплуатации прямо пропорционален увеличению цены на машину (см. рис. 2). В некоторых моделях изменение цены вызвано установкой

в машине других компонентов, улучшающих ее обслуживание, надежность или другие ее показатели. Поэтому те модели бытовых краеобметочных машин, у которых рост цены отстает от улучшения их функциональных характеристик при соблюдении требований качества, надежности и безопасности, и являются предпочтительными при выборе потребителем. Оптимальное соотношение «качество-цена» рассматривается за счет сравнительного анализа подобных моделей, как между различными фирмами-изготовителями, так и внутри одного конструктивного ряда. Обобщенным критерием потребительского предпочтения  $V_i$  для  $i$ -й модели, отражающим по ней соотношение «качество – цена», устанавливается как величина соотношения средневзвешенного показателя качества

$$\sum_{j=1}^{m-1} K_{j,i} q_j \text{ к цене } \Pi_i;$$

$$V_i = \frac{\sum_{j=1}^{m-1} K_{j,i} q_j}{q_m \Pi_i}, \quad (4)$$

где  $K_{j,i}$  — количественная характеристика  $j$ -го основного показателя качества работы  $i$ -й машины ( $K_{1,i} = N_{np}$  — количество программ,  $K_{2,i}$  — показатель, характеризующий качество выполнения строчек (швов),  $K_{3,i}$  — показатель, характеризующий удобство в эксплуатации,  $K_{4,i}$  — показатель, характеризующий надежность и безотказность),  $q_j$  — параметр весомости  $j$ -го показателя,

$$\sum_{j=1}^m q_j = 1, j = 1 \dots m.$$

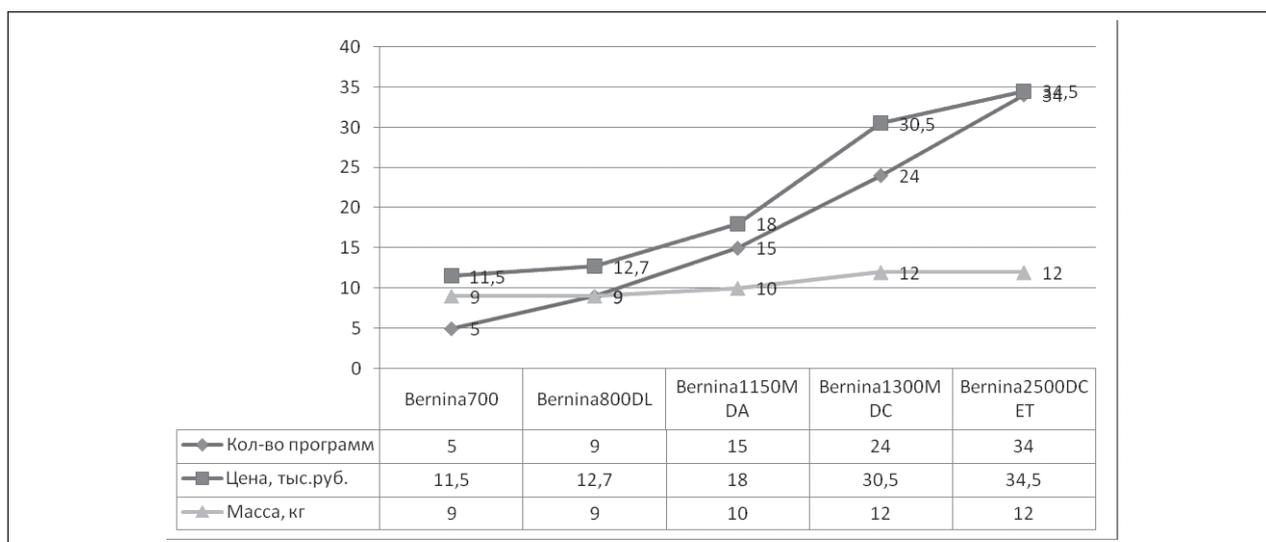


Рис. 2. Графики изменения характеристик конструктивного ряда бытовых краеобметочных машин фирмы Bernina

Современное совершенствование бытовых электроприборов [4] происходит за счет внедрения электронных систем управления работой инструментов, механизмов и устройств. Та модель будет более совершенной, у которой расширение ее функциональных возможностей не происходит за счет существенного усложнения ее конструктивно-механического решения, а значит и массы машины. Таким образом, для отражения уровней потребительского предпочтения и современного конструктивно-технологического решения машины можно принять обобщенный критерий  $K_{tx}$  конструктивно-технологического решения.

Конструктивно-технологический уровень  $K_{tx}$ :

$$K_{tx} = \frac{N_{np}}{M}. \quad (5)$$

Для представленного конструктивного ряда машин фирмы Bernina наименьшее значение показателя  $K_{tx} = 0,55$  для модели Bernina 700

и наибольшее  $K_{tx} = 2,83$  — для модели Bernina 2500DCET.

В заключении можно сделать вывод, что при выборе бытовых краеобметочных машин потребитель отдает предпочтение моделям, которые имеют гибкость в технологических возможностях, а именно имеют большее количество программ выполнения швов и стежков, обеспечивают качество работы при простоте и удобстве их эксплуатации. Таким образом, современная бытовая швейная машина все больше становится средством для реализации творческого потенциала потребителя, используя широкий спектр ее технологических возможностей. При рациональном выборе модели машины, устанавливается оптимальное соотношение «качество—цена» через обобщенный критерий потребительского предпочтения  $V$ . Конструктивно-технологическое совершенство бытовой краеобметочной машины можно определить по критерию конструктивно-технологического ее уровня  $K_{tx}$ , через соотношение ее функциональных возможностей к общей массе.

### Литература

1. Интернет-ресурсы <http://electro-dom.com/home/overlock.html>, <http://www.tdzigzag.ru/articles/kupit-overlock>, <http://sewing-machines.ru>.
2. ГОСТ Р 52084–2003 Приборы электрические бытовые. Общие технические условия.
3. ГОСТ 19930–91 Машины швейные бытовые. Общие технические условия.
4. Ходькин А. П., Ляшко А. А. Товароведение и экспертиза электронных бытовых товаров. — М.: Изд. Центр «Академия», 2004. — 320 с.

### ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

**П. И. Рогов, Н. М. Конопальцева.** Конструирование мужской одежды для индивидуального потребителя: Учебное пособие для сред. проф. образования. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 384 с.

Приведены особенности телосложения, пропорций и осанки мужских фигур, характеристика их морфологической изменчивости в зависимости от различных факторов. Кратко описаны принципы построения чертежей конструкций в различных методах конструирования. Детально рассмотрен расчетно-мерочный метод конструирования одежды. Приведены расчеты и построение чертежей конструкций различных видов мужской одежды на индивидуальные фигуры с различными особенностями телосложения.

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования. Может быть использовано студентами вузов соответствующего профиля при изучении дисциплины «Конструирование одежды» и специалистами, занимающимися конструированием мужской одежды.

## Развитие принципов повышения адресности одежды в условиях предприятий сферы сервиса

А. Н. Таран

Российский государственный университет туризма и сервиса

На швейных предприятиях сферы сервиса стоит проблема разработки качественных изделий для женских фигур, значительно отличающихся по строению от фигур типового потребителя,— индивидуальных. Вопрос изучения их антропометрических особенностей в литературе рассмотрен подробно. Однако объективных методов по выбору предпочтительных фасонов одежды для них не разработано. В связи с этим, проведен ряд исследований, в результате которых создан математический аппарат, позволяю-

щий задать оптимальные пропорции в фасонах одежды для женских фигур с наиболее часто встречающимися особенностями строения.

В основу процесса разработки предпочтительных художественно-конструктивных решений швейных изделий положены принципы реального проектирования моделей одежды [1], предполагающие использование инженерного задания системы «человек—одежда».

С целью определения оптимальных художественно-конструктивных параметров

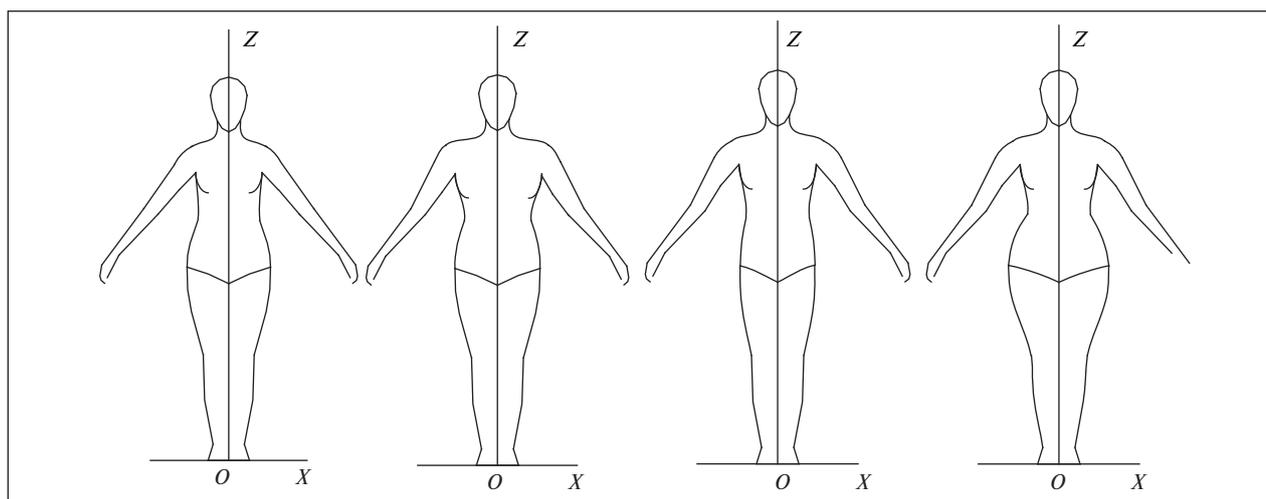


Рис. 1. Фронтальные проекции женских фигур с различной шириной плеч и бедер

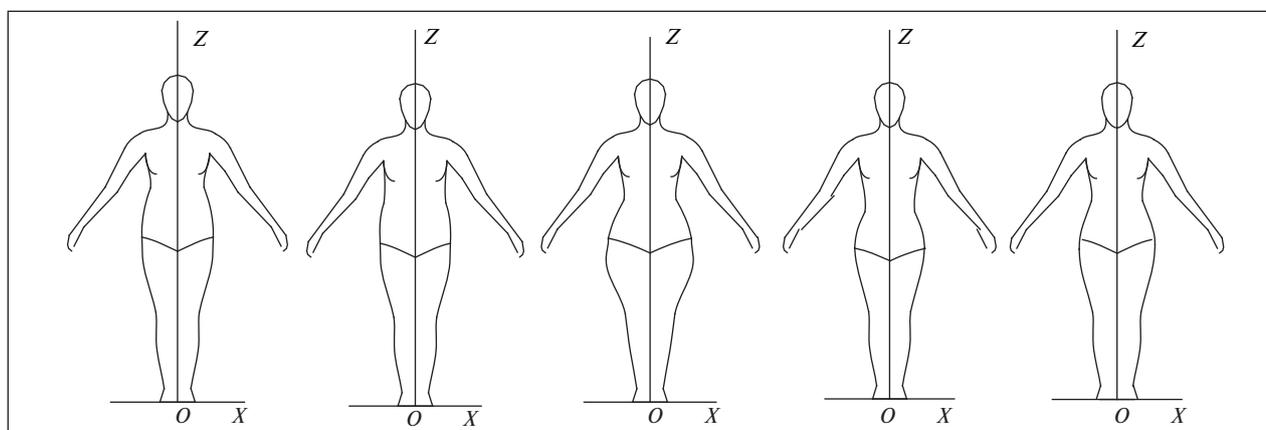
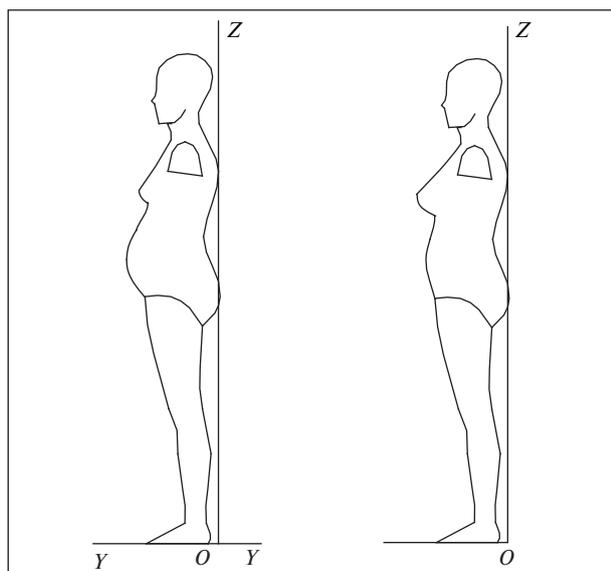


Рис. 2. Фронтальные проекции женских фигур с разной высотой широкой талии, сильно развитыми вертелами, полными ногами



**Рис. 3. Профильные проекции женских фигур с сильно выступающим животом и сильно развитыми грудными железами**

одежды для фигур с различными особенностями строения проведено экспериментальное исследование в два этапа. В качестве объекта исследования выбрана женская фигура и костюмно-плательный ассортимент за последние 55 лет.

В ходе первого этапа исследования выполнен анализ научно-исследовательской литера-

туры и реальных фигур потребителей на предприятиях сферы сервиса, что позволило выявить семнадцать наиболее часто встречающихся особенностей строения женских фигур. К ним отнесены следующие: широкие или узкие плечи, широкая или узкая грудная клетка, широкая талия, широкие или узкие бедра, сильно развитые вертела высоко или низко расположенные, полные ноги, полная, короткая шея, (короткая) высоко расположенная талия, (длинная) низко расположенная талия, О-образные ноги, сильно развитые грудные железы, большой живот, сильно выступающие ягодицы.

Проведено экспериментальное исследование на предмет установления взаимно усиливающего влияния особенностей строения индивидуальных фигур потребителей, по результатам которого разработано двенадцать фронтальных и четыре профильных проекций графических моделей конкретных фигур (КФ) потребителя. Построение проекций женских фигур с наиболее часто встречающимися особенностями строения осуществлено на основе графической модели типовой фигуры (ГМФ) размера 164–96–104, имеющей наибольший процент встречаемости среди населения, и интервалов зрительного безразличия по проекционным размерам, установленных авторами [1, 2]. В качестве примера ниже приведены типовые образы женских фигур

ГСФ № 1.1	ГСФ № 1.2	ГСФ № 1.3	ГСФ № 1.4
ГСФ № 2.1	ГСФ № 2.2	ГСФ № 3.1	ГСФ № 4.1

**Рис. 4. Матрица геометрических силуэтных форм женской одежды костюмно-плательного ассортимента во фронтальной проекции**

A/B	$b_1$	$b_1$	$b_1$	$b_1$
$a_1$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$
$a_2$	$c_2$	$c_1$	$c_4$	$c_3$
$a_3$	$c_3$	$c_4$	$c_1$	$c_2$
$a_4$	$c_4$	$c_3$	$c_2$	$c_1$

Рис. 5. Планирование эксперимента по латинскому квадрату

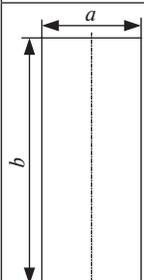
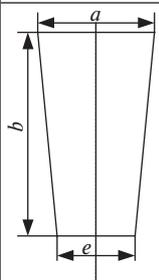
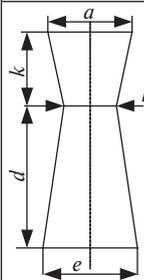
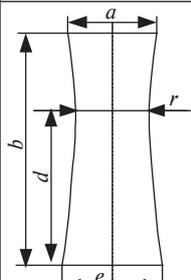
с наиболее часто встречающимися особенностями строения во фронтальной и профильной проекциях (рис. 1–3).

На втором этапе исследований проведена оценка предпочтительности художественно-конструктивных показателей (ХКП) одежды для выделенных двенадцати типовых образов женских фигур во фронтальной проекции. Ввиду того, что в геометрической силуэтной форме (ГСФ) концентрируется информация об основных параметрах формы изделия, именно этот художественно-конструктивный показатель был

взят за основу при выполнении второго этапа экспериментального исследования. В эксперименте использовано восемь ГСФ во фронтальной проекции (рис. 3). Данные силуэтные формы имеют наибольшую частоту встречаемости в женской одежде за последние 55 лет и в наибольшей степени скрывают недостатки строения сложных фигур.

Планирование эксперимента осуществлено с использованием латинского квадрата [3] (рис. 5) и стандартной методики проведения экспертной оценки. В качестве факторов эксперимента выбраны следующие: фактор А (фронтальная проекция ГСФ), фактор В (типовой образ фигуры во фронтальной проекции), фактор С (длина изделия), фактор D (проекционная ширина плечевого пояса в изделии), также учитывались оптимальные величины проекционной ширины на уровне линии низа изделия и по линии талии. В итоге было разработано 48 вариантов фронтальных проекций геометрических силуэтных форм на двенадцати типовых образах женских фигур.

Фрагмент матрицы предпочтительных силуэтных форм одежды для женской фигуры с узкой грудной клеткой и узкими плечами

ГСФ одежды во ФПр с формальным описанием	Математические модели описания предпочтительных ГСФ одежды во ФПр.	ГСФ одежды во ФПр с формальным описанием	Математические модели описания предпочтительных ГСФ одежды во ФПр
 <p>ГСФ «прямоугольник, №1.1».  <math>K_1 = a/b</math>; <math>K_2 = a/P_{\Phi}</math></p>	$K_1=0,636$ $K_2=0,263$	 <p>ГСФ «перевернутая трапеция, №1.3».  <math>K_1 = a/b</math>; <math>K_2 = a/P_{\Phi}</math>;  <math>K_3 = e/P_{\Phi}</math></p>	$K_1=0,389$ $K_2=0,258$ $K_3=0,177$
 <p>ГСФ «две трапеции, №2.2».  <math>K_1 = a/k</math>; <math>K_2 = e/d</math>;  <math>K_3 = l/e</math>; <math>l = d_{н.тап}</math>  <math>K_4 = a/P_{\Phi}</math>; <math>K_5 = (k+d)/P_{\Phi}</math></p>	$K_1=1,000$ $K_2=0,875$ $K_3=0,612$ $K_4=0,197$ $K_5=0,481$	 <p>ГСФ «гиперboloид, №3.1».  <math>K_1 = a/b</math>; <math>K_2 = a/e</math>;  <math>K_3 = a/P_{\Phi}</math>; <math>K_4 = r/P_{\Phi}</math>;  <math>K_5 = d/P_{\Phi}</math></p>	$K_1=0,380$ $K_2=0,714$ $K_3=0,202$ $K_4=0,187$ $K_5=0,530$
Примечание. $P_{\Phi}$ – рост фигуры потребителя, ФПр – фронтальная проекция			

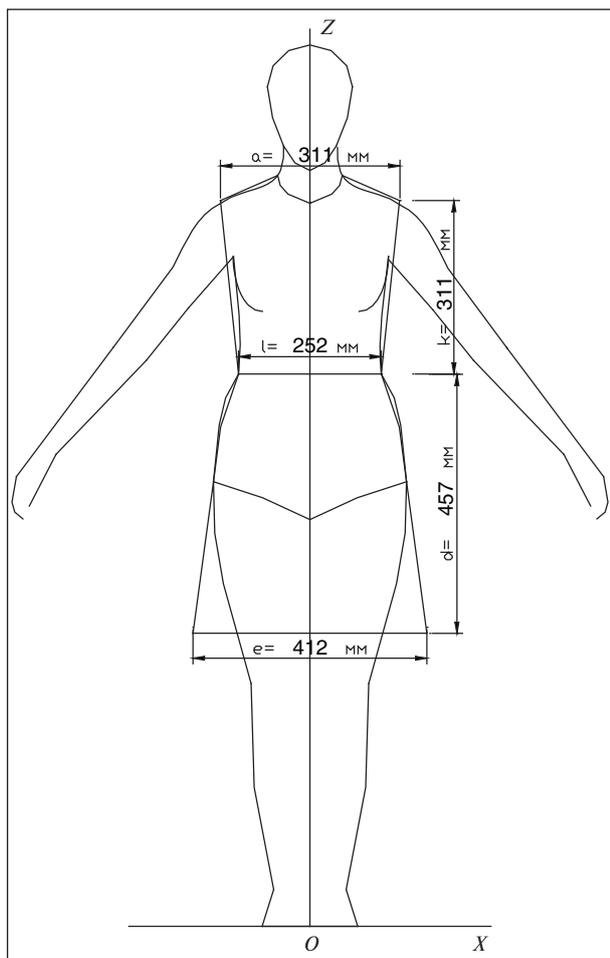


Рис. 6. Фронтальная проекция геометрической силуэтной формы 2.2 для женской фигуры с узкой грудной клеткой

Проведенный опрос пяти экспертов позволил выявить предпочтительные ГСФ во фронтальной проекции для двенадцати вариантов типовых образов женских фигур. Результаты исследований можно считать достоверными, так как фактические значения критерия Фишера соответствуют критическим при заданных степенях свободы.

Формальный подход, заложенный при разработке объектов исследования, позволил дать математическое описание выявленным предпочтительным вариантам ГСФ женской одежды костюмно-плательного ассортимента. В качестве примера в табличной форме представлен фрагмент матрицы предпочтительных ГСФ для женской фигуры с узкой грудной клеткой, а на рисунке 6 показано практическое применение данной матрицы при разработке предпочтительного фасона платья прилегающего силуэта, геометрической силуэтной формы «две трапеции» (ГСФ № 2. 2) для заданного типа фигуры.

По результатам эксперимента установлено, что в большей степени сглаживают недостатки в строении женской фигуры ГСФ одежды №1.1, 1.2, 2.1, 3.1.

Разработанные матрица предпочтительных геометрических силуэтных форм одежды костюмно-плательного ассортимента и шестнадцать типовых образов женских фигур со сложным строением являются элементами информационной базы адаптационного анализа. Их применение в условиях предприятий сервиса позволит проектировать фасоны одежды с высокими эстетическими и функциональными показателями качества на различные типы фигур.

## Литература

1. *Медведева Т. В.* Развитие основ формирования качества при проектировании конструкций одежды: Монография. — М.: ГОУ ВПО МГУС, 2005.
2. *Сильчева Л. В., Медведева Т. В.* Способ задания женских фигур различного строения // Научные труды МГУС. — 2002. — С. 36–37.
3. *Маркова Е. В., Лисенков А. Н.* Комбинаторные планы в задачах многофакторного эксперимента. — М.: Наука, 1989. — 347 с.