

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА

научный журнал
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
№ 3 (32) 2009

СОДЕРЖАНИЕ

В. Н. Коноплев, В. С. Шупляков

ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В СТРАТЕГИИ
МЕЖДУНАРОДНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ И ЕЕ СВЯЗЬ
С ПЕРСПЕКТИВОЙ РАЗВИТИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ 3

И. Э. Пашковский, В. М. Светлаков

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ
С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 9

Ф. В. Пелевин, В. В. Лозовецкий, В. В. Козлов

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ И ТЕПЛООБМЕНА
В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ ПРИ ДВУХМЕРНОМ ТЕЧЕНИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ 13

В. Н. Коноплев, В. С. Шупляков

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ БЕЗОПАСНОСТИ
ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО
К АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПРОЦЕССУ 19

А. Н. Логунов

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АНАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В ПРОЦЕССЕ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ 25

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

С. А. Ширяев, В. А. Гудков, С. Н. Родионов, А. А. Раюшкина	
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ УРОВНЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕРА ЗАПАСА АГРЕГАТОВ, УЗЛОВ И КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ НА СКЛАДАХ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОСЕРВИСА.....	29
В. А. Сучилин, Т. Н. Архипова, В. Б. Чубаров	
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ	33
Т. С. Аббасова	
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕЛИОУСТАНОВОК ДЛЯ КРУПНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ.....	37
А. Б. Тулинов, А. Б. Гончаров	
МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....	42
В. В. Кураев, С. Г. Спиридонов, А. В. Вернигор, Л. Н. Шевень	
К ВЫБОРУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОСЕРВИСА.....	45
Ю. В. Аровина, В. И. Стельмашенко, Л. И. Кириллова	
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КИСЛОТОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ.....	47
Л. В. Морозова, С. В. Мелихова, С. А. Рева	
ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ ОСНОВОВЯЗАНОВОГО ПОЛОТНА ДЛЯ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ОТ КРОВОСОСУЩИХ НАСЕКОМЫХ	52
А. Н. Таран	
РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-КОНСТРУКТИВНОГО АНАЛИЗА МОДЕЛЕЙ МУЖСКОЙ ОДЕЖДЫ.....	58

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

Водородная энергетика в стратегии международного энергопотребления и ее связь с перспективой развития автотранспортных средств

В. Н. Коноплев, В. С. Шупляков

Московский государственный индустриальный университет
Российский государственный университет туризма и сервиса

Энергетические ресурсы, их распределение и потребление являются мощным фактором, влияющим на благосостояние человеческого общества и международные отношения. Одним из важных направлений технического прогресса энергетики, которое будет способствовать устойчивому развитию мирового сообщества и экономики России, **характеризующейся в настоящее время наращиванием своего энергетического ресурса**, является освоение использования в энергетике водорода, то есть переход к новому высокотехнологичному направлению развития энергетики, получившее признание как *водородная энергетика* или *водородная экономика* [1].

Водород — это высокоэффективное и экологически чистое топливо.

К преимуществам водородной энергетики добавляются следующие особенности водорода:

- для получения водорода имеется неограниченное количество сырья (вода);
- водород — хороший энергоноситель для использования и транспортировки;
- использование водорода для получения энергии не загрязняет окружающую среду;
- водород — химический реагент, необходимый в больших количествах для промышленности;
- водород позволяет осуществлять аккумуляцию энергии.

Исключительные свойства водорода обеспечивают ему широкую перспективу применения в различных областях энергетики, промышленности, на транспорте, и в том числе в автотранспорте, являющемся заключительным звеном в любой логической транспортной цепочке. Водород — хороший энергоноситель для использования в двигателях, автономных генераторах электричества и тепла, его удобно применять для теплоснабжения распределенных потребителей, для транспортировки и аккумуляции энергии. Водород необходим в больших количествах для нефтепереработки, в химической, металлургической, строительной, топливной и пищевой промышленности.

При масштабном освоении технологий производства, транспорта и хранения водород может быть использован для решения ряда проблем: аккумуляции энергии в энергосистемах с неравномерным графиком нагрузок, энергоснабжения локальных потребителей и дальнего теплоснабжения.

В настоящее время переменный график нагрузок энергосистем и особенно ночной провал электрической нагрузки — одна из важнейших проблем энергетики. Эта проблема является острой для ядерной энергетики. Характерное для АЭС высокое значение капитальной составляющей стоимости производимой энергии, а также соображения повышения эксплуатационной надежности основного оборудования и, главным образом, топлива делает желательным их функционирование в базовом режиме нагрузки. Для реакторов-размножителей функционирование в базовом режиме повышает темп воспроизводства топлива. Эта задача может быть решена с применением водородных технологий по схеме: производство и накопление водорода во время ночного провала и его использование при пиковых нагрузках.

На сегодня рынок водорода в мире (транспорт, промышленность и коммунально-бытовой сектор) составляет 50 млн т, в том числе США 12 млн т. К 2010 г. рынок водорода в мире по оценкам возрастет до 100 млн т, из которых на США придется 50 млн т [1]. В то же время транспорт расходует около половины мировой добычи нефти. В США 65% всей потребляемой нефти используется транспортными средствами. Мировое потребление нефтепродуктов на транспорте составляет 637 млн т бензина и 327 млн т дизтоплива. Мировой автомобильный парк насчитывает более 720 млн единиц общей мощностью более 51,5 млрд кВт [2]. Наиболее энергоемким и экологически опасным компонентом автотранспортного средства является его энергетическая установка. Главные направления совершенствования автомобильных энергоустановок в настоящее время определяются двумя важнейшими социально-экономическими проблемами [3]:

• рациональным использованием топлива нефтяного происхождения, в том числе заменой его альтернативными энергоносителями;

• снижением вредного воздействия автотранспорта на окружающую среду.

Приведенные факты показывают актуальность внедрения водорода в автотранспортную технологию.

Достоинством водорода как топлива является способность производить не только высокопотенциальную теплоту при его сжигании в кислороде, но и электрическую энергию при соединении с кислородом в топливном элементе — электрохимическом генераторе (ЭХГ) — использовании технологии прямого преобразования химической энергии водорода в электричество. Американская и Российская космические программы в течение нескольких десятилетий используют ЭХГ со щелочными топливными элементами. В конце 80-х годов на УЭХК Минатома РФ был разработан ЭХГ на водородно-кислородных топливных элементах с матричным щелочным электролитом для космических аппаратов РКК «Энергия». Суммарный ресурс ЭХГ «Фотон» мощностью в номинальном режиме 10 кВт и 25 кВт в пиковом режиме составил 80 000 часов. Эта разработка аналогична производимому компанией International Fuel Cell (США) щелочному ЭХГ для системы Space Shuttle мощностью 12 кВт.

Во ВНИИТФ (Российский федеральный центр, Снежинск, Челябинская область) разработан энергетический блок мощностью 1 кВт, использующий высокотемпературный *твердооксидный* топливный элемент на основе оксида циркония с добавкой щелочноземельных и редкоземельных металлов с рабочей температурой более 800°C. Основное преимущество твердооксидного топливного элемента — это возможность использовать синтез — газ, благодаря анионной проводимости электролита. Топливный элемент состоит из трубчатых модулей. Каждый модуль при температуре 950°C производит 13 Вт мощности при удельной мощности 550 мВт/см² и напряжении 0,55 В. В ФЭИ (Обнинск) разработаны высокотемпературные твердооксидные топливные элементы на основе плоских модулей, на которых удалось получить максимальную плотность мощности, приспособленный для транспортных средств на водороде, использующих топливные элементы.

Водород может храниться в жидком виде при его охлаждении до -253°C. Для охлаждения водорода до этой температуры требуется затратить около одной трети содержащейся

в нем энергии (11 кВт·ч/кг H₂), а для создания криогенных устройств необходимы специальные материалы и технологии. Водород может также быть запасен в виде газа. Этот процесс требует для сжатия водорода меньше энергии, чем для его ожидения. Особенно это важно при использовании водорода в автомобилях, где, наряду с требованиями безопасности, должны быть обеспечены высокие показатели по удельной емкости на единицу массы и объема. Создание металлических или композитных (металл + углеродное волокно) резервуаров, пригодных для эффективного хранения водорода на транспорте, требует применения новых технологий. Одним из последних примеров в этом направлении является разработка и испытание Центром Келдыша совместно с институтами ракетной промышленности композитных баллонов размером до 40 см для хранения водорода при давлении до 70 МПа на автомобиле.

В качестве эффективного способа хранения водорода рассматриваются гидриды. Значительный опыт в этом направлении накоплен институтами Минатома РФ при разработке высокотемпературных замедлителей из гидридов металлов для космических реакторов. Некоторые металлические сплавы типа магний-никель, магний-медь и железо-титановые сплавы поглощают водород в относительно больших количествах и освобождают его при нагреве. При нормальной температуре равновесное давление водорода в таком аккумуляторе водорода практически равно нулю, чем обеспечивается безопасность обращения с этими системами. Гидриды, однако, хранят водород с относительно небольшой плотностью энергии на единицу веса. Поэтому необходимо разработать состав, который будет запасать существенное количество водорода с высокой плотностью энергии, легко освобождать водород для использования и гарантировать безопасность. Освоенные в крупнотоннажной химии водородоемкие химические соединения (аммиак, метанол, диметиловый эфир (ДМЭ) и некоторые другие) также рассматриваются как эффективные носители водорода.

Один из вариантов развития водородного транспорта с высоким уровнем безопасности — конверсия моторного топлива в водородосодержащий синтез-газ на борту транспортного средства. Каталитическое ускорение процесса конверсии — необходимое условие проведения таких процессов. При этом использованию традиционных катализаторов присущ ряд недостатков, важнейшими из которых являются: высокая инерционность каталити-

ческих аппаратов, проблема зауглероживания катализатора, неуниверсальность катализаторов по отношению к виду конвертируемого углеводорода. Плазменно-каталитические методы конверсии углеводородного сырья и топлив (как газообразных, так и жидких) полностью снимают указанные трудности. Эти методы основаны на фактической замене катализатора плазменным образованием. Энергозатраты такого подхода к реализации процессов конверсии топлив невелики, не более 0,1 кВт·ч на м³ синтез-газа. Разработаны конструкции бортовых автомобильных конверторов топлив производительностью 2–50 м³ синтез-газа в час [4]. Эти конверторы могут быть использованы, во-первых, как генераторы водородосодержащего синтез-газа с подачей его в цилиндры двигателя (так называемое бензоводородное топливо) для улучшения энергетической эффективности последнего и уменьшения количеств вредных примесей в выхлопе. Не исключено и использование бортовых плазменных конверторов при создании систем энергоснабжения водородных автомобилей с топливными элементами.

Практический интерес представляет использование метановодородной смеси (хитан) [5], которая при определенных концентрациях по требованиям пожарной безопасности, взрывобезопасности и другим нормативным показателям может соответствовать требованиям, предъявляемым к сжиженному природному газу. При этом добавки метана в водород в качестве ингибитора позволяют использовать его высокие детонационные свойства и повысят энергоемкость этого топлива по объемным показателям. В то же время наличие водорода в смеси позволит существенно увеличить пределы воспламенения в смеси с воздухом. Это обстоятельство приведет к улучшению экономических и экологических характеристик двигателей.

Работы по применению водорода направлены как на улучшение углеводородного топлива для сжигания в двигателях внутреннего сгорания, так и на использование электрохимических генераторов. Автомобильная промышленность разработала и проводит комплексные испытания широкого ряда автомобилей на водороде. Известно, что первый автомобиль с ДВС был приспособлен лейтенантом ПВО Шелецом для работы на водороде в 1942 году в блокадном Ленинграде. В середине 80-х годов АМО ЗИЛ совместно с ЦНИАП НАМИ, МГИУ, Институтом машиноведения АН провел испытания первого образца грузового автомобиля ЗИЛ-431410, работающего на бензоводородной топливной

смеси. Хранение водорода осуществлялось как в сосуде под давлением 19,6 МПа, так и в аккумуляторах с интерметаллидом Fe-Ti (рисунок) [6].

Результаты испытаний автомобиля показали, что за счет дозирования водорода возможно заменить от 8 до 17,2% бензина. При этом использование тепловой энергии сокращается на 2,4–5,6%.

В настоящее время автобусы «Небусы» от «Даймлер-Крайслера», работающие на водороде, ходят по обычным городским маршрутам в 10 европейских государствах. На их крышах размещены 150-литровые баллоны со сжатым до 300 атм водородом, которого хватает на 250 км.

«General Motors» представила пятиместный седан GM HY-WIRE, в котором в качестве источника водорода используется водород высокого давления в баллонах, и пикап «Chevrolet S 10», где источником водорода служит бензин, из которого в специальном конвертере получают водород.

Японские фирмы используют в качестве топлива:

«Honda» (хэтчбеки «Honda FCX») — жидкий водород;

«Toyota» (автомобили «FCHV-4») — сжатый водород;

«Nissan» (автомобили «X-Trail FCV») — сжатый или жидкий водород.

Российский «Автоваз» в автомобилях «Антэл-1», «Антэл-2» использует сжатый водород, в автомобиле «Антэл-3» — водород из бензина.

«Автоваз» совместно с НПО «Энергия» для хранения водорода создали суперлегкие и суперпрочные баллоны. Объем баллонов автомобиля «Антэл» — 90 л и собственная масса 40 кг, они рассчитаны на давление 400 атм. Содержание водорода в этих баллонах 3,2 кг, что составляет 8,0% вес. (3,2/40)100%. Этого количества водорода хватает на пробег 350 км [7]. Для повышения весового содержания водорода и взрывобезопасности предлагается вариант аккумулятора с микропористой структурой, в качестве основы которой рассмотрена структура, изготовленная из микросфер. Водород должен иметь высокую скорость диффузии в материале оболочки микросферы при повышенных температурах и предельно низкую скорость диффузии при низких температурах (20–40°С).

В табл. 1 [7] представлены расчеты параметров микросфер с различным диаметром, давлением водорода и уравнениями напряжения в оболочке, а также сравнение содержания водорода в аккумуляторах из микросфер и в баллонах

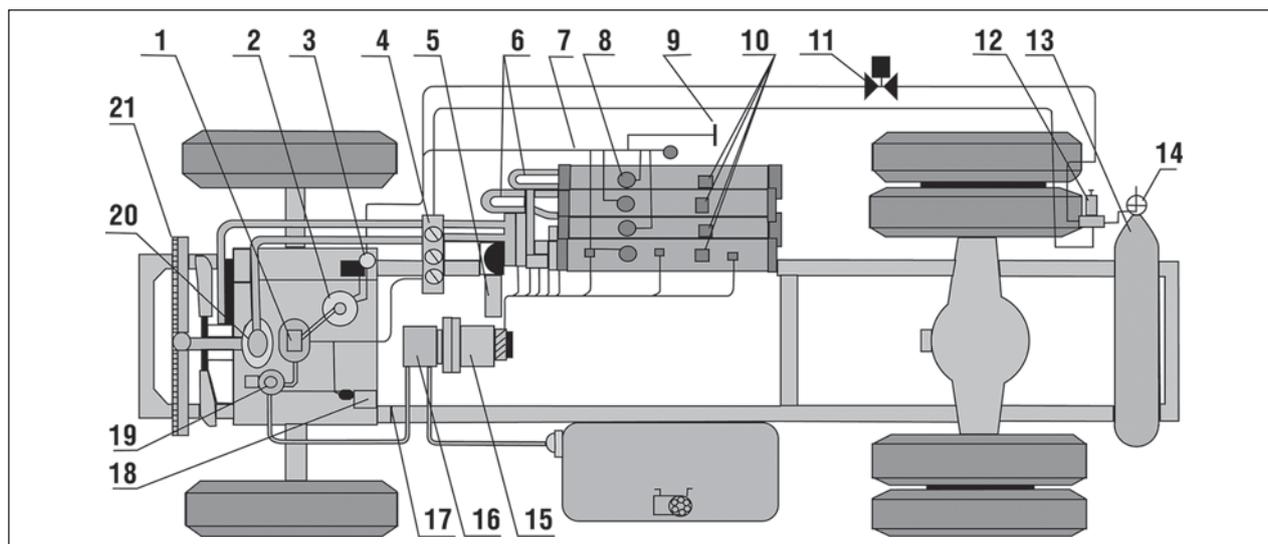


Схема бензоводородной системы питания и контрольно-измерительных приборов на автомобиле ЗИЛ-431410: 1 — карбюратор-смеситель; 2 — водородный редуктор; 3 — электромагнитный клапан подачи водорода в редуктор; 4 — блок контрольных манометров; 5 — преобразователь напряжения; 6 — водоподводящие коллектора; 7 — водородоотводящий коллектор; 8 — водородные вентили; 9 — общий предохранительный клапан; 10 — предохранительные клапана гидридной системы; 11 — электромагнитный клапан водородного (мерного) баллона; 12 — редуктор высокого давления; 13 — баллон для хранения водорода под давлением 20 МПа; 14 — запорный вентиль; 15 — корпус прибора замера температур (ПЗТ); 16 — расходомер бензина; 17 — реле режимов подачи водорода; 18 — вакуумный датчик разрежения; 19 — бензонасос; 20 — байпас (система охлаждения двигателя); 21 — радиатор

автомобиля «Антэл-2».

Необходимо отметить, что при создании микропористой структуры с поглощающей способностью на уровне 10–15% вес. можно использовать микропористую структуру из микросфер с диаметром только 10 мкм, полученных из типовой стали, например, из стали 30X ($\sigma_{0,2} = 75 \text{ кг/мм}^2$; $\sigma_{\text{вр}} = 90 \text{ кг/мм}^2$).

При изготовлении микропористой структуры не из стали, а из более легких материалов, весовое содержание водорода увеличивается (удельный вес стали — 8 кг/л, титана — 4,5 кг/л,

армоса — 1,45 кг/л). Так, например, при насыщении микропористой структуры из микросфер, выполненных из титана, весовое содержание водорода увеличивается в 1,8 раза [7].

Исключительный интерес для создания пористой микроструктуры представляют композитные углеродные и полимерные материалы, имеющие высокие прочностные характеристики и низкий удельный вес. Так полимеры, изготовленные на основе поли-*n*-фенилентерефталамида и других аналогичных полимеров ароматического ряда (арамидов), имеют удельный вес в 5,5 раз

Параметры микросфер

Давление водорода в микросфере, атм	Содержание водорода в 1 л аккумулятора, г/л	Отношение содержания водорода в аккумуляторах с микросферами и в баллонах автомобиля «Антэл-2»
Диаметр микросфер – 5 мкм, толщина оболочки – 1 мкм		
1000	15,36	0,431
2000	30,86	0,868
Диаметр микросфер – 10 мкм, толщина оболочки – 1 мкм		
1000	36,6	1,024
2000	73,2	2,048
Диаметр микросфер – 15 мкм, толщина оболочки – 1 мкм		
1000	46,5	1,302
2000	93,0	2,604

меньше стали, а прочностные характеристики в 2,5–3,5 раза выше. Для высокопрочных сталей $\sigma_{\text{вр}} = 160\text{--}220 \text{ кг/мм}^2$, а для арамидов прочность при растяжении достигает 550 кг/мм^2 [7].

Таким образом, разработанный новый способ аккумулялирования водорода на основе микропористой структуры позволяет создать аккумуляторы водорода с беспрецедентно высоким содержанием водорода и обеспечить достаточно высокую взрывобезопасную эксплуатацию. Внедрение аккумуляторов водорода на основе микропористых структур в промышленность решает вопросы обеспечения безопасности его эксплуатации, хранения, транспортировки и экологической обстановки.

В США, Германии, Японии, Канаде созданы и эксплуатируются опытные водородные автозаправочные станции. В недалекой перспективе в результате ужесточения стандартов на выбросы, повышения стоимости бензина и снижения стоимости ТЭ ожидается изменение конъюнктуры в пользу автомобилей с РЕМ FC. Поступление на рынок водородных автомобилей планируется на ближайшее десятилетие.

В настоящее время наиболее рентабельным способом производства водорода является паровая конверсия метана. Согласно данным Минэнерго США в 1995 стоимость водорода для условий большого завода составляла 7 долл. за ГДж. Это эквивалентно стоимости 0,24 долл./л бензина при стоимости природного газа 2,3 долл./ГДж ($80 \text{ долл./}1000 \text{ нм}^3$). Производство водорода электролизом воды на основе современных технологий оценивается по затратам от 10 до 20 долл. за ГДж в зависимости от стоимости электроэнергии и капитальных вложений в электролизеры [1].

Выбор технологии производства водорода естественно зависит от стоимости природных углеводородов и по мере увеличения их стоимости будет расти доля альтернативных технологий.

Развитие работ по водородной энергетике

Вместе с тем обостряющиеся геополитические и экологические проблемы, связанные с региональной неравномерностью добычи нефти и ее потребления в ближайшей перспективе определяют в качестве основного направления развития большинства стран производство и применение водорода в качестве экологически чистого энергоносителя для автотранспорта и энергетики.

Энергетика лежит в основе создания конкурентных преимуществ для региональных про-

изводителей за счет снижения транспортных издержек в цене продукции. Преодолеть это можно путем развития транспортно-логической инфраструктуры, нацеленной на ускорение потока и удешевление перевозки единицы груза (сети железных дорог, складов, портов, аэропортов), совершенствование транспортных средств, информационных и транспортных технологий [8]. С учетом вышесказанного транспортные технологии на основе применения в качестве моторного топлива водорода могут внести весомый вклад в развитие регионов России, их внутреннего рынка, особенно с энергоемкими производствами.

Это формирует наряду со специфическими для каждой страны направлениями НИОКР и общие для основных ведущих стран направления исследований и разработок. Среди них прежде всего необходимо отметить:

- технологии производства, транспортировки, хранения и распределения жидкого и сжатого водорода;
- водородный автотранспорт с топливными элементами;
- водород в большой энергетике;
- технологии аккумулялирования и очистки водорода;
- водородную инфраструктуру;
- безопасность.

Фирмами различных стран заключены многочисленные соглашения о совместных разработках новых водородных технологий. Организовано Берлинское партнерство чистой энергии (СЕР), членами которого являются BMW, Daimler-Chrysler, Ford, Linde, MAN, Opel и др. На правительственном уровне многие страны приняли важные решения об ускоренном развитии водородной энергетики и технологии. В этой связи характерно решение президента США Дж. Буша о включении водородной экономики в число национальных приоритетов США. Конгресс США принял решение о выделении финансирования в размере 1,3 млрд долларов на работы по топливным элементам для автомобилей. В США начинаются работы по созданию в INEEL опытного высокотемпературного реактора (VHTR- H_2) стоимостью 1 млрд долларов для атомного производства водорода. С этой целью формируется международный консорциум с участием российских предприятий ОКБМ и РНЦ «Курчатовский институт».

Из рассмотренного материала видно, что в России имеется задел по основным направлениям водородной энергетики. Реализация соответствующих программ по использованию водо-

рода в автотранспортном комплексе страны с разработкой компоновочно-конструкторских схем систем хранения водорода на автотранспортных средствах, состоящих из плазменных конверторов и аккумуляторов водорода и микропористых структур, создаст базовые технологические основы коммерческого перехода к атомно-водородной энергетике непо-

средственно в России. Последнее повысит энергетическую устойчивость экономики страны и обеспечит поставки соответствующих энерготехнологических комплексов на базе высоких технологий на экспорт. Запаздывание России в этом направлении работ — это прогнозируемая технологическая зависимость от внешнего мира.

Литература

1. Пономарев-Степной Н. Н. Водород и атом. Основа устойчивого развития // Семинар «Передвижная школа WNU в России». Москва, 10. 06. 2004 г.
2. Чеботаев А. А. Специализированные автотранспортные средства: выбор и эффективность применения. — М.: Транспорт, 1988. — 159 с.
3. Ипатов А. А., Каменев В. Ф., Хрипач Н. А. Прогноз развития транспортной водородной экономики и энергетики в РФ // 2-я Международная конференция «Альтернативные источники энергии для больших городов» сб. докладов. — М., 2006. — С. 62–64.
4. Животов В. К., Потапкин Б. В. Автомобильные плазменно-каталитические конверторы // Сб. докладов 2-й Международной конференции «Альтернативные источники энергии для больших городов». — М., 2006. — С. 84.
5. Раменский А. Ю. Применение водорода на городском автомобильном транспорте / Сб. докладов 2-й Международной конференции «Альтернативные источники энергии для больших городов». — М., 2006. — С. 80.
6. Чабак А. Ф. Аккумуляторы водорода на основе микропористых структур // Наука и технологии в промышленности. — 2005. — №2. — С. 12–16.
7. В одиночку с профицитом не справиться // Журнал «Эксперт». — 2004. — №13 (414). — С. 26–28.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

В. Е. Емельянов. Производство автомобильных бензинов. — М.: Издательско «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.

Методика оценки долговечности подшипников качения с учетом использования прогрессивных технологий

И. Э. Пашковский, В. М. Светлаков
Российский государственный университет туризма и сервиса

Подшипники качения после достижения предельного состояния считаются не подлежащими восстановлению и утилизируются. Поэтому актуальной задачей, стоящей перед научно-исследовательскими организациями является повышение срока службы подшипниковых опор машин бытового назначения и технологического оборудования сервисных предприятий, так как позволит снизить их простои в ремонте, расход запасных частей и т. д.

В основном выход из строя подшипников качения происходит из-за усталостного разрушения рабочих поверхностей (питтингобразование), дополняемого их износом, вызываемым проскальзыванием, которое обусловлено как геометрическими факторами, например различными путями трения в центральном и периферийных сечениях шарика при его качении в канавках колец, так и механическими — преобладанием момента сопротивления над моментом движущих сил, то есть нарушением их баланса, где движущей силой является сила трения шариков или роликов о кольцо, а противодействующей — гидродинамическое сопротивление [1].

Повысить срок их службы наиболее эффективно можно применением многофункциональных металлолакирующих присадок для легирования консистентных смазочных материалов, которые способны одновременно защитить детали от износа и питтингобразования [2].

При применении новых смазочных материалов и технологических методов повышения срока службы деталей важно прогнозирование их ресурса. Правильно рассчитанный срок службы позволит спланировать регламентные работы, необходимое количество запасных частей и рабочих, занятых техническим обслуживанием и ремонтом техники.

Известны несколько причин разрушения поверхностей деталей, работающих в названных условиях, и соответствующих математических моделей для расчета срока их службы. В настоящее время оценку долговечности подшипника качения, исходя из усталостной природы разрушения контактирующих поверхностей (питтингов) не менее чем у 90% (квантиля уровня

0,9) исследуемых подшипников качения, рекомендуют производить по формуле [3]

$$t_{0,9} = (0,7 \div 1,4) \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{Q} \right)^p. \quad (1)$$

Однако многочисленные эксперименты показали, что во многих случаях имеют место значительные отклонения от данной формулы, особенно при использовании прогрессивных технологий финишной обработки, а также противоизносных и антифрикционных смазочных материалов. Попытки устранить причины данных отклонений только с помощью контактно-гидродинамической теории смазки или практически за счет уменьшения шероховатости трущихся поверхностей подшипника, учета величины радиального зазора, более точного расчета действующих сил и т. п. не привели к успеху. Одна из важнейших причин этого заключается в том, что формула (1) в принципе не верна [4]. Действительно, во-первых, при $Q \rightarrow 0$, согласно уравнению (1), $t_{0,9} \rightarrow \infty$ очень быстро, что на практике никогда не имеет места. Во-вторых, $t_{0,9}$ не всегда является функцией, обратно пропорциональной частоте вращения n . При некоторых условиях $t_{0,9}$ будет пропорционален n . В-третьих, так как $t_{0,9}$ является квантилем какого-то распределения отказов подшипников качения, то данный квантиль должен зависеть от параметров данного распределения. Поэтому попытки уточнить формулу (1) с помощью различных коэффициентов не дают желаемого результата.

Объяснение большого распространения уравнения (1) заключается в следующем. Обычно экспериментальную проверку этого уравнения ведут при контактных напряжениях σ_{\max} порядка 3300–3500 МПа, т. е. фактически проводят ускоренные испытания подшипников при большой нагрузке. В этих условиях формула (1) дает неплохое приближение. Однако на практике σ_m не превышает 1000–2000 МПа, и в этих условиях формула (1) дает ошибку уже в десятки раз. Следовательно, использовать формулу (1) для прогноза надежности и долговечности подшипников даже при нормальных нагрузках не представляется возможным; возникает задача построить математическую модель долговечно-

сти подшипников, которая устраняла бы перечисленные выше недостатки и давала более точные результаты для бытовых машин, в том числе при использовании прогрессивных технологий.

Как было показано выше, долговечность подшипников определяется контактной усталостью металла, которая зависит от многих факторов: величины σ_m , типа смазки, шероховатости поверхности колец и шариков, частоты вращения, масштабного фактора и т. п.

В работе [4] показано, что функция распределения отказов является в общем случае смесью двух распределений: логнормального типа и стареющего распределения. По результатам работы получена зависимость коэффициента вариации распределения числа циклов контактных напряжений до отказа; который обратно пропорционален σ_{\max} и $f_{\text{ц}}$. Значит, с уменьшением σ_{\max} коэффициент вариации должен расти. Этими моделями не учитываются характеристики смазки и масштабный фактор d_0 . Для того чтобы учесть влияние смазки на контактную усталость металла, в работе [4] были выделены существенные характеристики (параметры) смазки, к которым отнесены λ и Re , которые, в свою очередь, зависят от вязкости смазки. В работе предлагается использование уравнения долговечности подшипников качения (кривая Велера) в виде следующей функции:

$$N_{\text{ц}}^m = a_0 \sigma_{\max}^{a_1} f_{\text{ц}}^{a_2} \lambda^{a_3} Re^{a_4} d_0^{a_5}. \quad (2)$$

Однако приведенное выражение не позволяет рассчитать срок службы подшипников в условиях применения новых технологических методов и смазочных материалов с многофункциональными присадками, в том числе реализующих эффект металлоплакирования. Поэтому с целью учета влияния эксплуатационных факторов в условиях применения композиционных смазочных материалов предлагается использовать функцию

$$N = f(P, n, S, \dots, X), \quad (3)$$

где N — число циклов нагружения до начала питтингообразования; P — действующая контактная нагрузка, Н; n — частота вращения подвижного кольца подшипника, мин⁻¹; S — величина дифференциального проскальзывания тел качения.

Опыт проведения триботехнических исследований конструкционных и смазочных материалов показал, что выражение, связывающее срок службы и величину действующих эксплуатационных параметров может иметь вид

$$N = \log P \log n \log S \dots \log X,$$

или

$$N = P^a n^b S^c \dots X^q. \quad (4)$$

Такие выражения могут быть записаны для условий нормального контакта деталей и металлоплакирования. Они могут иметь одинаковый вид и различаться только коэффициентами и показателями степени, получаемыми опытным путем.

Анализируя условия эксплуатации подшипниковых опор, можно ограничить число эксплуатационных параметров, принимаемых во внимание при разработке модели. Такими факторами являются: контактная нагрузка, частота вращения и проскальзывания рабочих поверхностей. С учетом сказанного предлагаются следующие выражения для расчета критического числа циклов нагружения при условии применения штатного и металлоплакирующего смазочных материалов:

$$\begin{aligned} N &= CP^x n^y S^p, \\ N_1 &= C_1 P^{x_1} n^{y_1} S^{p_1}, \end{aligned} \quad (5)$$

Прогностическую модель, позволяющую рассчитывать увеличение срока службы деталей при использовании композиционных металлоплакирующих смазочных материалов, можно получить при делении выражений (5) друг на друга:

$$N_{\alpha} = \frac{N_1}{N} = \frac{C_1 P^{x_1} n^{y_1} S^{p_1}}{C P^x n^y S^p} = C' P^{x'} n^{y'} S^{p'}, \quad (6)$$

где N — число циклов нагружения образцов до появления питтингов в условиях смазывания базовыми смазочными материалами; N_1 — число циклов нагружения образцов до появления питтингов в условиях смазывания металлоплакирующими смазочными материалами; P — контактная нагрузка, Н; n — частота вращения образцов, мин⁻¹; S — проскальзывание образцов; C, C_1, C' — константы; $x, x_1, x', y, y_1, y', p, p_1, p'$ — показатели степени, учитывающие влияние контактной нагрузки, частоты вращения и проскальзывания образцов на число циклов нагружения до образования питтингов.

Многочисленными исследователями [2–7] доказано существование различия результатов, полученных при использовании эмпирических моделей, разработанных на основании лабораторных экспериментов, и полученных на реальных исследуемых объектах техники. Эти различия могут быть учтены масштабным коэффициентом (фактором). Влияние масштабного фактора на контактную усталость объясняется следующим [7]: если два образца из одинаково-

го материала и обкатывающие их контртела, а также контактные площадки геометрически подобны, а максимальные напряжения равны, то большая долговечность наблюдается у образца с большими размерами. Это обстоятельство можно объяснить, используя модель возможных пластических сдвигов: чем шире контактная площадка в направлении качения, тем глубже область возможных пластических сдвигов и тем меньше отношение размеров одного и того же неметаллического включения к глубине и, следовательно, силы его воздействия на усталостный процесс. Другой возможной причиной влияния масштабного фактора является различие в градиентах напряжений у геометрически подобных тел. Масштабный коэффициент (M) может быть установлен только опытным путем. С учетом его влияния предлагаемая модель имеет вид

$$N_M = M \frac{N_1}{N} = M \frac{C_1 P^{X_1} n^{Y_1} S^{P_1}}{C P^X n^Y S^P} = MC' P^{X'} n^{Y'} S^{P'} \quad (7)$$

Для получения значений эмпирических коэффициентов и показателей степени прогностической модели были проведены экспериментальные исследования. С целью упрощения модели и удобства ее использования в инженерных расчетах из выражения (7) в процессе планирования эксперимента было исключено проскальзывание S , так как точное его значение установлено быть не может, а среднее составляет 20%. В этом случае его влияние учитывается опосредованно через константу C (C_1 , C').

Экспериментальные исследования эксплуатационных характеристик подшипниковых материалов в условиях смазывания стандартными и металлоплакирующими смазочными материалами проводили на машине трения СМЦ-2 по схеме нагружения, моделирующей процесс «качение с проскальзыванием» с использованием образцов, изготовленных из шарикоподшипниковой стали ШХ15. Ролик (деформируемый образец) термически обрабатывался до HRC 50–54; диск (деформирующий образец) — до HRC 57–59. Шероховатость рабочих поверхностей образцов — $Ra = 0,63–1,25$ мкм. Образцы устанавливали на машину, задавали угловую скорость деформирующего образца — диска, проскальзывание и контактную нагрузку, проводили деформирование образцов. В качестве смазочного материала использовали ЦИАТИМ-201, ЛИТОЛ-24, солидол и др. Приведенные в работе результаты получены с использованием ЦИАТИМ–201. В качестве критерия контактно-усталостного разрушения принимали явление питтингообразования,

характерными признаками которого является появление микро- и макротрещин, единичных или групповых питтингов – ямок выкрашивания площадью 0,25 мм².

Экспериментальные исследования были проведены в два этапа. На первом этапе устанавливали влияние частоты вращения образцов на число циклов нагружения до начала образования питтингов. Режим испытаний: $S = 0,2$; $P = 1000$ Н; $n = 300, 500$ и 1000 мин⁻¹. На втором этапе при исследовании влияния контактной нагрузки на питтингообразование задавали следующий режим испытаний: $S = 0,2$; $n = 1000$ мин⁻¹; $P = 500, 1000, 1500$ и 2000 Н. Эксперименты проводились при смазывании образцов стандартным смазочным материалом – ЦИАТИМ-201 и ЦИАТИМ-201 с добавкой многофункциональной присадки в количестве $C = 0,075\%$ мас. По результатам испытаний [5] были построены зависимости $N = f(n)$ и $N = f(P)$, математическая обработка которых, выполненная при помощи пакета программ MathCAD, позволила получить искомые показатели степени и константы прогностической модели. В результате выражение (6) может быть записано:

$$N_\alpha = C' P^{X'} n^{Y'} = \frac{N_1}{N} = \frac{C_1 P^{X_1} n^{Y_1}}{C P^X n^Y} = \frac{40,5 \cdot 10^4 P^{-0,85} n^{-0,19}}{35,2 \cdot 10^4 P^{-0,96} n^{-0,29}} = 1,15 P^{0,11} n^{0,1} \quad (8)$$

Как было отмечено, для получения модели, позволяющей прогнозировать увеличение срока службы подшипников, работающих в реальных условиях, необходимо проведение дополнительных или эксплуатационных испытаний с целью выявления влияния масштабного фактора, учитываемого коэффициентом M .

С целью сокращения времени стендовых испытаний для исследований были взяты шарикоподшипники малой грузоподъемности (№7000105 по ГОСТ 8338–75 с динамической грузоподъемностью $C = 6560$ Н). Испытания проводились на специальном стенде ДМ 28М, предназначенном для испытания подшипников качения при частоте вращения $n = 1000$ мин⁻¹ и $P = 2000$ Н. Прогнозируемое увеличение числа циклов нагружения (срока службы) для данного подшипника при использовании металлоплакирующей смазки, рассчитанное по формуле (8), составит

$$N = 1,15 P^{0,11} n^{0,1} = 1,15 2000^{0,11} 1000^{0,1} = 5,3 \quad (9)$$

Результаты стендовых испытаний шарикоподшипника № 7000105:

- прогнозируемое увеличение числа циклов нагружения — 5,3;

- результаты испытаний штатной смазки — $30,1 \cdot 10^6$ циклов;
 - результаты испытаний металлолакирующей смазки — $64,4 \cdot 10^6$ циклов;
 - фактическое увеличение числа циклов нагружения — 2,14;
 - масштабный коэффициент $M = 0,4$.
- С учетом результатов испытаний:

$$M = \frac{N_{\Phi}}{N_{\alpha}} = \frac{2,14}{5,3} = 0,4. \quad (10)$$

Окончательно прогнозируемое увеличение срока:

$$N_M = MC'P^{X'}n^{Y'} = 0,4 \cdot 1,15P^{0,11}n^{0,1} = 0,46P^{0,11}n^{0,1}. \quad (11)$$

Полученная эмпирическая зависимость потребовала дополнительной экспериментальной проверки. Для проведения стендовых испытаний был принят подшипник № 205, широко используемый в подшипниковых опорах машин бытового назначения. Испытания проводились при нагрузке $P = 4$ Кн, частота вращения $n = 1000$ мин⁻¹. Прогнозируемое увеличение числа циклов нагружения — 2,29. Результаты испытаний приведены ниже:

- штатная смазка — $18,3 \cdot 10^6$ циклов;

- металлолакирующая смазка — $40,5 \cdot 10^6$ циклов;
- фактическое увеличение числа циклов нагружения — 2,21;
- погрешность расчета, $\delta = 3,5\%$.

Как видно из результатов эксперимента, полученная зависимость адекватно описывает реальные процессы и может быть применена для расчета срока службы шарикоподшипников, так как расхождение расчетных и экспериментальных данных составляет менее 5%.

Экспериментальные данные полностью согласуются с теоретическими подходами, описывающими контактное взаимодействие материалов в условиях многоциклового поверхностного пластического деформирования, в том числе при смазывании металлолакирующими смазочными материалами. Экспериментально полученные результаты подтверждают влияние частоты вращения и контактной нагрузки на образование защитного покрытия (из металлолакирующей смазки), предохраняющего материал подшипников качения от усталостных разрушений. Это связано с образованием ювенильных (чистых) поверхностей в более короткие промежутки времени и соответственно с увеличением их реакционной способности.

Литература

1. Крагельский И. В., Добычин Н. М., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. — М.: Машиностроение, 1977.
2. Пашковский И. Э. Технологические методы защиты деталей бытовых машин и оборудования сервиса от водородного изнашивания: Монография. — М.: МГУС, 2004. — 228 с.
3. Перель Л. Я. Подшипники качения: расчет, проектирование и обслуживание опор: Справочник. — М.: Машиностроение, 1983.
4. Баскин Э. М. Об оценке надежности и долговечности подшипника качения // Трение и износ. — 1989. — Т. 10. — № 2.
5. Жаров В. Г., Пашковский И. Э., Орлов Р. Н. Исследование влияния нагрузки, угловой скорости и степени проскальзывания на контактную выносливость стальных образцов. В кн. Новые материалы и производственные технологии. Материалы VII международной НПК «Наука – индустрии сервиса». — М.: МГУ сервиса, 2002.
6. Черменский О. Н. Приближенная модель области пластических сдвигов перед образованием питтинга у деталей подшипников качения // Машиноведение. — 1977. — № 4.
7. Орлов А. В., Черменский О. Н., Нестеров В. М. Испытания конструкционных материалов на контактную усталость. — М.: Машиностроение, 1980.

Численное моделирование гидродинамики и теплообмена в пористой среде при двухмерном течении теплоносителя

Ф. В. Пелевин, В. В. Лозовецкий, В. В. Козлов
Российский государственный университет туризма и сервиса

Введение

Один из перспективных и эффективных способов интенсификации теплообмена заключается в использовании в теплообменных трактах пористых металлов (ПМ) [4]. Основой этого способа является чрезвычайно высокая интенсивность теплообмена между проницаемой пористой матрицей и протекающим сквозь нее теплоносителем вследствие очень развитой поверхности их контакта. Заполнение теплообменного тракта пористым высокотеплопроводным металлом с малым термическим сопротивлением между стенкой и пористым каркасом максимально интенсифицирует теплообмен, но при этом наблюдается резкое увеличение гидравлического сопротивления [1], что сдерживает применение этого метода в теплообменных аппаратах. Обычно для уменьшения потерь давления приходится идти на уменьшение скорости движения теплоносителя в ПМ за счет увеличения проходного сечения тракта, что приводит к снижению интенсификации теплообмена и повышению массы и габаритов тракта.

Уменьшить потери давления, не изменяя габаритных размеров теплообменного тракта, можно, если перейти от общеизвестного продольно-канального к межканальному (продольно-поперечному) движению теплоносителя через ПМ, изготовленный методом диффузионной сварки в вакууме металлических тканых сеток.

Принцип межканальной транспирации в сочетании с межсеточной фильтрацией теплоносителя впервые позволяет создать высокоэффективный пористый теплообменный тракт с большей эффективностью теплообмена, чем у лучших оребренных трактов. Тракт с межканальной транспирацией теплоносителя (МКТТ) сочетает в себе высокую теплоотдачу, свойственную ПМ, и низкие потери давления.

Известно, что течение теплоносителя с большими скоростями наиболее эффективно реализуется в пористых сетчатых металлах (ПСМ), полученных методом диффузионной сварки фильтровых сеток в вакууме [3]. Однако данных о расчете полей давления и температуры при межсеточной фильтрации теплоносителя крайне мало. При межканальной транспирации тепло-

носителя через ПСМ течение носит двумерный характер. Поэтому расчетно-экспериментальное исследование, направленное на разработку нового метода интенсификации теплообмена с использованием принципа межканальной транспирации теплоносителя через ПСМ в теплообменных аппаратах представляет научный и практический интерес. Необходимо отметить, что рассмотренные тракты могут быть использованы в рекуперативных теплообменных аппаратах различного назначения.

В связи с вышеизложенным в работе рассмотрены вопросы дальнейшего развития гидродинамики и теплообмена в пористых средах и методы решения прикладных задач, связанные с двумерным течением однофазного сжимаемого теплоносителя через высокотеплопроводные анизотропные пористые металлы.

Постановка задачи.

Математическая модель гидродинамики и теплообмена в пористой среде

Когда отношение расстояния между каналами к толщине пористого материала l/δ мало, течение сжимаемого газа в элементарной ячейке тракта с МКТТ носит двумерный характер. При расчете течения и теплообмена в тракте с МКТТ необходимо использовать численное моделирование.

Рассмотрим пористое тело произвольной формы, частично заключенное в непроницаемую оболочку и имеющее включения из непроницаемого однородного материала. Часть внешней границы пористого тела нагревается. Охлаждение тела осуществляется прокачкой вязкого сжимаемого газа через пористую среду, причем движение газа происходит из-за разности давления газа на входной и выходной границах. Пористая среда имеет анизотропную теплопроводность и проницаемость.

Для этого случая модель Дарси — Бринкмана — Форшхаймера примет следующий вид:

$$\frac{\rho}{\varepsilon} \frac{\partial w}{\partial \tau} + \left(\frac{\mu}{k} + \frac{\rho c}{\sqrt{k}} |w| \right) w = -\text{grad } p. \quad (1)$$

В случае, когда пористую среду можно рассматривать как ортотропную, выражение (1) будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{\rho}{\varepsilon} \frac{\partial w}{\partial \tau} + [K_1]w + |w|[K_2]w = -\text{grad } p, \quad (2)$$

$$\text{где } [K_1] = \begin{bmatrix} \mu\alpha_1 & 0 \\ 0 & \mu\alpha_2 \end{bmatrix}, [K_2] = \begin{bmatrix} \rho\beta_1 & 0 \\ 0 & \rho\beta_2 \end{bmatrix}$$

— матрицы проницаемости пористой среды, в которых α_1, α_2 и β_1, β_2 соответственно вязкостные и инерционные коэффициенты сопротивления по различным направлениям; ρ — плотность, μ — динамическая вязкость газа.

Преобразуем выражение (2) к следующему виду:

$$[K]w = -\text{grad } p - \frac{\rho}{\varepsilon} \frac{\partial w}{\partial \tau}, \quad (3)$$

где

$$[K] = \begin{bmatrix} \mu\alpha_1 + \rho\beta_1|w| & 0 \\ 0 & \mu\alpha_2 + \rho\beta_2|w| \end{bmatrix}.$$

Затем приведем полученное соотношение (3) к виду

$$w = -[K]^{-1} \text{grad } p - [K]^{-1} \frac{\rho}{\varepsilon} \frac{\partial w}{\partial \tau}, \quad (4)$$

который перепишем следующим образом:

$$w = -[D] \text{grad } p + S_w, \quad (5)$$

где

$$[D] = [K]^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{\mu\alpha_1 + \rho\beta_1|w|} & \\ 0 & \frac{1}{\mu\alpha_2 + \rho\beta_2|w|} \end{bmatrix}, \quad (6)$$

$$S_w = -[K]^{-1} \frac{\rho}{\varepsilon} \frac{\partial w}{\partial \tau}. \quad (7)$$

Тогда математическая модель процесса транспирационного охлаждения пористого тела сжимаемым вязким газом будет образована следующей системой уравнений:

• уравнения движения газа (теплоносителя) в пористой среде

$$w = -[D] \text{grad } p + S_w, \quad (8)$$

где матрица $[D]$ и вектор S_w определяются соответственно формулами (6) и (7);

• уравнения неразрывности для газа

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \text{div}(\rho w) = 0, \quad (9)$$

• уравнения энергии для газа

$$(\rho c)_G \varepsilon \frac{\partial T_G}{\partial \tau} + \text{div}((\rho c)_G w T_G - \lambda_G \text{grad } T_G) = h_v (T_S - T_G), \quad (10)$$

• уравнения теплопроводности в каркасе пористой среды

$$(\rho c)_S (1 - \varepsilon) \frac{\partial T_S}{\partial \tau} + \text{div}(-[\lambda]_S \text{grad } T_S) = h_v (T_G - T_S) + q_v, \quad (11)$$

где

$$[\lambda]_S = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix} —$$

эффективный тензор теплопроводности, записанный в системе координат (X, Y) , совпадающих с главными осями теплопроводности, а q_v — объемное тепловыделение в пористом материале;

• уравнения состояния для газа

$$\frac{p}{\rho_G} = RT_G. \quad (12)$$

Областью определения системы является область Ω

$$r(x, y, z) \in \Omega$$

и интервал времени, в течение которого происходит теплообмен,

$$\tau \in [0, \tau_k].$$

Условия однозначности состоят из начальных условий

$$\begin{aligned} p(r, 0) &= p_n(r), \\ T_G(r, 0) &= T_{Gn}(r), \\ T_S(r, 0) &= T_{Sn}(r) \end{aligned} \quad (13)$$

и граничных условий:

• для уравнения движения

$$p(r, \tau) = p_z(r, \tau), \quad (14)$$

• для уравнения неразрывности

$$(\rho w, n) = f_g(r, \tau), \quad (15)$$

• для уравнения энергии теплоносителя

$$((\rho c)_G w T_G - \lambda_G \text{grad } T_G, n) = f_G(r, \tau), \quad (16)$$

• для уравнения теплопроводности в каркасе могут быть заданы граничные условия первого рода

$$T_S(r, \tau) = f_{S1}(r, \tau), \quad (17)$$

второго рода

$$(-[\lambda]_S \text{grad } T_S, n) = f_{S2}(r, \tau) \quad (18)$$

и третьего рода

$$(-[\lambda]_S \text{grad } T_S, n) = \alpha(T_S - T_f), \quad (19)$$

где α и T_f — коэффициент теплоотдачи от граничной поверхности и температура среды, омывающей эту поверхность.

Для замыкания условий однозначности необходимо задать:

1. Параметры пористого материала: пористость ε , объемный коэффициент теплоотдачи h_v , вязкостные α_1, α_2 и инерционные β_1, β_2 коэффициенты сопротивления;

2. Теплофизические свойства каркаса пористого материала: теплопроводность λ_1, λ_2 по главным осям (X, Y), плотность ρ_s , теплоемкость c_s и объемное тепловыделение q_v ;

3. Теплофизические свойства охлаждающего газа: теплопроводность λ_G , плотность ρ_G , теплоемкость c_G и газовая постоянная R .

Особенности применяемой модели

При постановке математической модели процесса тепло- и массообмена в пористой среде для ее последующего численного решения методом контрольного объема, необходимо учесть следующие особенности:

1. Вектор скорости ρw , который присутствует в уравнениях (8–10), является фильтрационной скоростью и определяется как предел отношения секундного расхода теплоносителя через площадку, нормальную к направлению максимального расхода, к величине этой площадки при стремлении последней к нулю [2]. Поэтому при определении граничных условий на непроницаемых границах следует задавать условия протекания охладителя $(\rho w, n) = 0$, а не условия прилипания $|w| = 0$.

2. При задании граничных условий для уравнения неразрывности на проницаемых участках внешней границы вместо задания расхода (15) можно задавать распределение давления газа. Это вызвано тем, что дискретные аналоги для определения поля давления получаются интегрированием уравнения неразрывности.

3. Граничные условия для уравнения энергии теплоносителя для соблюдения интегрального теплового баланса при численном решении уравнения энергии и уравнения теплопроводности для каркаса обязательно должны задаваться соотношением (16).

Для расчета двухмерного случая транспирационного охлаждения необходимо решить уравнения:

$$u = -\frac{1}{\mu\alpha_1 + \rho\beta_1|w|} \frac{\partial p}{\partial x} + S^u, \quad (20)$$

$$v = -\frac{1}{\mu\alpha_2 + \rho\beta_2|w|} \frac{\partial p}{\partial y} + S^v, \quad (21)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} = 0, \quad (22)$$

$$(\rho c)_G \varepsilon \frac{\partial T_G}{\partial \tau} + \text{div}((\rho c)_G w T_G - \lambda_G \text{grad} T_G) = h_v (T_S - T_G), \quad (23)$$

$$(\rho c)_s (1 - \varepsilon) \frac{\partial T_s}{\partial \tau} + \text{div} \left(- \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix} \text{grad} T_s \right) = h_v (T_G - T_s) + q_v, \quad (24)$$

где $w = ui + vj$, а S^u и S^v представляют собой источники членов в уравнениях движения для u и v , которые определяются выражением (7). Вязкость охлаждающего газа задана, а плотность определяется из уравнения состояния (12). В уравнениях (20)–(24) содержатся пять неизвестных величин: u, v, T_G, T_s и p . Уравнение (20) может рассматриваться как уравнение для определения u , уравнение (21) — для определения v , уравнение (23) — для определения T_G , уравнение (24) — для определения T_s , но для прямого определения p уравнения нет. Давление p определяется косвенно через уравнение неразрывности. Кроме вышеприведенных уравнений, решаемая система может включать любое число уравнений конвективно-диффузионного переноса.

Описание математической модели гидродинамики и теплообмена в ячейке тракта с МКТТ

Рассмотрим гидродинамику и теплообмен в пористом сетчатом материале применительно к межканальной транспирации теплоносителя в двумерной постановке на стационарном режиме (рис. 1). Уравнение движения:

$$w = -[D] \text{grad} p, \quad (25)$$

где D — коэффициент псевдодиффузии. Согласно модели Дарси — Бринкмана — Форшхаймера для анизотропного материала

$$[D] = \begin{bmatrix} \frac{1}{\mu\alpha_1 + \rho\beta_1|w|} & 0 \\ 0 & \frac{1}{\mu\alpha_2 + \rho\beta_2|w|} \end{bmatrix}, \quad (26)$$

$$|w| = \sqrt{u^2 + v^2}, \quad (27)$$

где $w = ui + vj$ — вектор скорости; $|w|$ — модуль вектора w ; u — проекция вектора w на ось x ; v — проекция вектора w на ось y .

В данном случае коэффициент псевдодиффузии $[D]$ записан через коэффициенты гидравлического сопротивления вдоль главных осей проницаемости.

Уравнение неразрывности:

$$\text{div}(\rho w) = 0. \quad (28)$$

Уравнение энергии для пористого каркаса записывается в виде

$$\text{div}(-[\lambda_s] \text{grad} T_s) = h_v (T_G - T_s), \quad (29)$$

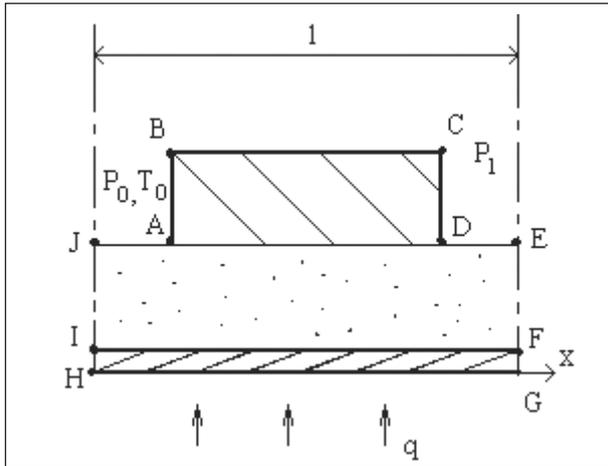


Рис. 1. Схема расчетной ячейки тракта с МКТТ с каналами в наружной оболочке

где тензор теплопроводности каркаса $[\lambda_s]$ в ортотропном материале:

$$[\lambda_s] = \begin{bmatrix} \lambda_{s1} & 0 \\ 0 & \lambda_{s2} \end{bmatrix}, \quad (30)$$

$\lambda_{s1}, \lambda_{s2}$ — коэффициенты λ вдоль главных осей теплопроводности ПСМ.

Уравнение энергии для теплоносителя записывается в виде:

$$\text{div}((\rho c)_G w T_G - \lambda_G \text{grad} T_G) = h_V (T_S - T_G). \quad (31)$$

Уравнение состояния:

$$\frac{P}{\rho_G} = R T_G. \quad (32)$$

Замыкающим данную задачу уравнением является критериальное уравнение внутрипорового конвективного теплообмена [2]:

$$Nu_V = 10^{-3} (14 \cdot Pr - 5,5) Re^{1,22},$$

Табл. 1. Граничные условия с каналами в наружной оболочке

№	Граничная поверхность	Граничные условия
для уравнения движения		
1	ABCD GHIJ	$(\rho w) = 0$ $(\rho w) = 0$
2	JK, GF DE, AL	$(\rho w, n) = 0$ $(\rho w, n) = 0$
3	KL EF,	$P = P_{\text{вх}} = P_0$ $P = P_{\text{вых}} = P_1$
для уравнения теплопроводности и энергии		
1	BL, CE, IJ, GH	$(\text{grad} T_g, n) = 0$
2	IH	$(-\lambda_s \text{grad} T_s, n) = q(x)$
3	BC, KI, FH	$(-\lambda_s \text{grad} T_s, n) = 0$
4	KL	$(\rho w c_p T_g - \lambda_g \text{grad} T_g, n) = \rho c_p w T_{\text{вх}}$
5	EF	$(-\lambda_g \text{grad} T_g, n) = 0$

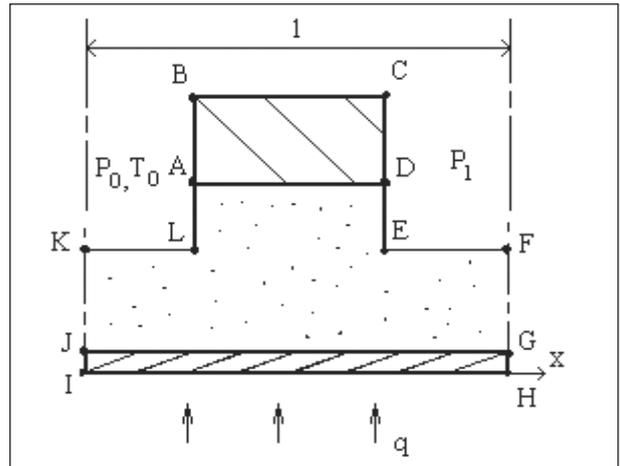


Рис. 2. Расчетная схема ячейки тракта с МКТТ с каналами в теле ПСМ

где

$$Nu_V = h_V \frac{(\beta/\alpha)^2}{\lambda_G}, \quad Re = G \left(\frac{\beta/\alpha}{\mu} \right), \quad Pr = \mu c_p / \lambda_G. \quad (33)$$

При рассмотрении течения охладителя по одиночной секции пористого тракта (расчетная область для моделируемого случая представлена на рис. 1) систему уравнений (25)–(33) необходимо дополнить граничными условиями (табл. 1).

Для тракта с МКТТ и каналами в теле ПСМ расчетная схема (рис. 2) и граничные условия представлены ниже.

Для решения данной задачи необходимо задаться следующими теплофизическими характеристиками пористого материала и охладителя:

$$\lambda_s, \varepsilon, \lambda_G, c_p, \mu, R.$$

Записанная таким образом математическая модель течения и теплообмена является

Табл. 2. Граничные условия с каналами в теле ПСМ

№	Граничная поверхность	Граничные условия
для уравнения движения		
1	ABCD HIFG	$(\rho w) = 0$ $(\rho w) = 0$
2	JA DE	$P = P_{\text{вх}} = P_0$ $P = P_{\text{вых}} = P_1$
3	IJ, EF	$(\rho w, n) = 0$
для уравнения теплопроводности и энергии		
1	AB, CD, IH, GF	$(\text{grad} T_g, n) = 0$
2	HG	$(-\lambda_s \text{grad} T_s, n) = q(x)$
3	BC, GE, JH	$(-\lambda_s \text{grad} T_s, n) = 0$
4	AJ	$(\rho w c_p T_g - \lambda_g \text{grad} T_g, n) = \rho c_p w T_{\text{вх}}$
5	DE	$(-\lambda_g \text{grad} T_g, n) = 0$

замкнутой и соответствует физической картине экспериментальных исследований.

Результаты расчетов по выше изложенным математическим моделям приведены ниже.

После того как были получены значения коэффициентов сопротивления ПСМ при межсеточной фильтрации [3], найдена зависимость для объемного коэффициента теплоотдачи, можно проводить расчеты пористого тракта с МКТТ, используя численное моделирование. Математическая модель для расчета ячейки тракта с МКТТ с каналами в теле ПСМ рассмотрена выше. Воспользуемся уравнениями (23 – 31). Известны параметры на входе в подводящий канал:

- давление кислорода P_1 ;
 - температура кислорода T_1 ;
 - плотность кислорода ρ ;
 - теплопроводность кислорода λ ;
 - теплоемкость кислорода C_p ;
 - вязкость кислорода μ ;
- на выходе из ПСМ:
- давление охладителя P_2 .

А также теплопроводность каркаса λ_1 — в продольном направлении; теплопроводность каркаса λ_2 — в радиальном направлении.

ПСМ изготовлен из сетки П60. Материал проволоки – 12Х18Н10Т.

Распределение плотности тепловых потоков по огневой поверхности пористого тракта известно.

Гидравлическое сопротивление пористого каркаса определяется вязкостным α и инерционным β коэффициентами сопротивления.

Для примененного в исследуемом тракте пористого сетчатого материала из сетки П60 значения коэффициентов сопротивления для межсеточной фильтрации охладителя α и β были выбраны согласно зависимостям [3]:

$$\alpha = (-5,148 \cdot P^4 + 7,917 \cdot P^3 - 4,409 \cdot P^2 + 1,034 \cdot P - 0,0824) \cdot 10^{13},$$

$$\beta = (3,345 \cdot P^4 - 5,232 \cdot P^3 + 3,022 \cdot P^2 - 0,7718 \cdot P + 0,07531) \cdot 10^8.$$

Требуется определить:

- температуру стенки;

Табл. 3. Значения массового расхода и максимальной температуры каркаса при различных перепадах давления

ΔP , Па	m , кг/с	$T_{w \max}$, К
$0,5 \cdot 10^5$	0,420	711,27
$1 \cdot 10^5$	0,620	631,89
$1,5 \cdot 10^5$	0,770	591,12

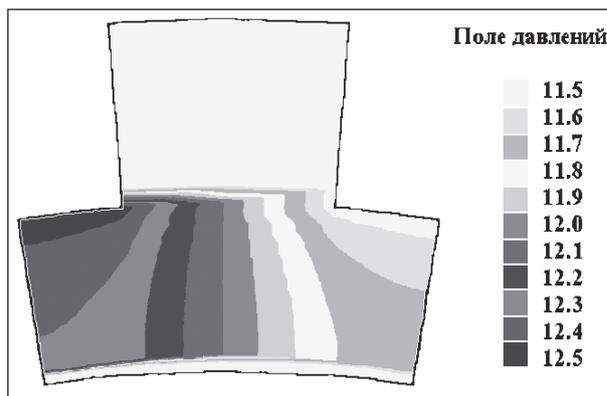


Рис. 3. Поле давлений в ячейке тракта с МКТТ при $\Delta P = 1 \cdot 10^5$ Па

- температуру охладителя на выходе из пористого тракта;
- поле температуры охладителя;
- поле температуры пористого каркаса;
- поле давления охладителя.

Для решения данной задачи необходимо задаться следующими теплофизическими характеристиками пористого материала и охладителя: $\lambda_s, \Pi, \lambda_g, c_p, \mu, R$. Записанная таким образом математическая модель течения и теплообмена является замкнутой и соответствует физической картине.

При моделировании процесса теплообмена при межканальной транспирации теплоносителя через пористый сетчатый материал были заданы следующие параметры ПСМ:

- вязкостной коэффициент сопротивления $\alpha = 3,97 \cdot 10^9$, [м⁻²];
- инерционный коэффициент сопротивления $\beta = 3,03 \cdot 10^4$, [м⁻¹];
- теплопроводность вдоль плоскости сеток $\lambda = 8,19$, [Вт/(м·К)].

Расчет полей давления и температур про-

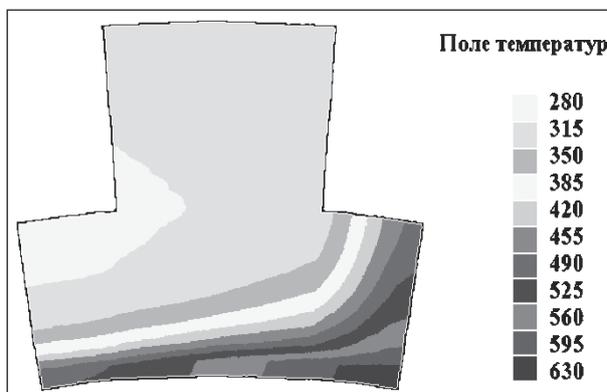


Рис. 4. Поле температуры теплоносителя в ячейке тракта с МКТТ при $\Delta P = 1 \cdot 10^5$ Па

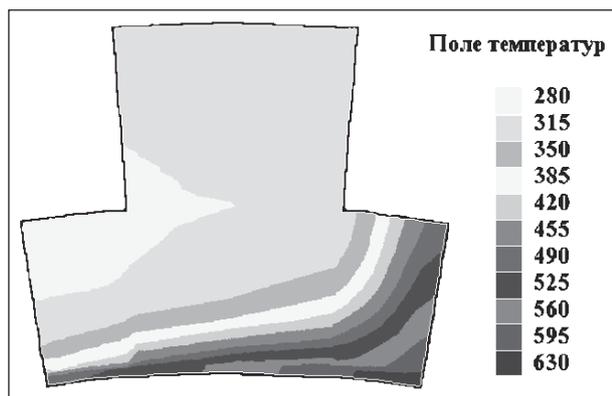


Рис. 5. Поле температуры ПСМ в ячейке тракта с МКТТ при $\Delta P = 1 \cdot 10^5$ Па

водился при перепаде давления на пористой вставке $1 \cdot 10^5$ Па.

Массовый расход кислорода через пористую вставку равен 0,620 кг/с. Массовый расход и максимальная температура каркаса при различных перепадах давления приведены в табл. 3, поля температур и давлений изображены на рис. 3–5.

В результате математического моделирования процессов теплообмена в пористом тракте были получены результаты, удовлетворяющие поставленной инженерной задаче (при заданных значениях расхода кислорода и потерях давления в охлаждающем тракте обеспечить снижение температуры огневой стенки камеры). Дальнейшее снижение температуры может быть достигнуто применением материалов с более высоким коэффициентом теплопроводности, например, пористых сетчатых материалов на основе медных сплавов.

Литература

1. Белов С. В. Пористые металлы в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1981. — 248 с.
2. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. — М.: Наука, 1987. — 840 с.
3. Пелевин Ф. В. Теплообмен и гидравлическое сопротивление в пористых сетчатых материалах // Труды 2-й Российской национальной конференции по теплообмену. — 1998. — Т. 5. — С. 254–257.
4. Поляев В. М., Майоров В. А., Васильев Л. Л. Гидродинамика и теплообмен в пористых элементах конструкций летательных аппаратов. — М.: Машиностроение, 1988. — 168 с.

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.

Формирование основ безопасности водородной энергетики применительно к автотранспортному процессу

В. Н. Коноплев, В. С. Шупляков

Российский государственный университет туризма и сервиса

В современном производстве и автотранспортном процессе новые технологии, как правило, более пожароопасны [1]. Расширяется применение пожароопасных технологий, насыщенных пожароопасными веществами, материалами, изделиями.

Проблема защиты автотранспорта и автопредприятий от пожаров и взрывов неразрывно связана с изучением причин пожаровзрывоопасности АТС, возможности распространения горения по технологическим средам и разработкой технических средств, препятствующих распространению пламени и разрушению технологического оборудования.

Число ДТП по техническим причинам по данным НИЦ ГИБДД МВД РФ с учетом технических неисправностей АТС как косвенной причины в общем числе ДТП достигает 15% [1].

В 2005 году парк грузовых АТС России насчитывал 4,6 млн ед. Это почти 17% общего числа автотранспортных средств [2]. Но грузовой автомобиль участвует в каждом пятом ДТП, а по вине его водителя совершается каждое одиннадцатое ДТП. При этом аварии с участием грузовых АТС отличаются особо высокой тяжестью последствий.

В автомобиле конструктивно объединяются достаточно мощная система электроснабжения, разветвленная электрическая сеть, наличие развитых топливных магистралей, нагрев деталей двигателя и его систем, что при определенных условиях может привести к возникновению локальных или протяженных источников аномально высокой тепловой радиации. Радиационный или кондуктивный перенос тепла в зоны нахождения горючих материалов или топлива повышает их температуру и при определенном ее критическом значении может привести к воспламенению и развитию пожара.

Пожары АТС относятся к особо тяжелым авариям и часто приводят к человеческим жертвам. Поэтому проблема повышения пожарной безопасности грузовых АТС весьма актуальна.

Пожарная безопасность АТС оценивается главным образом на основе анализа статистики пожаров и реже при экспериментах. Вероятность загорания находится в пределах $2 \cdot 10^{-3} \dots 8 \cdot 10^{-4}$ в год соответственно для грузовых и легковых ав-

томобилей [3]. Во Франции число пожаров легковых автомобилей составляет 2,3, а в США — 1,0 на 1 тыс. застрахованных. В промышленно развитых странах пожары АТС составляют 5–15% от общего числа пожаров. Гибель людей при этом достигает 6–12% от общего числа погибающих на пожарах, а экономический ущерб превышает 3%. Ежегодно в США возникает около 17 тыс. пожаров АТС при ДТП.

Вероятность загорания грузового автомобиля при ДТП в 10 раз выше загорания легкового автомобиля и составляет до 1,0% в год. В Великобритании 5,38–7,2% от общего числа ДТП сопровождается загораниями АТС, в ФРГ 2,4–4,2% от их общего числа [3]. Пожары на транспорте в Московской области составляют до 10% всех зарегистрированных пожаров, при этом свыше 80% этих пожаров происходит на легковых, грузовых автомобилях и наземном пассажирском транспорте (автобусы, троллейбусы, трамваи). По статистическим данным в среднем по стране ежегодно сгорает около 11000 легковых, 3000 грузовых автомобилей, до 1000 единиц автобусов, троллейбусов и трамваев. В результате пожаров на транспорте гибнет около 200 человек в год и около 680 получают травмы и увечья. Годовой материальный ущерб оценивается в более чем 165 млн руб. Ежегодно число пожаров возрастает в среднем на 9%, погибших — на 11%, травмированных — на 8,2%. Ежегодный рост материального ущерба достигает 18% [3].

Непрерывный рост интенсивности движения транспортных средств, рост использования ими газомоторных топлив и потерь общества от ДТП вызывал необходимость при создании и эксплуатации современных сложных транспортных систем предусматривать комплекс мероприятий, обеспечивающих функционирование систем в условиях ДТП с минимальной тяжестью последствий ДТП для его участников, т. е. направленный на повышение пассивной безопасности.

Пассивная безопасность грузовых АТС как научное направление стало развиваться с 60-х годов XX века. Первые полномасштабные испытания грузовых автомобилей на пассивную безопасность были проведены в конце 70-х годов на испытательном комплексе ЦНИАП НАМИ. Интенсивное развитие работ в области пассив-

Табл. 1. Правила ЕЭК ООН, регламентирующие требования пассивной безопасности грузовых транспортных средств (по состоянию на март 2004 г.) [4]

Номер Правил и серия действующих поправок	Краткое наименование Правил (область применения для категорий ТС)	Обозначение официально принятого документа E/ ECE/324-E/ECE/ TRANS/505/ ...	Дата начала применения в Российской Федерации	Аналогичные российские нормативные документы
Дата вступления в силу оригинальной версии Правил				
29 – 02 15.06.1974	Кабина грузовых автомобилей (N)	Rev.1/Fdd.28/Rev.1 Rev.1/Add.28/Rev.1/Amend.1	17.02.1987	ГОСТ Р 41.29–99
58 – 01 01.07.1983	Задние защитные устройства грузовых транспортных средств (N ₂ , N ₃ , O ₃ , O ₄)	Rev.1/Add.57/Rev.1	06.03.1988	ГОСТ Р 41.58–2001
61 – 00 15.07.1984	Наружные выступы грузовых автомобилей (N)	Rev.1/Add.60	17.02.1987	ГОСТ Р 41.61–2001
73 – 00 01.01.1988	Боковая защита грузовых транспортных средств (N ₂ , N ₃ , O ₃ , O ₄)	Rev.1/Add.72	08.04.1996	ГОСТ Р 41.73–99
93 – 00 27.02.1994	Передние противоподкатные защитные устройства (N ₂ , N ₃)	Rev.1/Add.92	30.06.1998	ГОСТ Р 41.93–99

ной безопасности грузовых АТС в нашей стране пришлось на период 1970–1990 гг. [4].

Несмотря на многогранность и комплексность проблемы обеспечения пассивной безопасности к началу работ (1981) по использованию природного газа в качестве моторного топлива для грузовых АТС в недостаточной степени были разработаны научно обоснованные методы исследования, отсутствовали многие оценочные критерии и характеристики. Практическое осуществление и внедрение мероприятий по повышению пассивной безопасности в большой степени сдерживалось отсутствием разработок, комплексно охватывающих СПБ в целом. Автомобильная промышленность и транспорт только искали пути повышения пассивной безопасности грузовых АТС, работающих на ГМТ с системами их хранения под давлением 1,6–20,0 МПа или в сжиженном состоянии (фазе) при температуре –161°С. В настоящее время система обеспечения пассивной безопасности комплекса «человек-автомобиль-дорога-среда» регламентируется комплексом Правил ЕЭК ООН № 29, 58, 61, 73 (табл. 1).

Будущее развитие автотранспорта неразрывно связано с возрастающими темпами применения водорода в качестве моторного топлива. Применение водорода для АТС с реализацией принципов энергоснабжения сопровождается интенсификацией рабочих и технологических процессов, увеличением единичной мощности агрегатов, созданием и использованием энергоемких веществ и материалов с новыми, недостаточно изученными свойствами.

Использование водорода в качестве моторного топлива для АТС потребует решения комплекса проблем безопасности:

- при изготовлении и испытании криогенных сосудов;
- в процессах тепломассообмена в криогенных резервуарах в транспортных условиях;
- при выбросе водорода из топливных сосудов и магистралей в эксплуатационных условиях и аварийных ситуациях;
- при создании датчиков водорода и использовании средств измерений для контроля производства, хранения топлива, транспортировки и расчетов при купле-продаже.
- при создании водородной инфраструктуры;
- при хранении, транспортировке, осуществлении торговых операций;
- при заправке водородом автотранспортных средств.

Рассмотрим некоторые особенности из перечисленных выше проблем.

1. Особенности изготовления и испытаний криогенных сосудов для водорода

Изготовление криогенных резервуаров, предназначенных для накопления, хранения, перевозки и выдачи жидкого водорода, требует высокого качества работ, так как нарушение функционирования систем резервуара в лучшем случае приводит к ухудшению технических характеристик, т. е. параметров эксплуатации. С учетом высокой стоимости жидкого водорода, ограниченности его производства и потребления

это может привести к серьезным финансовым потерям. В худших случаях, таких как разгерметизация вакуумного пространства, происходит выброс большого количества газообразного водорода и возможны, хотя и очень маловероятны, разрыв емкости и (или) взрыв облака водорода.

Процесс изготовления резервуаров тщательно контролируется, после изготовления выполняется комплекс испытаний с целью подтверждения его технических характеристик. Испытания включают в себя:

- проверку на прочность пробным давлением;
- захлаживание резервуаров;
- проверку функционирования арматуры и измерительных приборов;
- холодный удар (повышение давления в резервуаре до максимально допустимого при наличии в нем криожидкости);
- проверку темпа выдачи криожидкости из резервуара;
- измерение потерь криожидкости от испарения с замером вакуума в теплоизоляционной полости и др.

На проведение испытаний существенно влияли два фактора: наличие процесса ортопараконверсии в жидком водороде и нахождение резервуаров вне закрытого помещения [5].

Жидкий водород для заливки в резервуары чаще всего поступает с ожижителей водорода и поэтому содержит количество ортофазы, превышающее равновесное. Теплота фазового перехода при ортопараконверсии ортофазы увеличивает испаряемость жидкости и искажает результаты замеров потерь водорода от испарения, вызванных теплопритоком из окружающей среды.

Тогда изменения доли ортофазы в начальный момент $x = -Cx_0^2$, а тепловыделение от конверсии определится как [6]

$$q = \frac{p\lambda x_0^2 CV}{3600}, \quad (2)$$

где p — плотность жидкого водорода, кг/м³; λ — теплота конверсии, Дж/кг; V — объем водорода в резервуаре, м³.

На основании формулы (2) получаем и общее выражение для доли ортоводорода в жидком водороде, при которой вклад от теплоты конверсии составляет определенный процент n теплопритока из окружающей среды:

$$x_0 = \sqrt{\frac{nyV_0 r\beta}{24CV\lambda}}, \quad (3)$$

где y — проектное заполнение резервуара, отн. ед.; V_0 — объем внутреннего сосуда резервуара;

r — теплота кипения, Дж/кг; β — суточная испаряемость жидкого водорода, %/100 в сутки.

Тепловыделение от конверсии прямо пропорционально количеству водорода в резервуаре, в то время как теплоприток от окружающей среды при коэффициентах заполнения более 30% зависит от количества водорода в резервуаре слабее. Поэтому для уменьшения влияния тепловыделения от конверсии при испытаниях имеет смысл рассматривать возможность уменьшения количества жидкости в резервуаре.

При проведении испытаний на испаряемость резервуаров с жидким водородом обязательно учитывать влияние на испаряемость средней температуры кожуха и во время испытаний содержание в жидком водороде ортофазы не должно превышать 1,5–2% [6].

2. Особенности тепломассообмена в транспортных криогенных резервуарах

В режиме движения или транспортирования при воздействии на резервуар, частично заполненный жидкостью, низкочастотных и высокочастотных колебаний процесс нагрева двухфазной системы «жидкость—пар» [7] осуществляется практически равновесно. Данные по распределению температуры в жидком азоте, полученные при испытании автомобильного бака объемом 200 л, убедительно это доказывают [8]. Согласно отечественным нормативным документам [9], стационарные резервуары допускается заполнять криогенными продуктами без учета рабочего давления. По международным [10] и отечественным стандартам давление открытия предохранительного клапана (ПК) в транспортных резервуарах не должно превышать значения, которое после прогрева парожидкостной смеси до температуры, равновесной этому давлению, обеспечит заполнение объема сосуда жидкостью с гарантированной паровой подушкой ($\varphi = 0,95–0,98$). Из этого принципа следует, что при увеличении рабочего давления необходимо уменьшать степень заполнения резервуара и ухудшать тем самым его технико-экономические показатели [11].

3. Обеспечение безопасности при выбросе водорода из топливных сосудов и магистралей в эксплуатационных условиях и аварийных ситуациях

Как правило, в процессе проведения испытаний и в случае предупреждения взрывоопасных ситуаций при выбросе водорода из топливных баков ГАТС или цистерн, магистралей питания

Табл. 2. Концентрационные пределы воспламенения и детонации для газовых смесей водорода с воздухом и кислородом

Смесь	Содержание водорода, % об.			
	Нижний предел		Верхний предел	
	Воспламенение	Детонация	Воспламенение	Детонация
H ₂ —O ₂	4,6	15	94	90
H ₂ —воздух	4,1	18,3	74,2	59

с расходами более 0,5 кг/с осуществляется дожигание [12], а при меньших расходах осуществляется отвод из технологических систем и сбрасывание в атмосферу.

Для предотвращения образования водородно-воздушных и водородно-кислородных взрывоопасных смесей используется ряд мероприятий:

- повышенные требования к герметичности соединений в системах стенда и изделия;
- контроль опасных накоплений водорода и применение систем флегматизации в отсеках испытательного стенда;
- предотвращение контакта водорода с воздухом или окислителем (кислородом) в полостях изделия и коммуникациях стенда;
- применение систем организованного воспламенения и дожигания водородных выбросов из изделия и систем стенда.

Нижние и верхние концентрационные пределы воспламенения и детонации для газовых смесей водорода с воздухом и кислородом приведены в табл. 2.

В обычных условиях водородно-воздушная или водородно-кислородная смеси являются смесями квазиравновесного состава, для воспламенения которых необходим внешний источник энергии, ускоряющий химическую реакцию. Горючая смесь может быть инициирована электрической искрой, нагретым телом, открытым пламенем, ударной волной и т. д. Минимальная энергия воспламенения водородно-воздушной смеси составляет 0,02 мДж. Минимальная температура тела, приводящая к самовоспламенению водородно-воздушной смеси, 700 К [12, 13].

При дожигании водорода воспламенение смеси может быть осуществлено горячей газовой струей. В реальных условиях при размерах воспламеняющих устройств, составляющих несколько сантиметров, температура воспламеняющей струи должна быть не менее 1100 К [12].

Более опасной по своим последствиям является детонация (взрыв) водородных смесей. При этом опасность усугубляется тем, что пределы детонации находятся внутри области

воспламенения. Для возникновения детонации, помимо наличия горючей смеси, необходим соответствующий источник инициирования. Известно, что наиболее легко детонация возбуждается ударной волной. Было установлено [12], что в водородно-воздушных смесях, близких к стехиометрическим, ударные волны могут возникать и в свободном пространстве при наличии достаточно мощного источника воспламенения. Минимальный критический размер ударной волны, необходимый для возбуждения сферической детонации, 0,5 м. При разбавлении смеси азотом критический размер ударной волны увеличивается. Так, при 100%-ном разбавлении воздуха азотом критический размер ударной волны 1,1 м.

При создании системы воспламенения и дожигания выбросов водорода необходимо обеспечить выбор:

- типа поджигающего устройства (ПУ) и метода зажигания;
- параметров поджигающего устройства.

4. Датчики водорода и использование средств измерений для контроля производства, хранения топлива, транспортировки и расчетов при купле—продаже

Получение, хранение и использование водорода в жидком и газообразном состоянии немислимо без создания простых, надежных, малогабаритных, дешевых датчиков водорода и других молекулярных газов, содержащих атомы водорода.

Создание датчиков для молекулярного водорода, работающих при низких и умеренных температурах, является важной задачей.

Наиболее перспективное направление в создании датчиков водорода является использование углеродных нанотрубок. Благодаря развитию метода химического осаждения из пара с помощью катализатора получают почти любые морфологические структуры нанотрубок, меняя их свойства от баллистической проводимости до полупроводниковой с любой величиной энергетической щели [14].



Рис. 1. Схема структуры безопасности автотранспортного процесса при использовании ГМТ: САБ — система активной безопасности; СПБ — система пассивной безопасности; СПАБ — система послеаварийной безопасности; СПЖБ — система пожаробезопасности; СВЗБ — система взрывобезопасности

5. Структура безопасности грузового автотранспортного процесса при использовании газомоторных топлив

Широкий комплекс исследований большинства аспектов конструктивной и эксплуатационной безопасности автомобильной техники и элементов системы «человек — автомобиль — дорога — среда» создал предпосылки для изучения и повышения пожарной безопасности грузовых АТС. Росту пожаровзрывоопасности производства противопоставлены адекватные защитные меры:

- федеральный закон «О пожарной безопасности»;
- федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- подзаконные акты, ГОСТ Р 12. 3. 047–98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля», вступившие в действие в 2000 г.

Важным направлением снижения аварийности и повышения безопасности грузовых АТС является выработка концепции ее обеспечения методами контроля технического состояния и системой поддержания работоспособности систем хранения и подачи ГМТ на грузовом АТС.

На основе вышесказанного по безопасности грузового АТС, использующего ГМТ, с учетом основных положений изложенных в регламентах активной и пассивной безопасности автотранспортных средств [4] выведена структура формирования эксплуатационной безопасности на стадии проектирования (рис. 1).

Система обеспечения пассивной безопасности (рис. 2) комплекса «человек — автомобиль — дорога — среда» включает в себя пассивную безопасность человека (водитель, пассажир, пешеход), транспортного средства, дороги [4] и регламентируется комплексом Правил ЕЭК ООН № 29, 58, 61, 73 (табл. 1).

С учетом из выше сказанного для освоения использования водорода в качестве моторного топлива грузовыми автотранспортными средствами были сформулированы следующие задачи.

Систематизировать регламентирующие требования к грузовым АТС по активной, пассивной безопасности и пожаровзрывобезопасности.

Разработать методологические основы проектирования кузовов, кабин по условиям обеспечения их безопасности и несущей способности при использовании ГМТ, в том числе и водорода.

Систематизировать методы расчета несущей способности кузовов и кабин с учетом особенностей компоновочно-конструкторских схем систем хранения и подачи ГМТ.

Получить аналитические зависимости разрушающих нагрузок от конструктивных параметров компоновочно-конструкторских схем систем хранения ГМТ для характерных силовых схем кузовных конструкций.

Выполнить комплексную оценку безопасности, несущей способности рассматриваемого семейства кузовных конструкций с целью выявления закономерностей их работы в упругой и упруго-пластической фазах, повышения несущих свойств.

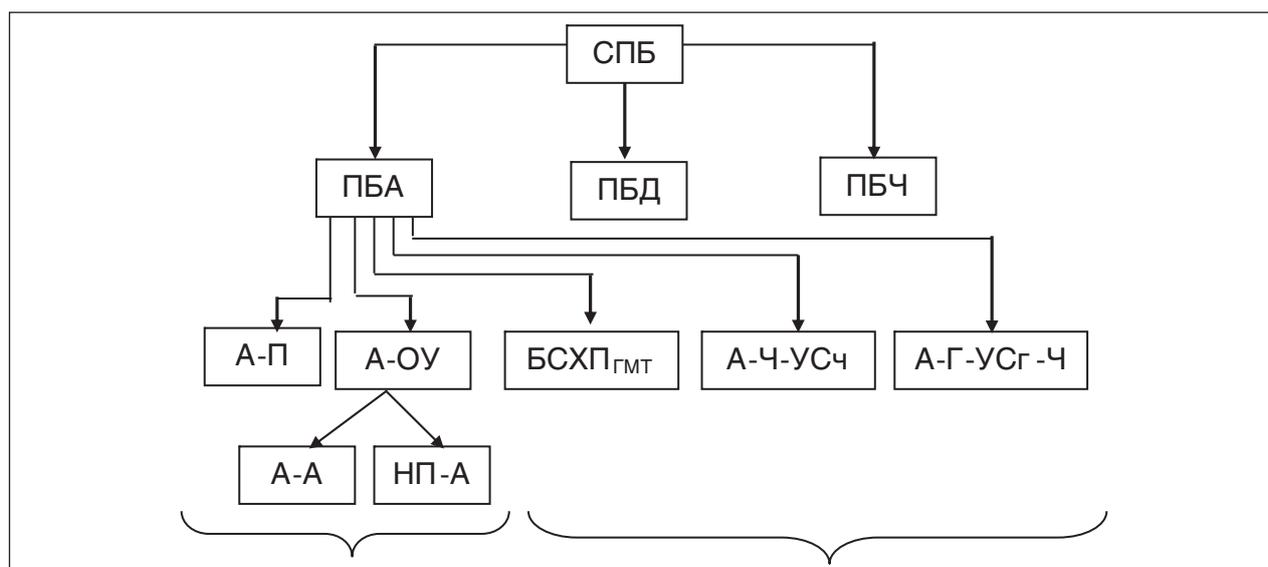


Рис. 2. Структурная схема системы обеспечения пассивной безопасности: СПБ – система пассивной безопасности; ПБА – пассивная безопасность автомобиля; ПБД – пассивная безопасность дороги (дорожные ограждения, травмобезопасные стойки и т.п.); ПБЧ – пассивная безопасность человека (шлемы, УС, ДУС); А-П – автомобиль–пешеход; А-ОУ – автомобиль–объект удара; А-Ч-УСч – автомобиль–человек–удерживающее средство человека; А-Г-УСг-Ч – автомобиль–груз–удерживающее средство груза–человек; А-А – автомобиль–автомобиль; НП-А – неподвижное препятствие–автомобиль; БСХП_{ГМТ} – безопасность системы хранения и подачи газомоторного топлива

Провести экспериментальную проверку разработанных теоретических положений, принятых гипотез и допущений, оценку адекватности выбранных расчетных моделей реальным конструкциям.

Разработать комплекс оборудования, необходимый для проведения специальных испытаний компоновочно-конструкторских схем систем хранения водорода на ГАТС и методологию их проведения с учетом:

- процесса ортопароконверсии в жидком водороде и объема окружающего пространства;
- особенностей тепло-массообмена в транспортных криогенных сосудах;
- особенности обеспечения взрывобезопасности при выбросе водорода из топливных сосудов и магистралей в эксплуатационных условиях с расходами более 0,5 кг/с за счет осуществления его дожигания или сбрасывания в атмосферу при меньших расходах.

Литература

1. Русаков В. З. Безопасность автотранспортных средств в эксплуатации. Автореферат дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. — М., 2005 г.
2. Рябчинский А. И. Правила № 29. ЕЭК ООН нуждаются в переработке. Факты. История вопроса // Автомобильная промышленность. — 2005. — № 1. — С. 35–37.
3. Исхаков Х. И., Пахомов А. В. Пожарная безопасность автомобиля. — М.: Транспорт, 1987. — С. 87.
4. Рябчинский А. И., Кисуленко В. В., Морозова Т. Э. Регламентация активной и пассивной безопасности автотранспортных средств. Учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — С. 432.

Информационное обеспечение аналитической деятельности в процессе антикризисного управления организацией

А. Н. Логунов

Российский государственный университет туризма и сервиса

Сегодня очевидно, что любое управление организацией в условиях рынка должно иметь антикризисную направленность. В основе антикризисного менеджмента современной организации лежит управление на базе постоянного мониторинга деятельности организации с целью своевременного диагностирования причин ухудшения финансового состояния и определения путей его восстановления [1].

Известно, что с диагностики кризиса начинается всякая борьба с ним. Кроме того, все стратегические и тактические задачи антикризисного управления современной организацией имеют подчиненное значение по отношению к задаче своевременной диагностики кризиса. Только после ее решения можно определить, в частности, какой тип стратегии конкурентной борьбы целесообразно использовать руководству предприятия в ближайшем будущем: оборонительный или наступательный.

Таким образом, роль диагностического анализа в процессе антикризисного управления современной организацией сложно переоценить. Эффективность работы аналитической службы организации напрямую зависит от информационного обеспечения, а именно, массива исходных данных, методов и средств его обработки. Все эти позиции взаимосвязаны.

Современные программные средства, существенно облегчая работу менеджеров-аналитиков организации, практически устанавливают ограничения на использование исходных данных. В качестве таковых большинство программных средств использует внутренние данные фирмы. Чаще всего это данные бухгалтерского учета, на основе которых делается вывод о финансовом состоянии организации.

По мнению автора, эффективность проводимого подобным образом диагностического анализа текущего состояния организации в процессе антикризисного управления весьма сомнительна. Рассмотрим проблему создания информационного массива исходных данных и его использования в рамках аналитической службы современного предприятия.

Известно, что информационная база для проведения диагностического анализа во многом определяется используемыми методами

диагностики [1]. Например, аналитические методы основаны на различных операциях со статистическими данными. При этом диагностический анализ предполагает использование методов комплексного экономического анализа, балльных и экспертных оценок, специальных коэффициентов и показателей сравнительной экономической эффективности и т. п.

С формальной точки зрения работа с исходной информацией в ходе диагностического анализа проходит три стадии [1]:

- группировку и обобщение;
- обработку материала;
- анализ.

При прохождении этих стадий исходная информация (элементы массива исходных данных) подвергается статистической обработке. Принимая во внимание, что для антикризисного управления одним из самых важных является фактор времени, автор считает особенно актуальным проведение предварительного качественного анализа параметров диагностируемого объекта (организации). Так как в любом объекте происходят не только количественные, но и качественные изменения, эта работа необходима для постановки точного диагноза.

На первой стадии аналитической работы в процессе антикризисного управления осуществляются сбор исходной информации и группировка элементов массива исходных данных. При этом, по мнению автора, целесообразно отдельно выделить массив внутренних исходных данных и массив внешних исходных данных. Рекомендуемая структура массивов и источники исходной информации обсуждаются ниже.

В процессе аналитической работы определяется принадлежность исходной информации к конкретной группе, подгруппе или классу по принципу сходства и однородности. Полученные результаты могут быть оформлены в виде так называемых аналитических матриц. Эта процедура позволяет выявить сравниваемые между собой предприятия, особенности их развития. Затем полученные данные обобщаются.

На второй стадии аналитической работы рассчитываются индексы и определяются синтетические показатели для оценки состояния

диагностируемого предприятия, тенденций и закономерностей его развития.

На третьей стадии делаются выводы о состоянии диагностируемого предприятия – в форме текста, дополненного графиками, таблицами, диаграммами и другим иллюстративным материалом.

Конечная цель проведения диагностического анализа – дать объективное заключение о текущем состоянии предприятия, зафиксировать порог, за которым складывается определенная комбинация показателей деятельности фирмы, определяющая общий неблагоприятный результат, который и будет кризисом (кризисным состоянием фирмы).

Известно, что составляющих кризиса множество. Поэтому диагностический анализ представляется многомерной и весьма непростой задачей.

По мнению автора, организация процесса диагностики на современном предприятии должна определяться тремя важнейшими требованиями:

- своевременностью распознавания кризисных явлений;
- достоверностью результата распознавания.
- непрерывностью процесса диагностики.

Очевидно, что особую важность имеет качество информационной поддержки процесса диагностики, его информационное обеспечение. Этой проблеме за последние годы было посвящено немало публикаций. На их основе можно выделить следующие необходимые требования к информационному обеспечению диагностического анализа антикризисного менеджмента современной организации: используемая информация должна быть достоверной, своевременной, полной и актуальной [2].

По мнению автора, важно принимать во внимание не только сами требования, но и возможные причины их нарушения на практике. Так, например, основными причинами недостоверности исходной информации, на взгляд автора, можно считать недостаточный уровень квалификации кадрового состава бухгалтерии, технических и планово-экономических служб организации, ошибки, допущенные при ведении бухгалтерского учета, а также умышленную фальсификацию, искажение информации, приводящие в последующем к умышленному банкротству предприятия.

Своевременность используемой информации означает ее уместность, ценность для прогнозирования возможных кризисных ситуаций в будущем, что является одной из основных задач

антикризисного менеджмента на современном этапе.

Полнота используемой информации означает ее достаточность для того, чтобы менеджер-аналитик смог сделать обоснованные выводы о фактическом текущем состоянии организации.

Требование актуальности используемой информации обусловлено тем обстоятельством, что при проведении диагностического анализа некоторая часть информации может «устареть», потеряв свою актуальность (например, из-за изменений в законодательной базе и других условий динамично изменяющейся внешней среды).

В настоящее время известны различные подходы к информационному обеспечению диагностического анализа в процессе антикризисного управления организацией. Все они ориентированы в основном на использование бухгалтерской отчетности и данных бухгалтерского учета [2].

Такое ограничение информационной базы, по мнению автора, уменьшает возможности анализа, снижает его результативность, поскольку остаются нераскрытыми важные для объективной оценки текущего состояния организации факторы, связанные с отраслевой принадлежностью хозяйствующего субъекта, состоянием внешней среды, тенденциями фондового рынка, а также информация, характеризующая собственников организации, ее конкурентов. Игнорирование данной информации может привести к ошибочным результатам диагностики и, как следствие, перечеркнуть все дальнейшие усилия менеджеров. В такой ситуации антикризисный менеджмент становится неэффективным.

С учетом вышесказанного сформулируем рекомендации по формированию информационного массива исходных данных. По мнению автора, подбор исходной информации должен идти одновременно по нескольким направлениям. Точнее говоря, подбор информации для диагностического анализа в процессе антикризисного управления должен осуществляться как в самой организации, являющейся объектом исследования, так и за ее пределами, во внешней среде. Соответственно подобную информацию можно разделить на внутреннюю и внешнюю.

В результате должно быть сформировано два информационных массива:

- массив внутренних исходных данных исследуемой организации;
- массив внешних исходных данных.

По мнению автора, типовой структурой массива внутренних исходных данных организации

может быть структура, состоящая из следующих элементов (информационных блоков). Это информация, содержащаяся в учредительных документах предприятия, учетно-отчетная информация, нормативно-плановая информация, акты ревизий, аудиторских и налоговых проверок, заключения коммерческих банков, судебных органов, проектно-техническая документация, бизнес-планы предприятия, стратегические планы и прочая информация. Рассмотрим основные элементы массива более подробно.

Основу информационного обеспечения антикризисного менеджмента современной организации составляет учетно-отчетная информация, которая включает данные бухгалтерской отчетности, а также информацию финансового, управленческого и оперативного учета [3].

Бухгалтерская отчетность — основной источник информации о финансовом положении организации как для внешних (собственники, кредиторы, реальные и потенциальные инвесторы, налоговые органы), так и для внутренних (менеджмент) пользователей. По сути, это единственный вид информации о деятельности организации, которая собирается регулярно и доступна всем заинтересованным пользователям в течение длительного времени. Поэтому очень важным становится понимание погрешностей и допущений в бухгалтерской отчетности, принятие во внимание которых может привести к неверной интерпретации результатов анализа текущего состояния организации.

Данные финансового, управленческого и оперативного учета также имеют важное значение. Они используются в ходе диагностического анализа состояния организации, а также для обоснования решений в области управления затратами, финансовыми потоками, при прогнозировании основных финансово-экономических показателей организации.

Как уже говорилось выше, чтобы обеспечить необходимую эффективность в современных условиях антикризисный менеджмент организации, кроме внутренней информации, в ходе диагностического анализа должен также использовать и внешнюю.

Массив внешних исходных данных, по мнению автора, должен включать следующие элементы или информационные блоки: информацию общеэкономического и политического характера, отраслевую информацию, информацию о состоянии рынка капитала, а также информацию, характеризующую собственников организации. Покажем значимость каждого элемента массива для проведения диагностического анализа.

Показатели, характеризующие общее экономическое состояние, необходимо использовать при проведении комплексного финансового анализа организации. Система таких показателей может быть сформирована с помощью данных, публикуемых Госкомстатом России, материалов таких изданий, как «Финансовая Россия», «Экономика и жизнь», «Эксперт», «Деньги» и пр., а также данных социологических исследований. К информации данного блока массива исходных внешних данных могут быть отнесены сведения, характеризующие государственную денежно-валютную, налоговую и кредитную политику.

Отраслевая информация включает сведения о текущем состоянии и общих тенденциях в отрасли, в которой функционирует организация. Важное значение здесь имеет информация о чувствительности отрасли к изменениям в экономике, маркетинговая информация и данные о конкуренции и конкурентах (объемы продаж, перспективы увеличения продаж, доли конкурентов на том сегменте рынка, на котором функционирует данная организация).

Информация о состоянии рынка капитала содержит данные о ставке рефинансирования, официальном курсе иностранных валют, кредитных и депозитных ставках коммерческих банков и другие сведения, доступные через Internet.

С помощью информации, характеризующей собственников организации, можно получить представление о целях деятельности организации и потенциальных каналах вывода активов в аффилированные фирмы. Значимость данной информации в антикризисном управлении связана с тем, что она позволяет идентифицировать организацию, ориентированные на долгосрочное устойчивое функционирование, и организации, которые преследуют краткосрочные цели извлечения прибыли, что в последующем может привести к банкротству.

Таким образом, каждый отдельно взятый элемент информационного массива исходных данных при условии соответствия предъявляемым к информации требованиям, рассмотренным выше, имеет важное значение для проведения эффективной диагностики.

Итак, информационный массив исходных данных для проведения диагностического анализа в процессе антикризисного управления современной организацией необходимо формировать с использованием как внутренних источников данных, так и внешних. Такой подход, по мнению автора, позволит:

- повысить достоверность результатов диагностики текущего состояния организации,

- в случае необходимости определить истинные причины кризисной ситуации,
- выявить и оценить влияние основных факторов (как внешних, так и внутренних),
- разработать и обосновать эффективные управленческие решения (планы антикризисных мероприятий) и сформулировать рекомендации по финансовому оздоровлению организации,

- обеспечить контроль выполнения планов и осуществить текущий мониторинг.

При этом трудоемкость аналитической деятельности, вызванная увеличением объема исходной информации, по мнению автора, возрастет незначительно, принимая во внимание современный уровень развития информационных технологий.

Литература

1. Антикризисное управление: Учебник / Под ред. Э. М. Короткова. — М.: ИНФРА-М, 2003. — 432 с.
2. Ендовицкий Д. А., Щербаков М. В. Информационная база диагностического анализа финансовой несостоятельности организации // Аудитор. — 2005. — №8. — С. 30–38.
3. Логунов А. Н. Информационное обеспечение антикризисного менеджмента современной организации // «Наука — сервис»: Сб. трудов XI Международной научно-практической конференции. — М.: ГОУВПО «МГУС», 2006. — С. 192–194.

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.

В. Е. Емельянов. Производство автомобильных бензинов. —

М.: Издательско «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.

Методика определения возможных уровней оптимального размера запаса агрегатов, узлов и комплектующих изделий на складах проектируемых предприятий автосервиса

С. А. Ширяев, В. А. Гудков, С. Н. Родионов, А. А. Раюшкина
Волгоградский государственный технический университет,
Волгоградский филиал российского государственного университета
туризма и сервиса

Обеспечение бесперебойности процесса обслуживания клиентов невозможно без определенного запаса материальных ресурсов, который необходимо возобновлять на складе по мере его расходования. Для этого требуется знать величину оптимального размера запаса ресурсов, определение которой является одной из задач материально-технического снабжения склада.

Существуют различные системы пополнения запасов и методики определения их оптимального размера [1]. К сожалению, использование большинства из этих методик на практике сталкивается с рядом трудностей, вызванных в основном несовершенной системой учета запасов и сложным математическим аппаратом. При проектировании новых складов в условиях, когда отсутствует какая-либо статистическая информация о работе данного склада, эти сложности усугубляются. Поэтому для определения возможных уровней требуемых запасов на проектируемом складе автосервисного предприятия предлагается следующая методика.

Требуемый (максимальный) запас Q_{\max} можно определить следующим образом:

$$Q_{\max} = Q_{\text{т}} + Q_{\text{пз}} + Q_{\text{ст}} \quad (1)$$

где $Q_{\text{т}}$ — текущий запас; $Q_{\text{пз}}$ — запас, связанный с выполнением подготовительно-заключительных операций (погрузка-разгрузка запасных частей, их приемка по количеству и качеству, складирование, оформление документов, нанесение маркировки и др.); $Q_{\text{ст}}$ — страховой запас.

Минимальный уровень запасов Q_{\min} составит:

$$Q_{\min} = Q_{\text{пз}} + Q_{\text{ст}} \quad (2)$$

Фактический уровень запасов не должен превышать максимальный и не должен опускаться ниже минимального.

Текущий уровень запаса ($Q_{\text{т}}$) зависит от среднесуточного потребления запасных частей

($P_{\text{ср}}$) и среднего времени между поставками ($T_{\text{ср}}$) и определяется следующим образом:

$$Q_{\text{т}} = P_{\text{ср}} T_{\text{ср}} \quad (3)$$

Запас, связанный с выполнением подготовительно-заключительных операций:

$$Q_{\text{пз}} = P_{\text{ср}} t_{\text{пз}} \quad (4)$$

где $t_{\text{пз}}$ — время на выполнение подготовительно-заключительных операций.

Страховой запас призван компенсировать сбои в процессе поставок, незапланированное повышение спроса на запасные части и другие форс-мажорные обстоятельства. При изменении спроса по нормальному закону распределения страховой запас определится из выражения

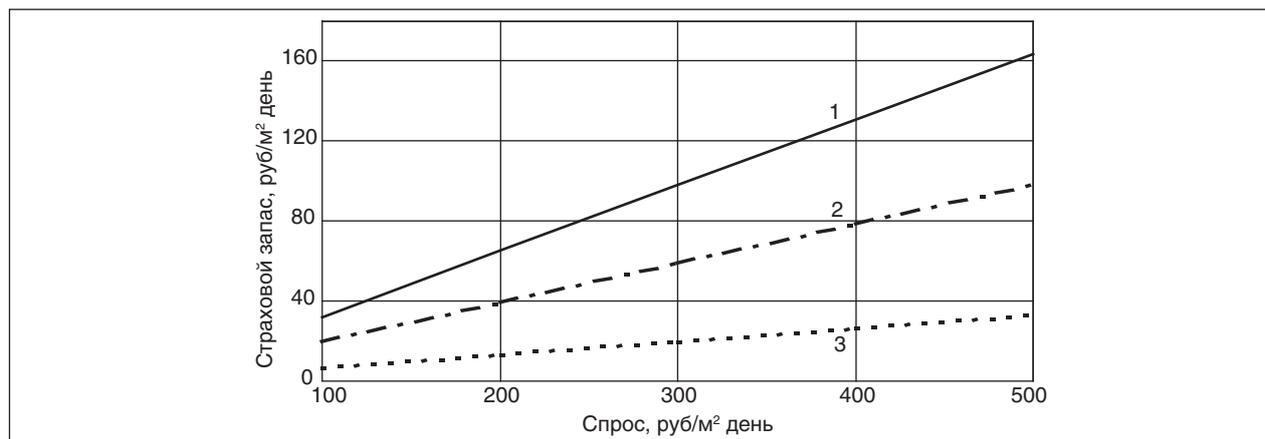
$$Q_{\text{ст}} = k\sigma \quad (5)$$

где σ — среднеквадратическое отклонение расходования запасных частей (спроса) в единицу времени; k — коэффициент, определяющий надежность спроса (численное значение стандартизованного отклонения интегральной функции нормального распределения, соответствующее доверительной вероятности).

При доверительной вероятности 0,95 $k = 1,96$, а при 0,99 — 2,58.

Используя приведенные выше выражения, проведем расчет (в стоимостном выражении) возможных уровней максимального и минимального запасов агрегатов, запасных частей и комплектующих изделий автомобилей на проектируемом автосервисном предприятии.

Прежде чем приступить к расчетам, сделаем следующее замечание. Для эффективного управления уровнями запасов агрегатов, запасных частей и комплектующих изделий необходимо разделить их на три основные группы: высоко-го, постоянного и нерегулярного спроса, а затем проводить расчеты запасов по каждой из выделенных групп деталей. Для вновь создаваемого склада, как уже было сказано выше, это крайне затруднительно из-за отсутствия статистических



Номограмма для определения удельного страхового запаса склада при различных колебаниях спроса: 1 — 50%; 2 — 30%; 3 — 10%

данных, поэтому расчет будем вести по удельному среднему спросу (p_{cp}) — руб./м²день.

Принимая во внимание вышесказанное и обозначив площадь склада через $F_{ск}$ выражения 1–5 запишутся в виде:

текущий уровень запасов:

$$Q_T = p_{cp} F_{ск} T_{cp}; \quad (6)$$

уровень запасов, связанный с выполнением подготовительно заключительных операций:

$$Q_{пз} = p_{cp} F_{ск} t_{пз}; \quad (7)$$

страховой уровень запасов:

$$Q_{ст} = k\sigma F_{ск} (T_{cp} + t_{пз}); \quad (8)$$

максимальный уровень запасов:

$$Q_{max} = p_{cp} F_{ск} T_{cp} + p_{cp} F_{ск} t_{пз} + k\sigma F_{ск} (T_{cp} + t_{пз}); \quad (9)$$

минимальный уровень запасов:

$$Q_{min} = p_{cp} F_{ск} t_{пз} + k\sigma F_{ск} (T_{cp} + t_{пз}). \quad (10)$$

Принимая во внимание, что $(T_{cp} + t_{пз}) = D_n$ — есть количество дней от момента подачи заявки до размещения груза (запасных частей) на складе, а $k\sigma = q_{ст}$ представляет собой ни что иное как удельный страховой уровень запасов, и проведя несложные преобразования в выражениях (9 и 10), получим:

$$Q_{max} = F_{ск} D_n (p_{cp} + q_{ст}); \quad (11)$$

$$Q_{min} = F_{ск} (p_{cp} t_{пз} + q_{ст} D_n). \quad (12)$$

Наибольшую трудность при расчетах по приведенным выше формулам представляет отыскание удельного страхового запаса. При нормальном распределении колебаний спроса на запасные части σ с удовлетворительной степенью точности может быть найдена путем деления

величины максимально возможного отклонения Δp_{cp} от средней величины спроса на три (так называемое «правило трех сигма» [2]). Задавая последовательно величину среднего удельного спроса 100, 200, 300, 400 и 500 руб./м²день, а также максимально возможного отклонения Δp_{cp} от этого спроса в пределах 10, 30 и 50% и принимая $k = 1,96$ рассчитаем значения $q_{ст}$. Результаты расчетов приведены на рисунке.

Зная удельный уровень страховых запасов на складе и задавая T_{cp} , $t_{пз}$ и $F_{ск}$ можно рассчитать все необходимые уровни запасов.

В качестве примера ниже (табл. 1–4) приведены результаты расчета Q_T , $Q_{ст}$, Q_{max} , Q_{min} проектируемого склада для следующих исходных данных: $p_{cp} = 100, 200, 300, 500$ руб./м²день; $T_{cp} = 20, 30$ дней; $t_{пз} = 5$ дней; $F_{ск} = 1000, 2000, 3000$ м² и $\Delta p_{cp} = 10, 30, 50\%$.

Табл. 1. Текущий уровень запаса склада запасных частей, млн руб.

Удельный спрос, руб/м ² день	Дни поставок	Площадь склада, м ²		
		1000	2000	3000
100	20	2	6	10
	30	3	9	15
	40	4	12	20
200	20	4	12	20
	30	6	18	30
	40	8	24	40
300	20	6	18	30
	30	9	27	45
	40	12	36	60
500	20	10	30	50
	30	15	45	75
	40	20	60	100

Табл. 2. Уровень запаса склада запасных частей

Удельный спрос, руб/м ² .день	Δp_{cp} , %	Площадь склада, м ²								
		1000			2000			3000		
		Дни поставок ($T_{cp} + t_{пз}$)								
		25	35	45	25	35	45	25	35	45
Страховой уровень, млн руб.										
100	10	0,164	0,229	0,295	0,328	0,458	0,590	0,492	0,687	0,885
	30	0,490	0,686	0,882	0,980	1,372	1,764	1,470	2,058	2,646
	50	0,817	1,144	1,470	1,634	2,288	2,940	2,451	3,432	4,410
200	10	0,328	0,457	0,588	0,656	0,914	1,176	1,089	1,371	1,764
	30	0,980	1,372	1,764	1,960	2,744	3,528	2,940	4,116	5,292
	50	1,634	2,287	2,940	3,268	4,574	5,880	4,902	6,861	8,820
300	10	0,490	0,686	0,882	0,980	1,372	1,764	1,470	2,058	2,646
	30	1,470	2,058	2,646	2,940	4,116	5,292	4,410	6,174	7,938
	50	2,450	3,430	4,410	4,900	6,860	9,800	7,35	10,290	14,700
500	10	0,817	1,144	1,470	1,634	2,288	2,940	2,451	3,432	4,410
	30	2,450	3,430	4,410	4,900	6,860	9,800	7,35	10,290	14,700
	50	4,084	5,717	7,351	8,168	11,434	14,702	12,252	17,151	22,053
Минимальный уровень, млн руб.										
100	10	0,664	0,729	0,795	1,328	1,458	1,590	1,992	2,187	2,385
	30	0,990	1,186	1,382	1,980	2,372	2,764	2,970	3,558	4,146
	50	1,317	1,644	1,970	1,634	3,288	3,940	3,951	4,932	5,910
200	10	1,328	1,457	1,588	2,656	2,914	3,176	4,089	4,371	4,764
	30	1,980	2,372	2,764	2,960	4,744	5,528	5,940	7,116	8,292
	50	2,634	3,287	3,940	5,268	6,574	7,880	7,902	9,861	11,820
300	10	1,990	2,186	2,382	3,980	4,372	4,764	5,970	6,558	7,146
	30	2,970	3,558	4,146	5,940	7,116	8,292	8,910	9,674	12,438
	50	3,950	4,930	5,910	7,900	9,860	12,800	11,850	14,790	19,200
500	10	3,317	3,644	3,970	5,634	7,288	7,940	9,951	10,932	11,910
	30	4,950	5,930	6,910	9,900	11,860	14,800	14,850	17,790	22,200
	50	6,584	8,217	9,851	18,168	16,434	19,702	19,752	24,651	29,553
Максимальный уровень, млн руб.										
100	10	2,664	3,730	4,795	5,328	7,460	9,590	7,992	11,190	14,385
	30	2,990	4,186	5,382	5,980	8,372	10,764	8,970	12,588	16,146
	50	3,317	4,644	5,970	6,634	9,288	11,940	9,951	13,932	17,910
200	10	5,330	7,458	9,588	10,660	14,916	19,176	15,990	22,374	28,764
	30	5,980	8,372	10,764	11,960	16,744	21,528	17,940	25,116	32,292
	50	6,630	9,287	11,941	13,260	18,574	23,882	19,890	27,861	35,823
300	10	7,990	11,186	14,382	15,980	22,372	28,764	23,970	33,558	43,146
	30	8,970	12,588	16,146	17,940	25,116	32,292	26,910	37,674	48,438
	50	9,970	13,985	17,946	19,940	27,916	35,892	29,910	41,874	53,838
500	10	13,317	18,644	23,970	26,634	37,288	47,940	39,951	55,932	71,910
	30	14,950	20,930	26,910	29,900	41,860	53,820	44,850	62,790	80,730
	50	16,590	23,217	29,851	33,180	46,434	59,702	49,770	69,650	89,553

Предложенная методика позволяет уже на стадии проектирования складов автосервисных предприятий рассчитывать оптимальные уровни запаса агрегатов, узлов и комплектующих изделий, а также прогнозировать их необходимые

объемы при изменяющихся условиях внешней среды (спроса, дней поставки, площади и др.).

Литература

1. *Сергеев В. И.* Логистика в бизнесе: Учебник. — М.: ИНФРА-М, 2001. — 608 с.
2. *Вентцель Е. С.* Теория вероятностей. — М.: Наука, 1969. — 576 с.

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 под рисунками подписи.
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 технологии компьютерного моделирования швейных изделий

*В. А. Сучилин, Т. Н. Архипова, В. Б. Чубаров
Российский государственный университет туризма и сервиса*

На современных швейных предприятиях, в том числе и на малых предприятиях сферы сервиса, организация производственного процесса осуществляется, как правило, на основе широкого использования компьютерных систем моделирования и конструирования изделий, планирования и проектирования технологических процессов, составления потоков и организации производственных связей. Известно, что при планировании и проектировании технологических процессов решаются две основные задачи: разрабатывают технологическую схему потока (схему разделения труда в потоке) и составляют планировку потока.

Результатом решения первой задачи является перечень организационных операций, каждая из которых является частью технологического процесса пошива изделия и назначается для выполнения отдельному рабочему. При этом необходимо так составлять эти операции, чтобы все рабочие работали в едином ритме. Только в ритмично работающем потоке можно получить экономический и социальный эффект.

Итогом решения второй задачи является план размещения рабочих мест на площади цеха или участка, связанных между собой необходимыми транспортными средствами (тележками, междустольями, конвейерами и т. п.). Здесь необходимо решить задачу обеспечения максимального удобства работы и минимальности пути перемещения предметов труда от запуска деталей до выпуска готовых изделий.

Рассмотренные задачи, которые ежедневно решают технологи предприятия, довольно трудоемкие и сложные. Поэтому технологам существенную помощь оказывает компьютер. В связи с этим швейные предприятия широко используют различные системы автоматизированного проектирования технологических процессов, например САПР «Технолог». Основой работы САПР «Технолог» является база данных, представляющая собой совокупность всех методов обработки изделия. База данных (БД) размещается в виде совокупности файлов на жестком магнитном диске. Работа с БД по ее созданию, дополнению, корректировке, поиску необходимой информации осуществляется с помощью пакета прикладных программ, об-

разующих систему управления базой данных (СУБД).

Вся совокупность файлов БД подразделяется на несколько типов: файлы конструктивных решений, каждая запись которых определяет разновидность конструктивного исполнения узла; файлы технологических решений, содержащих информацию о методе обработки конкретной разновидности узла; файлы технических условий исполнения технологически неделимых операций (ТНО); файлы графических изображений сечений швов; файлы норм времени. Кроме этого, БД содержит справочные файлы о характеристиках применяемого технологического оборудования и приспособлениях малой механизации. Работа с компьютером основана на применении системы меню, подсказывающего, что он должен делать на том или ином шаге проектирования в процессе решения задачи. Главное меню представляет технологу перечень подсистем САПР, с которыми можно работать. В зависимости от решаемой задачи с помощью управляющих клавиш клавиатуры выбирается та или иная подсистема. Стрелка, которая перемещается под управлением клавиш, указывает на подсистему. После выбора подсистемы компьютер предоставляет технологу возможность решать задачи, входящие в эту подсистему.

Для определения нужной информации в базе данных компьютер предлагает технологу ряд меню и подсказок, с помощью которых он получает доступ к той информации (тому файлу), которая нужна. Далее эту информацию можно просматривать, дополнять, корректировать (удалять, заменять и вставлять записи), печатать и т. д.

Система меню и подсказок, которые сопровождают работу технолога на каждом шагу работы, позволяет быстро освоить работу на компьютере и выполнить нужные манипуляции с информацией. Компьютер помогает технологу и при решении других задач, например по расчету норм времени на ТНО, разработке технологических схем разделения труда и составлению планировки швейного потока.

САПР «Технолог» тесным образом интегрируется с автоматизированной системой управления технологическим процессом (АСУТП)

производства изделий. Рабочие места в цехе на современных предприятиях оборудованы мониторами, с помощью которых работники получают необходимую информацию от технолога по мере необходимости.

В случае возникновения «узких» мест технолог изменяет маршрут перемещения деталей, обеспечивая их доставку для обработки на резервных или менее загруженных рабочих местах. Намечается оптимальный путь к нужному рабочему месту, что снижает уровень незавершенного производства и уменьшает время производственного цикла.

Работница, используя монитор, самостоятельно может получать информацию об обрабатываемых деталях, моделях изготавливаемых изделий, параметрах технологических операций и инструкциях по их выполнению и других нормативных данных для качественного выполнения технологического процесса.

Описанные выше производственные этапы, где организационно-технологические процедуры достаточно широко связаны с компьютерными системами, возможны даже на малых предприятиях. Подтверждению этому может служить все более широкое использование систем автоматизированного проектирования «АССОЛЬ», «ГРАЦИЯ», «JULIVI» или отдельных их модулей, позволяющих повысить эффективность работы предприятий за счет повышения гибкости технологических процессов, автоматизирующих работу и взаимодействие производственных подразделений, ускоряющих процесс подготовки моделей и раскроя материалов. Однако процесс моделирования новых моделей швейных изделий все еще остается «слабым» звеном в производственном процессе, так как требует участия квалифицированных художников-модельеров и дорогостоящих электронных технических средств. Это в первую очередь относится к малым швейным предприятиям.

В то же время в реальных условиях работы малых швейных предприятий, как правило, в наличии, кроме швейных машин, имеется всего лишь один компьютер для учета заказов на швейные изделия от индивидуальных потребителей. Кроме того, в подобных швейных предприятиях, как правило, большая часть выпуска изделий приходится на простые швейные изделия, например платья, юбки, палатки для туристов, тенты для автомашин, пляжные зонты и т. п. изделия, форма которых достаточно проста. Причем при разработке подобных изделий конструктору необходимо знать лишь несколько размеров, например, для туристической палатки,

автомобильного тента, пляжного или торгового зонта необходимо знать лишь габаритные размеры. Для изделия юбки обязательны лишь размеры роста клиента, обхвата талии и ширины низа. А остальные элементы конструкции (вид ткани, форма карманов, наличие складок и т. д.) дополнительно согласуются с клиентом и берутся из соответствующего каталога. В некоторых случаях выполняется из бумаги модель изделия в масштабе, например 1:5 или 1:10, что позволяет оценить модель в целом и, кроме того, рассчитать количество необходимого материала для изделия.

Для проведения моделирования подобных изделий можно воспользоваться аналитическими зависимостями некоторых известных поверхностей второго порядка, которые позволят в 3-мерных координатах наглядно отображать изделие и давать размерные параметры для дальнейших этапов конструирования и производства изделий.

Таким образом, данный метод моделирования простых швейных изделий позволит провести их разработку в условиях малых предприятий оперативно и с минимальными затратами, что расширит возможности малых швейных предприятий по выпуску качественных и конкурентоспособных швейных изделий.

Поставленная задача достигается тем, что метод моделирования швейного изделия, заключающийся в том, что на экране монитора получают в уменьшенном масштабе 3-мерное изображение каркаса швейного изделия, параметры которого переносят в базу данных компьютера, служащие в дальнейшем основой для конструирования и производства швейного изделия.

Таким образом, на основе предварительно составленных математических зависимостей, отображающих форму внешней поверхности изделия в заданном масштабе, включающих параметры размерных признаков изделия, по желанию заказчика получают всю основную информацию для производства подобных изделий. Для одежды, естественно, необходимы размерные признаки самого заказчика.

Метод моделирования швейных изделий вида туристической палатки, автомобильного тента или пляжных и торговых зонтов, имеющих значительные габариты и похожую форму, могут моделироваться по одним и тем же аналитическим зависимостям. Так, процесс моделирования палатки осуществляется следующим образом. В системе Mathcad на монитор компьютера выводятся аналитические зависимости поверхности

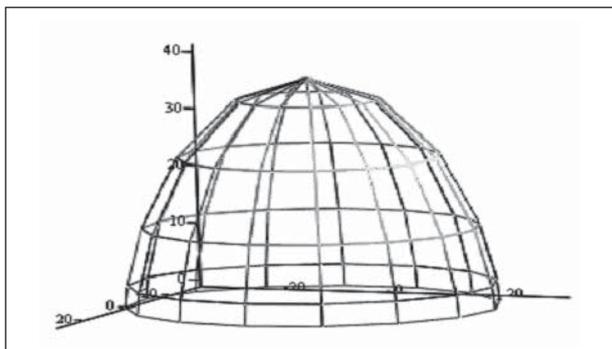


Рис. 1. Каркас палатки в 3-мерных координатах

второго порядка, например, циклоидального типа (1):

$$\begin{aligned} x &= (t, \gamma) = a(t + \sin t) \cos \gamma \\ y &= (t, \gamma) = a(t + \sin t) \sin \gamma \\ z &= (t) = c(1 + \cos t), \end{aligned} \quad (1)$$

где $0 \leq \gamma \leq 2\pi$; $0 \leq t \leq \pi$.

В результате реализации этих зависимостей в системе Mathcad при определенных значениях a и c , соответственно отвечающих за габариты изделия, на экране монитора выводится каркас палатки (рис. 1), имеющий то число меридиан и параллелей, которое задается предварительно при обращении к виду поверхности графика и регулируется при его анализе. Система Mathcad позволяет поворачивать каркас палатки, изменять цвет материала, обтягивающий ее (рис. 2).

Важно, что аналитические зависимости, задающие форму палатки, позволяют легко определять расчетным путем ее объем и площадь расходуемого материала. И, кроме того, выполнять объемную модель из легко застывающей пластмассы с помощью 3-мерного принтера. А также «дорисовывать», т. е. дополнять необходимые конструктивные элементы на изделии. Примером может являться размещение входной

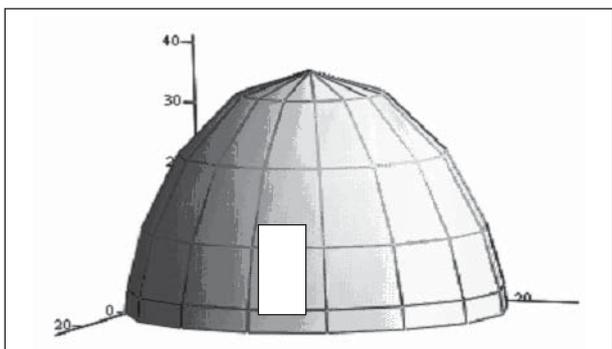


Рис. 2. Форма палатки в 3-мерных координатах

двери, окна или солнечных батарей, что важно для палаток, используемых туристами, охотниками, рыбаками, геологами.

Значительно упрощается процесс моделирования таких изделий, как юбка, платье, если воспользоваться методом их моделирования на основе аналитических зависимостей, приближенно аппроксимирующих их форму. В системе Mathcad на монитор компьютера выводятся аналитические зависимости, например, гофрированного параболоида вращения (2):

$$\begin{aligned} x &= x(r, \varphi) = r[1 + (a r \cos n\varphi)/R] \cos \varphi \\ y &= y(r, \varphi) = r[1 + (a r \cos n\varphi)/R] \sin \varphi \\ z &= z(r) = h(1 - r^2/R^2), \end{aligned} \quad (2)$$

где a — амплитуда гофров в основании поверхности; n — число вершин синусоиды на круговом плане основания поверхности; R — радиус базовой окружности параболоида в основании, относительно которой построена круговая синусоида; r — радиус верхней окружности, определяющий обхват талии клиента, варьирующийся в интервале $0 \leq r \leq R$; h — высота гофрированного параболоида вращения; угол φ берется в пределах $0-2\pi$.

Задаются также вертикальные и горизонтальные линии параболоида, что определяет в первом случае число гофров на юбке, а во втором — линии отделки юбки, позволяющие определять положение карманов и других конструктивных элементов. В случае, когда количество указанных выше линий параболоида соответственно равно 30 и 10, получается юбка с горизонтальными параллельными сечениями (рис. 3), и когда их количество соответственно 30 и 2, получают юбку без горизонтальных линий (рис. 4). При уменьшении числа вертикальных линий можно получить юбку, например, из пяти, шести и другого числа клиньев, а при значении: $a = 0$ получается юбка без гофр.

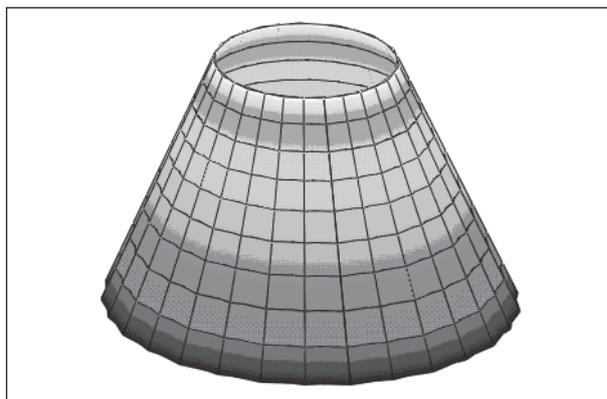


Рис. 3. Каркас юбки с гофрами

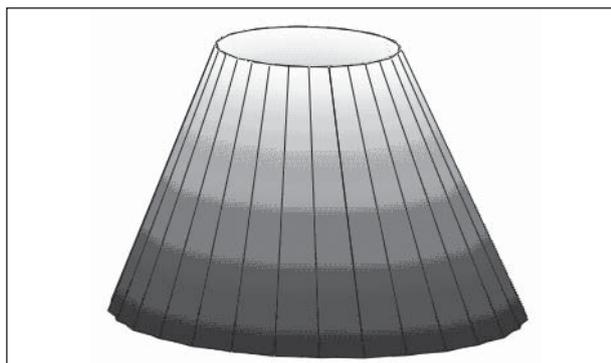


Рис. 4. Каркас юбки без параллельных сечений

Полученный каркас формы юбки (рис. 3) упрощает разметку таких конструктивных элементов как карманы, пояс, а также оформление необходимых вытачек.

Важно также, что данный метод моделирования позволяет выполнять форму юбки в цвете. Причем расцветка может быть различной по элементам юбки. Поворачивая ее, можно находить оптимальные варианты формы, размеров, цвета и согласовывать их с клиентом.

В некоторых случаях по виду каркаса изделия можно выполнить модель в уменьшенном масштабе, например из бумаги, что позволит рассчитать количество потребляемого материала на изделие. Хотя аналитические зависимости, по которым строится каркас изделия, дают возможность легко получить искомые характеристики. Однако для гофрированных изделий это несколько сложнее, чем для изделий с гладкими поверхностями.

Для изделий вида платье, юбка желательно



Рис. 5. Каркас юбки, выполненный с учетом параметров «золотого сечения»

соблюдать пропорции в одежде, что требует знать также расстояние от линии талии до низа юбки и от линии талии до линии плеч. Отношения этих расстояний может составлять величину 1,62, что является основным параметром «золотого сечения» в системе «человек-изделие» (рис. 5). Подобная пропорция позволяет создавать гармоничные изделия, имеющие значительный спрос у индивидуального потребителя. При изменении роста заказчика меняются, естественно, и значения L_1 и L_2 . Однако их отношение останется постоянным и равным $L_1/L_2 = 1,62$ для «золотого сечения» в системе «человек-изделие».

Предложенный метод моделирования швейных изделий может найти применение при разработке других изделий, в том числе и не относящихся к швейным.

Литература

1. Комиссаров О. Ю., Скирута М. А. Одежда и компьютер. — М: Легпромбытиздат, 1991. — 208 с.
2. Сучилин В. А., Булгина И. А. Автоматизированная система управления технологическим процессом швейного производства // Вестник ТГУС. Серия «Проблемы и решения современных технологий». — 2008. — Вып. №3. — С. 35–40.
3. Энциклопедия элементарной математики. — М., 1951.
4. Сучилин В. А., Архипова Т. Н., Чубаров В. Б. Некоторые особенности разработки высокотехнологичных швейных изделий // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса. — 2008. — Вып. №4(7). — С. 37–43.

Перспективы использования гелиоустановок для крупных вычислительных центров

Т. С. Аббасова

Российский государственный университет туризма и сервиса

Гелиоустановки с помощью солнечных батарей осуществляют прямое преобразование солнечной энергии в электрическую энергию, эффективны с точки зрения ресурсосбережения и экологии. На работу гелиоустановок большое влияние оказывают местные климатические условия. Однако следует учесть тот факт, что солнечная энергия, поступающая на поверхность Земли в течение года, равна $8 \cdot 10^8$ ТВт·ч, а потребление первичной энергии всех видов за год составляет лишь $1 \cdot 10^5$ ТВт·ч. Таким образом, работы по преобразованию солнечной энергии перспективны.

Климатические особенности средней полосы России: около 80% солнечной энергии поступает лишь в течение полугода (лето, половина весны и половина осени). Однако если говорить о перспективах развития гелиоустановок для крупных вычислительных центров (называемых также центрами обработки данных, ЦОД), то в связи с тенденцией выноса ЦОД из мегаполисов в регионы можно подобрать регионы с соответствующими климатическими условиями. Возможно функционирование ЦОД с использованием гелиоустановок и в средней полосе России, но в этом случае необходимо разработать дополнительные схемы резервирования источника солнечной энергии в дополнение к способам резервирования источников питания для компьютерного и телекоммуникационного оборудования, рассмотренных в [1]. Таким образом, альтернативные источники питания могут быть дополнительными, резервными, а в некоторых случаях и полностью заменять традиционные источники электропитания.

Рассмотрим параметры солнечных батарей (ячеек), входящих в состав гелиоустановок. В первую очередь солнечная ячейка оценивается своим КПД (в соответствии со стандартом DIN EN 60904–3):

$$\eta = P_e / P_s, \quad (1)$$

где P_e — снимаемая электрическая мощность; P_s — световая мощность, попадающая на поверхность кристалла.

При определении КПД в качестве базового параметра принимается снимаемая электрическая мощность 1000 Вт/м^2 , получаемая под

действием солнечных лучей, которые перпендикулярно падают на поверхность из кремниевых ячеек, имеющую температуру $+25^\circ\text{C}$.

Для производства батарей используют наиболее распространенный в земной коре химический элемент кремний. Среднее значение КПД в солнечных батареях на монокристаллическом кремнии около 15%. Толщина кремниевых шайб (кристаллов), входящих в состав солнечной батареи, $0,3\text{--}0,4$ мм. Кристалл имеет примеси, например бора и фосфора, которые образуют два граничащих между собой слоя с разными электрическими характеристиками. В результате воздействия на кристалл солнечного света на переходе между слоями образуется электрическое поле. С металлических контактов снимается электрический ток. Конструкция металлических выводов, расположенных на верхней и нижней сторонах кристалла, выполняется таким образом, чтобы на поверхность кристалла попадало как можно больше света. Для этого на поверхность наносится специальный слой, который уменьшает отражение, а металлические контакты выполнены в виде гребенки.

Напряжение солнечной ячейки $0,4\text{--}0,5$ В. Электрическая мощность, снимаемая с одной ячейки, измеряется в ваттах, с модуля — в киловаттах, с большой гелиоустановки — в мегаваттах. Базовая величина мощности 1 кВт/м^2 может быть получена при прямом солнечном облучении. Кристалл ячейки размером 10×10 см в зависимости от КПД обеспечивает снимаемую электрическую мощность $1,2\text{--}1,75$ Вт. Чтобы получить более высокие мощности с отдельных ячеек, их собирают в модули для обеспечения широкого диапазона мощности от нескольких микроватт до десятков мегаватт. Модули являются основой гелиоустановок.

Гелиоустановки, вырабатывающие мощность до десятков мегаватт, называются гелиосистемами. Независимо от величины вырабатываемой мощности гелиоустановки имеют одинаковую принципиальную схему.

Несмотря на невысокие значения КПД солнечных батарей, они имеют следующие преимущества: бесшумная работа; отсутствие подвижных частей, увеличивающее износостойкость; гарантия до 26 лет; загрязнение солнечных

модулей, устанавливаемых с небольшим углом наклона, практически не играет роли, так как дожди при средней частоте выпадения смывают оседающую пыль; небольшие эксплуатационные расходы; возможность монтажа в различные приборы и конструкции зданий; безопасность для окружающей среды.

Рассмотрим способы использования гелиоустановок для ЦОД. ЦОД — это совместно используемая инфраструктура для размещения данных и их обработки предприятиями не очень большого масштаба, которым легче арендовать вычислительные мощности у более крупной организации, чем иметь расходы на электропотребление и управление вычислительным оборудованием. Для бесперебойного обеспечения энергией оборудования ЦОД или любого другого менее масштабного вычислительного центра нужен автономный источник энергии, который включается после того, как выработал свой ресурс главный элемент системы бесперебойного питания — источник бесперебойного питания. Выбор типа автономного источника определяется его назначением, потребляемой мощностью, наличием или отсутствием сети электроснабжения, географическим положением потребителя и допустимыми затратами. В настоящее время в качестве автономного источника обычно используется дизель-генератор, имеющий высокую надежность. Однако использование в качестве автономного источника питания солнечной энергии в диапазоне широт от экватора до 60° южной и серверной широты увеличивает энергетические ресурсы и позволяет экономить значительное количество жидкого дизельного топлива. При уменьшении стоимости солнечного ватта до 50 центов гелиоустановки смогут конкурировать с другими автономными источниками энергии, например с дизельными электростанциями.

Гелиоустановки могут быть зависящими от сети и не зависящими (автономными), что важно для работы ЦОД, которые также могут работать автономно. На современном этапе развития вычислительных средств предполагается использовать солнечную энергию как дополнительный источник питания оборудования ЦОД, основным источником является электрическая

сеть. Поэтому пока стоит вопрос о внедрении в крупные вычислительные центры зависящих от сети гелиоустановок. Зависящие от сети гелиоустановки, вырабатывающие мощность от нескольких киловатт, включают инвертор, через который энергия поступает в электрические сети общего пользования. Установки такой мощности монтируются, как правило, на крышах зданий. Зависящие от сети гелиоустановки, вырабатывающие мощность до нескольких мегаватт, являются крупными централизованными системами и устанавливаются на крышах, фасадах зданий, шумозащитных стенках, а также вне городских сооружений на специальных конструкциях, монтируемых на опорах.

В перспективе стоит вопрос об использовании независимых от сети гелиоустановок, которые делятся на удаленные от сети и не связанные с сетью. Не связанные с сетью установки обеспечивают надежное и экономичное питание потребителей, альтернативное электроснабжению от традиционных электрических сетей, расположенных поблизости. Удаленные от сети установки расположены в местах, где сети отсутствуют или невозможно подключение к имеющимся сетям. Удаленные гелиоустановки, вырабатывающие большую мощность, называются автономными (островными) гелиосистемами.

Механические характеристики модулей гелиоустановок должны обеспечить такую конструкцию, которая в течение длительного времени способна противостоять воздействию климатических и погодных факторов.

Для функционирования ЦОД необходимы гелиоустановки средней и большой мощности для питания оборудования с напряжением 220 В переменного тока. Для того чтобы обеспечить электропитание оборудования ЦОД, потребляющего переменный ток, в схему гелиоустановки на рис. 1 включен инвертор. Аккумулятор служит для того, чтобы накапливать вырабатываемую гелиогенератором энергию и отдавать ее потребителю при плохой погоде и в темное время суток. Гелиоустройства обычно имеют никель-кадмиевые, никель-металлогидридные, свинцовые или литиевоионные аккумуляторные батареи, а также двухслойные конденсаторы.

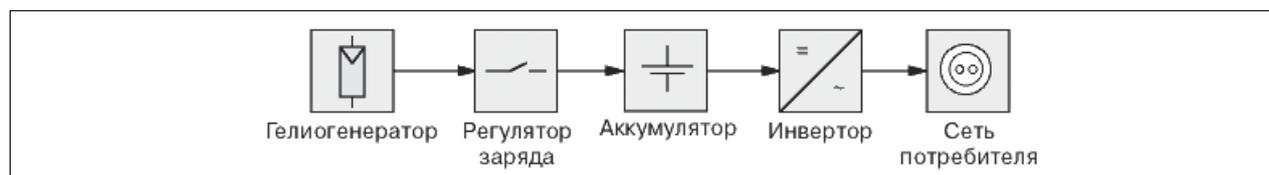


Рис. 1. Гелиогенератор в схеме электроснабжения переменного тока

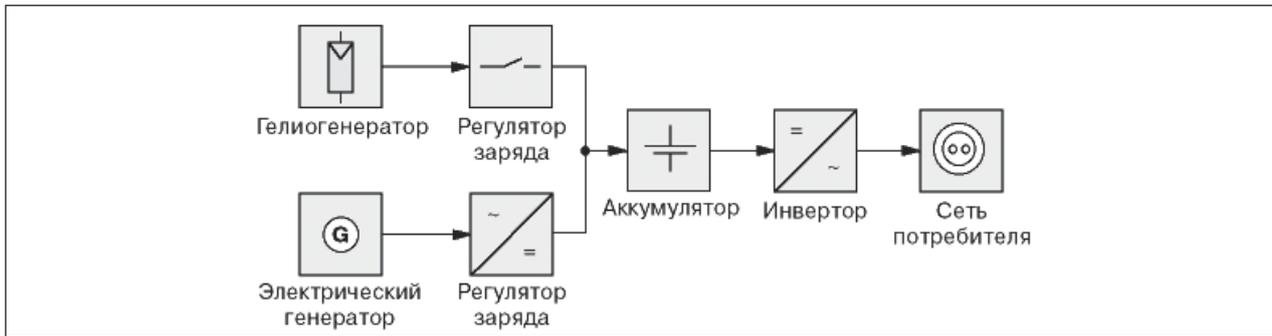


Рис. 2. Гибридная схема с гелиогенератором и мотор-генераторным агрегатом

При ощутимых климатических и суточных колебаниях солнечной энергии используются гибридные установки. На рис. 2 приведена комбинация гелиогенератора и дизель-генераторного агрегата, которая обеспечивает такое же надежное электроснабжение, как и от обычной сети общего пользования. В таких агрегатах вместо дизеля может использоваться двигатель, работающий на сжиженном газе.

В тех климатических зонах, для которых характерны сильные ветры, можно осуществить дополнительное резервирование источника солнечной энергии ветросиловой установкой, как показано на рис. 3. Дизель-генераторный агрегат начинает работать при возникновении опасности глубокого разряда батареи для питания нагрузки и одновременного заряда аккумуляторной батареи. При включении в схему ветросиловой установки частота и продолжительность включения дизель-генераторной установки снижается, что снижает расход жидкого топлива в дизель-генераторном агрегате.

Оценим возможности для получения и преобразования солнечной энергии, которые для каждого конкретного пункта на земном шаре определяются путем расчетов с использованием данных по солнечной радиации из климатических справочников. Эти данные не учитывают быстро меняющийся характер облачности, поэтому результаты расчетов по справочникам приближительные. Для того чтобы получить численные значения количества солнечной энергии, падающей на поверхности солнечных батарей с разным наклоном к горизонту, необходимо располагать точными наземными измерениями солнечной радиации.

Для решения задач, связанных с длительным непрерывным мониторингом радиационных свойств атмосферы и накоплением наборов данных измерений солнечной радиации в широком спектральном диапазоне, датчики радиации и отдельные элементы измерительного комплекса должны иметь сертификат ISO 9001 в соответствии с требованиями Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) [2] для

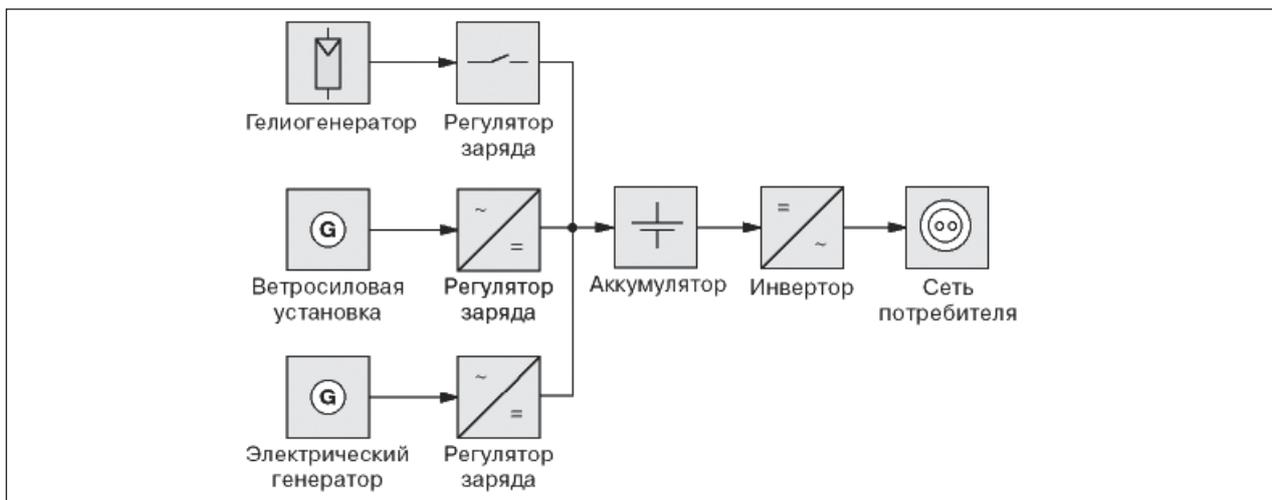


Рис. 3. Гибридная схема с гелиогенератором, мотор-генераторным агрегатом и ветросиловой установкой

Датчики излучения, используемые при мониторинге радиационных свойств атмосферы

Тип датчика	Измеряемые компоненты	Тип радиации	Спектральный диапазон, нм
UV-S-B-C	Диффузная, глобальная	UV-B радиация	280–315
UV-S-A-C	Глобальная	UV-A радиация	315–400
PAR Lite	Глобальная	Фотосинтетически активная радиация (PAR)	400–700
SP Lite	Глобальная	Видимое и ближнее инфракрасное излучение	400–1100
CM-11	Диффузная, глобальная	Солнечная радиация	305–2800
CH-1	Прямая	Солнечная радиация	200–4000
CG-1	Глобальная	Собственное излучение атмосферы	4,5–42 мкм

использования на сетевых станциях. В таблице представлены спектральные диапазоны от ультрафиолетовой (UV-B) до инфракрасной (IR) границы спектра, в которых проводятся непрерывные измерения солнечной радиации.

Солнечная радиация, падающая на произвольно ориентированную поверхность, складывается из следующих компонент:

- а) прямая радиация от Солнца;
- б) диффузная радиация от неба;
 - ореольная диффузная радиация (из зоны неба, находящейся непосредственно вокруг диска Солнца),
 - фоновая диффузная радиация (считывается как равномерно распределенная по всему полусферическому небосводу);
- в) отраженная радиация от поверхности Земли.

Мониторинг должен включать непрерывные измерения диффузной, прямой и отраженной солнечной радиации. Выбор типов датчиков излучения, их спектральных характеристик, схемы расположения датчиков по типу платформ, места наблюдения и методов измерений солнечного излучения в различных спектральных диапазонах определялся в соответствии с требованиями ВМО [2] и руководствами по проведению измерений, которые используются Global Atmospheric Watch (GAW) и Baseline Surface Radiation Network (BSRN) [3,4].

Спектральный диапазон чувствительности кремниевых солнечных элементов составляет 0,4–1,1 мкм, в котором заключено ~94% энергии из солнечного спектрального диапазона 0,3–3,0 мкм. Поэтому следует использовать данные от датчиков CH-1 для прямой и CM-11 для диффузной и глобальной радиации.

Для солнечных электрических панелей или коллекторов важно знать оптимальный угол наклона к плоскости горизонта для получения максимального количества энергии. Для этого

необходимо вычислить месячные суммы солнечной радиации, падающей на плоскость с углом наклона к горизонту от 10 до 90° с некоторым шагом, направленную на юг, а также на плоскость, все время ориентированную перпендикулярно направлению на Солнце.

Прямая радиация R_{dir} вычислялась по формуле

$$R_{dir} = R_{CH} \cos i, \quad (2)$$

где i — угол между нормалью к поверхности солнечной панели и направлением на Солнце; R_{CH} — измеренная прямая солнечная радиация на перпендикулярную плоскость:

$$\cos i = \cos \alpha \cdot \sin h + \sin \alpha \cdot \cos h \cdot \cos A, \quad (3)$$

где α — угол наклона поверхности к горизонту; h — высота Солнца; A — разность азимутов Солнца и проекции нормали к поверхности на горизонтальную плоскость.

Экспериментально установлено, что ореольная радиация на поверхности приблизительно составляет 7% прямой солнечной радиации на этой поверхности. Таким образом, интенсивность ореольной радиации R_{or} составляет $0,07 R_{dir}$.

Фоновая радиация прямо пропорциональна той части небесного свода, к которой обращена поверхность. Например, вертикальная поверхность обращена только к половине небесной полусферы. Поэтому фоновая радиация на вертикальной поверхности составляет половину радиации на горизонтальной поверхности. Поверхность, наклоненная к горизонту под углом α , будет обращена к $0,5(1 + \cos \alpha)$ части полусферического свода. Поэтому фоновая радиация на наклонной поверхности составит

$$R_F = 0,5(1 + \cos \alpha)(R_{dif} - 0,07 R_{dir}), \quad (4)$$

где R_{dif} — измеренная диффузная радиация на горизонтальную плоскость.

Наклонная плоскость получает радиацию также и от окружающей земной поверхности. Она пропорциональна $0,5(1 - \cos \alpha)$ части земной

поверхности, к которой обращена плоскость. Отраженная радиация от Земли выражается следующим уравнением:

$$R_{ref} = 0,5 AI R_{gl}(1 - \cos \alpha), \quad (5)$$

где R_{gl} — измеренная глобальная радиация на горизонтальную плоскость; AI — коэффициент отражения поверхности Земли, называемый альбедо.

Таким образом, полная радиация на наклонную плоскость составит

$$R_{sum} = R_{dir} + R_{or} + R_F + R_{ref}. \quad (6)$$

Для каждого измеренного минутного значения прямой, диффузной и глобальной радиации необходимо вычислить высоту и азимут Солнца, затем по формулам (2)–(6) вычислить суммарные значения радиации для углов наклона от 10 до 90°. Далее для каждого из углов посчитать месячные суммы.

Для плоскости, все время ориентированной перпендикулярно солнечным лучам, т. е. управляемой гелиостатом, аналогичные вычисления проводятся по формуле

$$R_{norm} = 1,07 R_{CH} + R_F + R_{ref}. \quad (7)$$

Для проверки точности применяемых формул надо вычислить суммы радиации для угла наклона в 0° и сравнить их с измеренными значениями глобальной радиации на горизонтальную плоскость. Далее вычислить среднемесячные суммы.

Проведенные экспериментальные исследования в южной полосе России [5] показывают, что больше всего радиации, кроме перпендикулярной плоскости, поступает на поверхности, наклоненные под углами от 0 до 30°; в зависимости от времени года оптимальный угол наклона варьируется от 10 в июне до 70° в декабре.

Приняв КПД солнечных панелей в среднем за 15%, можно в течение года с одного квадратного метра (в южной полосе России) получить от 218 кВт·ч при постоянном положении панели до

280 кВт·ч с использованием гелиостата. Следует также учесть, что приход солнечной энергии на поверхность Земли неравномерно распределен в течение года. За 2/3 года с марта по октябрь приходит 86% этого количества и всего 14% за 4 месяца с ноября по февраль.

На практике постоянно менять угол наклона солнечной панели неудобно и трудоемко, особенно если панели большие или их много. Поэтому целесообразно рассмотреть применение одного из трех вариантов:

а) гелиостат, когда специальное устройство следит за Солнцем и ориентирует панель всегда перпендикулярно солнечным лучам;

б) дважды в год изменяется наклон панели – с летнего периода на зимний период и обратно;

в) угол наклона панели в течение года не меняется.

При первом варианте можно получить максимальное количество энергии, но часть ее потребляется гелиостатом и повышается стоимость. Второй вариант дешевле и проще, особенно для небольших панелей. Третий вариант не требует обслуживания, но невозможно получить максимальное количество энергии. Таким образом, все три варианта имеют недостатки, но необходимо развивать первый вариант с управляющим гелиостатом. Для упрощения системы слежения за солнцем необходимо разработать технические решения.

Заключение

На основе анализа распределения количества солнечной энергии в течение года предложены расчетные зависимости по определению суммарного количества солнечной радиации и соответствующего угла ориентации солнечных панелей гелиоустановок.

Если использовать в гелиоустановках управляющий гелиостат, то мощность, получаемая с одного квадратного метра солнечной панели, увеличивается на 60 кВт·ч.

Литература

1. Аббасова Т. С., Артюшенко В. М. Особенности резервирования источников бесперебойного питания компьютерного и телекоммуникационного оборудования // Электротехнические и информационные комплексы и системы. — 2007. — №3. — Т. 3. — С. 20–23.
2. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. Sixth edition; WMO – № 8, 1996.
3. Global Atmosphere Watch (GAW) Measurements Guide, WMO TD №1073, July 2001.
4. Baseline Surface Radiation Network (BSRN) Operations Manual (Version 1. 0 – Reprinted, December 2000), World Climate Research Programme // Ed. by L. J. B. McArthur, WMO/TD – №879, February 1998.
5. Акулинин А., Смыков В. Оценка возможностей солнечной энергетики на основе точных наземных измерений солнечной радиации // Проблемы региональной энергетики. Электронный журнал. — 2008. — № 1.

Метод восстановления технологического оборудования композиционными материалами

А. Б. Тулинов, А. Б. Гончаров

Российский государственный университет туризма и сервиса

В настоящее время парк металлорежущих станков в РФ морально и физически устарел и не обеспечивает надежной работы в напряженных производственных условиях. Учитывая многолетний опыт работы по восстановлению металлорежущего оборудования основной задачей следует считать восстановление первоначальных (паспортных данных) механической основы станка, и в первую очередь направляющих скольжения металлорежущих станков. Технологические методы решения этой достаточно сложной задачи представлены в настоящей работе.

Износ и повреждение направляющих скольжения станка ведут к потере технологической точности, снижению качества обработки изделий и делают невозможным дальнейшую его эксплуатацию в обычном технологическом цикле. Восстановление первоначальных (паспортных данных) механической основы станка является наиболее затратной и технологически сложной задачей при ремонте и модернизации. Требование уменьшения затрат времени и средств на ремонт, по ряду причин невозможность выполнения демонтажа станины для шлифовки на специализированном оборудовании, как правило, диктуют необходимость ремонта сложных и габаритных станков на месте их первоначальной установки. Позитивный опыт восстановления станины без демонтажа позволил разработать и применять следующие технологии и решения:

- применение специализированных антифрикционных композиционных материалов для восстановления пары трения в направляющих скольжения;
- высокоточные методы измерения отклонения от неплоскостности (не хуже 1 мкм на 1 м);
- применение специализированных приспособлений для шлифовки с системой ЧПУ и активным контролем размера шлифуемой поверхности.

В качестве композиционного материала для восстановления направляющих скольжения, хорошо показал себе композит «Металл Слайд», изготавливаемый фирмой «Честер Молекуляр» (Польша).

«Металл Слайд» — двухкомпонентный тиксотропный металлонаполненный композиционный материал на эпоксидной основе с

добавлением графита и волокнистых наполнителей, что обеспечивает ему антифрикционные свойства. Он успешно применяется для ремонта и уплотнения трущихся поверхностей деталей, узлов, подшипниковых соединений, для восстановления поверхностей в районе работы уплотнительных колец, направляющих скольжения металлорежущих станков. Этот композит представляет собой тиксотропную пасту темно-серого цвета, плотностью 1,49 г/см³. его компоненты смешиваются в соотношении по объему 2:1, при этом жизнеспособность композиции составляет 20–25 мин, что обеспечивает возможности его качественного использования в отведенный период. Время отверждения композиции «Металл Слайд» составляет 7 ч, после чего он может подвергаться механической обработке. Полную химическую стойкость материал приобретает через 7 сут. Высокие механические и физические свойства композита характеризуют следующие показатели:

- предел прочности на сжатие — 146 МПа,
- предел прочности на сдвиг — 24 МПа,
- температуростойкость — от –50 до +150°С,
- максимальная температуростойкость (кратковременная до +20°С).

«Металл Слайд» — химически стойкий материал. Он стоек к воде, маслам, моторным топливам. Высокое качество материала подтверждает длительный срок его хранения — 36 месяцев.

Процесс восстановления изношенных направляющих начинается, как правило, с выверки станины. За базу выбирается и принимается неизношенная часть станины станка. Выверка выполняется с использованием прецизионных брускового и рамного уровней с точностью не хуже 20 мкм на 1 м. Далее для выбора технологии устранения износа направляющих определяется величина износа станины и сопряженной с ней поверхности (каретки, опоры бабки или портала) с использованием контрольной линейки, щупов и часовых индикаторов. Оценку величины износа следует рассматривать как качественную, при этом точность измерения должна быть не хуже 0,05 мм. Обычно, при потере точности станка износ станины составляет для высокоточных станков

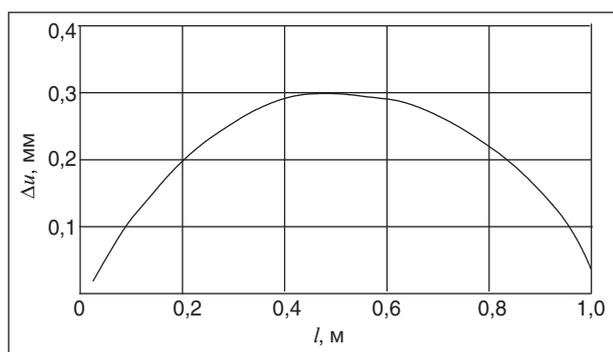


Рис. 1. Характер изменения величины износа направляющих скольжения токарно-винторезного станка

— 0,1–0,3 мм, для станков нормальной точности
— 0,5–1,0 мм.

По результатам измерений строится график (рис. 1) изменения величины износа Δi в зависимости от длины направляющих скольжения, подтвержденных износу.

Восстановление направляющих с вышеуказанными величинами износа выполняется шабрением, с применением механизированного ручного инструмента и специализированных шлифовальных приспособлений. Контроль выполняется контрольными линейками нулевого класса длиной 0,6–3,0 м. Обработка закаленных поверхностей направляющих при этих технологиях незначительно увеличивает срок и трудоемкость выполнения работ.

Возникшие при шабрении или шлифовке потери материала и возникающие при этом зазоры между направляющими суппорта и станины компенсируются нанесением на направляющие каретки антифрикционного композиционного материала (КМ), выбранного на основе многолетних испытаний. КМ представляет собой двухкомпонентный состав, обладающий хорошими адгезионными свойствами при нанесении на металлические поверх-

ности, высокой прочностью и износостойкостью, низким коэффициентом трения скольжения, в том числе при скоростях, близких к нулю. Материал имеет высокую стойкость к воздействию воды, масел, растворов кислот и щелочей, сохраняет свои рабочие свойства в широком температурном диапазоне. К достоинствам материала следует также отнести способность без усадки переходить от пластичного состояния к твердому при комнатной температуре за 24 ч.

Нанесение композиционного материала выполняется по специальной технологии, разработанной совместно специалистами РГУТИС и ММК «Мосинтраст». Технологические операции выполняются в следующей последовательности:

- фрезеруются риски на направляющих каретки для лучшей адгезии КМ, при этом толщина материала в чистоте должна составлять 1,5–2 мм;
- на направляющие каретки наносится КМ с избытком;
- каретка суппорта устанавливается на основную станину, предварительно обработанную специальной разделительной жидкостью;
- каретка суппорта позиционируется на станине с помощью специального приспособления и микрометрическими винтами выставляется предварительно рассчитанный зазор, обеспечивающий паспортное расположение каретки, см. рис. 2;
- после 24 часовой выдержки боковым ударом выполняются сдвиг каретки, проверяются параметры нового положения суппорта, при необходимости выполняется шабрение вновь полученной поверхности направляющей суппорта.

В новой паре трения композит—металл станины (рис. 3), требования к твердости материала станины другие и поэтому не требуется дополнительной закалки направляющих после ремонта.

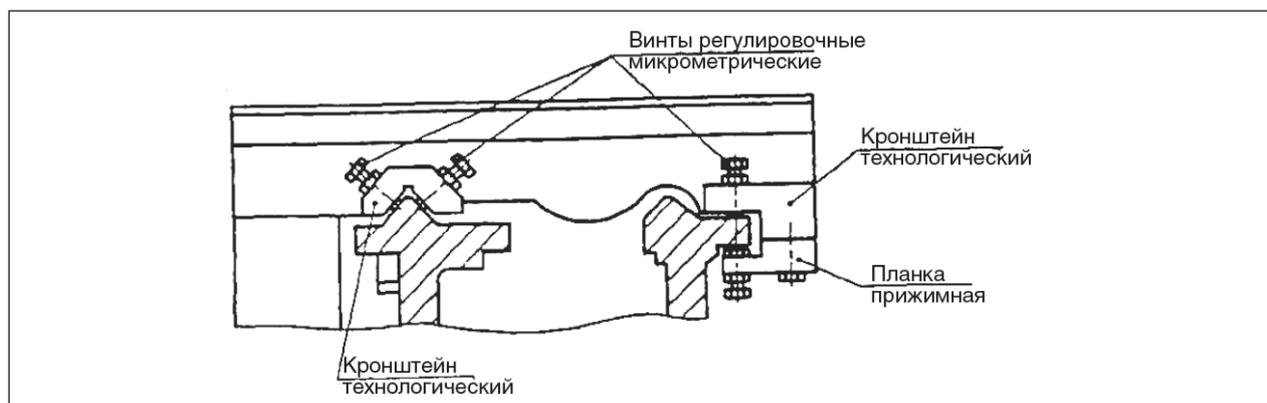


Рис. 2. Позиционирование суппорта на станке при применении композиционного материала

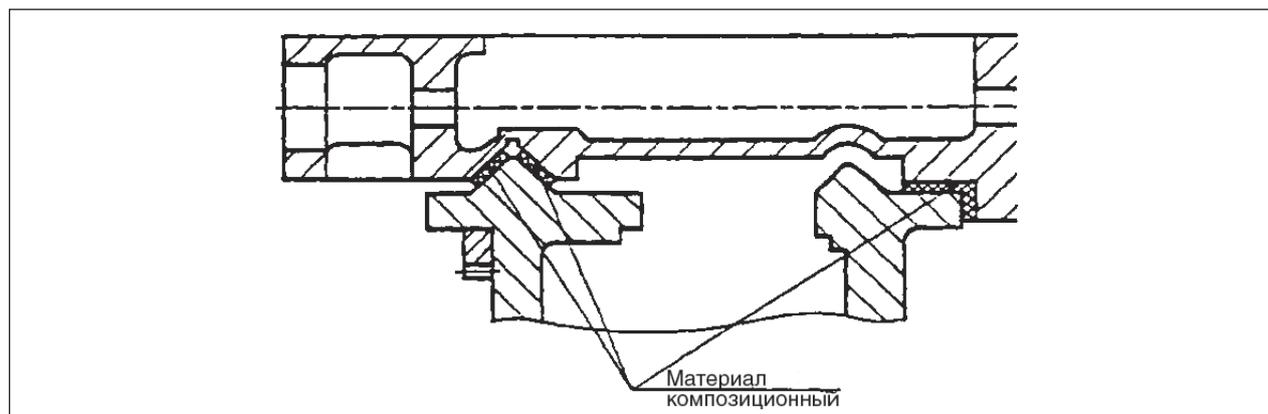


Рис. 3. Направляющие после выполнения ремонта

Износ в паре трения композит—металл идет только по композиционному материалу и для восстановления направляющих в дальнейшем необходимо обеспечить только повторное нанесение композита. Практика показала, что это необходимо делать не раньше чем через 6–8 лет работы станка.

Технология восстановления и модернизация металлорежущих станков с использованием

композиционных материалов, обладающих антифрикционными свойствами позволяет существенно снизить затраты на приобретение дорогостоящего оборудования и обеспечить продление жизненного цикла имеющегося на предприятиях оборудования, что является экономически и технически оправданным в условиях современного переходного периода.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

Л. Я. Шубов, М. Е. Ставровский, Д. В. Шехирев.

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 (автомобилей, металлолома 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.

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.

К выбору показателей диагностирования транспортных средств на предприятиях автосервиса

*В. В. Кураев, С. Г. Спиридонов, А. В. Вернигор, Л. Н. Шевень
Филиал Российского государственного университета
туризма и сервиса г. Смоленске*

Принятие решения о состоянии транспортных средств и отнесении его к одному из видов — работоспособному или неработоспособному — может быть осуществлено только в процессе измерения и сопоставления с нормами совокупности диагностических параметров, характеризующих это состояние.

Из-за тенденции к внедрению в состав существующей системы технического обслуживания периодического контроля параметров и ремонта по техническому состоянию возникла необходимость выбора и обоснования основных показателей технического диагностирования.

Техническое диагностирование изделий направлено на решение следующих задач [1, 2]: определение вида технического состояния; поиск места отказа или неисправностей; прогнозирование технического состояния.

Для разрабатываемых и находящихся в эксплуатации автотранспортных средств в настоящее время существуют следующие группы показателей диагностирования [1–3]:

- показатели достоверности и точности диагностирования;
- технико-экономические показатели.

Группа показателей достоверности и точности диагностирования включает [2, 3]: полноту технического диагностирования (контроля технического состояния); глубину поиска места отказа (неисправности); вероятность обнаруженного отказа (неисправности) при диагностировании (контроле); вероятность ошибки диагностирования, которая может быть двух видов: вероятность обнаруженного отказа (неисправности) в данном агрегате, узле, системы и вероятность ложного отказа (неисправности) в данном агрегате, узле, системы; достоверность технического диагностирования.

Группа технико-экономических показателей диагностирования включает [2]: стоимость диагностирования; среднюю оперативную трудоемкость диагностирования; среднюю оперативную продолжительность диагностирования; периодичность диагностирования; коэффициент унификации устройств сопряжения; коэффициент унификации диагностических параметров.

Отсутствие нормативных требований к качеству функционирования системы контроля

технического состояния определяют использование метода экспертных оценок для выбора показателей диагностирования. При проведении экспертного опроса особое внимание необходимо уделить выбору категорий специалистов, привлекаемых к опросу. Опросные анкеты составляются с таким расчетом, чтобы в результате опроса можно было получить количественную оценку показателей с учетом компетентности специалиста.

Наиболее приемлемым методом обработки полученных данных в этом случае является метод формализации априорной информации — метод априорного ранжирования и оценки, так как при этом учитывается как оценка самих респондентов, так и значимость каждого вопроса.

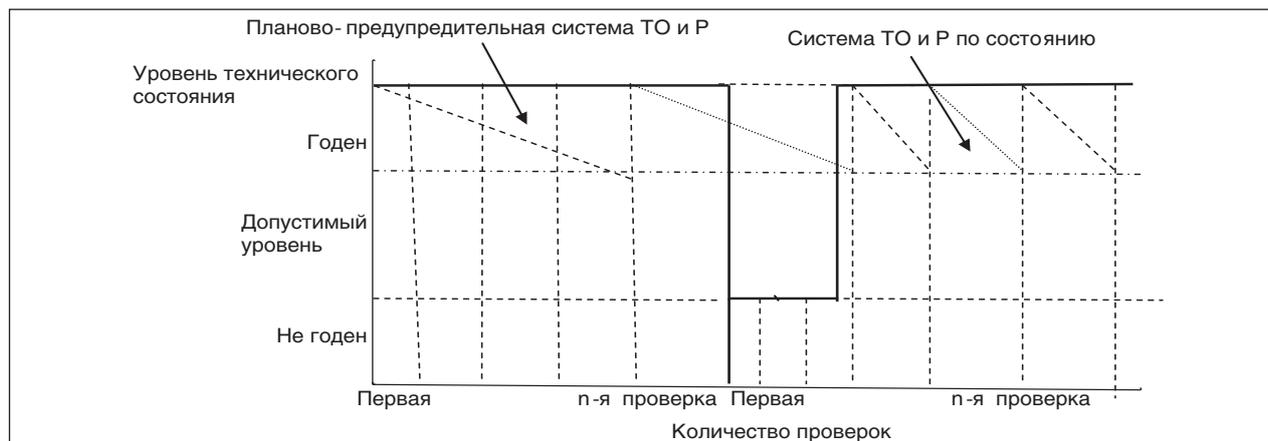
Анализ результатов экспертного опроса позволит сделать обоснованный выбор показателей диагностирования для всех видов контроля технического состояния автотранспортных средств.

Так, для контрольного осмотра (как вида контроля технического состояния), который выполняют водители машин, целесообразно использовать следующие показатели достоверности диагностирования:

- вероятность того, что в результате КО транспортного средства определен как работоспособное (неработоспособное);
- вероятность того, что в результате контроля принимается решение об отсутствии отказа (неисправности) в данном агрегате, узле, системе транспортного средства при условии, что данный отказ имеет место;
- вероятность того, что в результате контроля принимается решение о наличии отказа (неисправности) в данном агрегате, узле, системе транспортного средства при условии, что данный отказ отсутствует.

В качестве основных технико-экономических показателей для данного вида контроля можно использовать: периодичность контроля; среднюю продолжительность контроля; среднюю оперативную трудоемкость контроля.

При контрольно-техническом осмотре и техническом диагностировании определяются техническое состояние автотранспортного средства, а также виды и объем технического обслужи-



Контроль и определение работоспособности АТС при различных стратегиях обслуживания

живания, ремонта по техническому состоянию, момента их начала и места проведения.

От точности результатов проведенных проверок при контроле технического состояния и технической диагностики зависит объем назначаемых работ по обслуживанию и ремонту и материальные затраты, поэтому роль данных видов контроля при оценке технического состояния автотранспортного средства возрастает. Для данных видов контроля дополнительно к показателям, используемым при контрольном осмотре, требуется определять: достоверность контроля технического состояния и технической диагностики; полноту и глубину контроля; вероятность того, что автотранспортное средство исправно (неисправно).

Для исключения неоднозначности подходов при расчете показателей диагностирования, а также для использования их в последующем при разработке программного продукта необходимо выбрать методический и математический аппарат их расчета.

В связи с тем, что основные показатели достоверности и точности контроля носят вероятностный характер, основой расчета показателей диагностирования будут являться вероятности пребывания объекта диагностирования (ОД) и средства технического диагностирования (СТД) в соответствующих состояниях (работоспособном или неработоспособном) и вероятности реализации принимаемых гипотез.

На рисунке показана последовательность

контроля и определения работоспособности при различных стратегиях обслуживания.

Из рисунка видно, что количество проверок технического состояния при ТО АТС по техническому состоянию по сравнению с планово-предупредительной системой ТО и Р сокращается. Для повышения достоверности информации о техническом состоянии АТС контроль должен применяться как можно чаще. Однако диагностирование и контроль автотранспортных средств требуют их выведения из использования (эксплуатации) по назначению, значительных затрат времени, соответствующей квалификации инженерно-технического персонала. А с экономической точки зрения контроль рационально проводить как можно реже, т. е. возникает противоречие, которое требует разрешения.

Наиболее приемлемым методом оптимизации периодичности диагностирования автотранспортных средств [4] является метод, основанный на определении критерия максимума коэффициента технического использования – $max \{K_{ТИ}\}$. Однако по мере накопления статистических данных об эксплуатации АТС в новых условиях этот показатель необходимо будет уточнять.

Таким образом, введение новой подсистемы контроля технического состояния, в рамках системы ТО и Р по техническому состоянию, автотранспортных средств требует обоснования основных показателей и характеристик контроля и диагностирования и выбора математического и методического аппарата для их определения.

Литература

- ГОСТ 20911–89. Техническая диагностика: Термины и определения.
- ГОСТ 27518–87. Диагностирование изделий: Общие требования.
- Давыдов П. С. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем. — М., Радио и связь, 1998. — 125 с.
- Сычев Е. И. Направления объединенных исследований в области контроля и диагностики: Техника. Информатика, экономика // Межотраслевой науч. -техн. сб. Организация п/я А-1420. -1988. — Вып. 1. — С. 124.

Исследование свойств материалов для кислотозащитной одежды

Ю. В. Аровина, В. И. Стельмашенко, Л. И. Кириллова
Российский государственный университет туризма и сервиса
ОАО «Центральный научно-исследовательский институт
швейной промышленности», г. Москва

Специальная одежда, защищающая человека от попадания на кожу капель, брызг, аэрозолей и паров кислот, необходима для персонала предприятий химической, электротехнической, машиностроительной промышленности, работников аварийно-спасательных подразделений. По назначению делится на спецодежду, применяемую в промышленности, и на средства индивидуальной защиты кожи, используемые для защиты от поражающих факторов. По принципу защитного действия и типа материала, из которого ее изготавливают, она может быть фильтрующего или изолирующего типа. Для ее изготовления используют различные ткани или нетканые полотна, пропитанные специальными составами. Защитное действие такой одежды основано на поглощении вредных примесей компонентами пропитки. В качестве основных компонентов пропитки используют хемосорбенты, абсорбенты (высококипящие органические вещества), адсорбенты (силикагель, активированный уголь). Защитная одежда фильтрующего типа по своим эргономическим свойствам незначительно отличается от обычной одежды, поэтому ее можно носить постоянно взамен обычной одежды или периодически длительно поверх последней. Одежда изолирующего типа изготавливается из воздухонепроницаемых материалов (прорезиненные ткани, пленочные полимерные материалы, резина), через которые скорость проникновения токсичных и агрессивных веществ мала. Такая одежда не отвечает эргономическим требованиям, поэтому ее используют для периодического ношения, срок непрерывной работы в ней строго регламентирован (от нескольких минут до нескольких часов). Кислотозащитная одежда относится к защитной одежде изолирующего типа.

Ткани, применяемые для кислотозащитной одежды, не должны пропускать через себя кислоту и не должны разрушаться под действием кислот. Для повышения защитных свойств ткани дополнительно обрабатывают специальными гидрофобизирующими пропиточными составами на основе парафиностеариновых эмульсий, кремнийорганических и фторорганических

соединений. Традиционно применяемые ткани для одежды, изолирующей работающего от кислот высоких концентраций, имеют большую поверхностную плотность (до 1000 г/м²), низкие показатели паро- и воздухопроницаемости. После нанесения пропиточных составов на тканую основу эти недостатки еще более усугубляются, что делает одежду из таких тканей некомфортной. Одежда из таких материалов, защищая кожные покровы от попадания брызг и капель кислот, не позволяет защитить кожу от воздействия паров и аэрозолей, что может вызвать не только местные поражения участков кожи, но и общее отравление организма. Защитная одежда, изготовленная из поливинилхлоридных пленок, прорезиненных тканей обеспечивает защиту как от капель и брызг кислот, так и от паров и аэрозолей. Однако такая одежда обладает очень низкими гигиеническими свойствами и пребывание в ней ограничено 1–2 часами, поэтому применяют такую одежду в экстремальных ситуациях [3].

Анализ литературных источников показал, что ассортимент материалов для кислотозащитной одежды за последние годы расширился и обновился. Большой интерес представляет серия материалов «Тайвек», разработанная и выпускаемая фирмой «Дюпон». Основу данных материалов составляет нетканое полотно из волокон полиэтилена высокой плотности, получаемое методом высокоскоростного формования и последующего термоскрепления. В дальнейшем на такую основу наносится полимерное покрытие, частично закрывающее поры и делающее непроницаемым для жидких и твердых частиц и не защищающим от паров летучих кислот. Кроме того, материал накапливает статическое электричество, поэтому фирма-изготовитель рекомендует обеспечивать постоянное заземление внутренней поверхности костюма через токопроводящую обувь или кабель заземления. Другая модификация «Тайвек» представляет собой комплексный материал, состоящий из слоя нетканого полотна из тонких полиэтиленовых волокон и барьерной пленки из специального полимера ограниченной газопроницаемости. На полученный комплексный материал допол-

нительно нанесено полимерное покрытие, что делает его непроницаемым для паров кислот. К таким материалам относятся материалы «Тайкем С» и «Тайкем F». Материал «Тайкем ТК» состоит из высокопрочных на растяжение и раздиране барьерных пленок, разделенных 100%-ным нетканым полотном на основе полиэфирных волокон. Эти материалы применяют в костюмах химической защиты. Они рассчитаны на ограниченный срок использования. Для защитной одежды используются также ткани, нетканые иглопробивные, вязально-прошивные и термоскрепленные полотна из ионообменных волокон торговой марки Фибан. Компания «Чайковский текстиль» выпускает серию тканей «Премьер», выработанных из смеси натуральных и синтетических волокон [1]. Смешивание волокон (хлопкового и полиэфирного) производится на стадии прядения. Наличие хлопковых волокон гарантирует комфортные условия носки одежды из таких материалов: хорошую вентилируемость пододежного пространства и высокие показатели гигроскопичности, а наличие полиэфирного волокна — отличные прочностные характеристики. Смешивая волокна в различной пропорции, производят ткани с заданными свойствами. Дополнительные защитные свойства ткань приобретает благодаря нанесению препарата «Тефлон». Данная отделка обеспечивает прочную отделку, образуя молекулярную защиту вокруг волокон и предотвращая попадание растворов кислот внутрь волокна. Отделка визуально и на ощупь не определяется, не влияет на цвет, гриф и воздухопроницаемость ткани. Ткань с такой отделкой пропускает пары пота из пододежного пространства, но не пропускает влагу и растворы кислот снаружи. Предприятием ОАО «Ортон» вырабатывается полиэфирная ткань с кисло-

тозащитной отделкой, способной выдерживать воздействие 80%-ной серной кислоты.

В последнее время на отечественном рынке широко представлен ассортимент материалов для защитной одежды известных зарубежных производителей: Carrington (Англия), Concordia (Бельгия), Retrolux (Италия), Termoshild (Германия), BST (Бельгия) и других, что позволяет создавать одежду, обеспечивающую максимальную защиту и эффективность в эксплуатации. Они отличаются долговечностью при интенсивной носке, уникальными защитными характеристиками, легкостью и удобством в обслуживании, современным внешним видом. К материалам данных производителей относятся следующие ткани: Фореман, Химосейф, Домбой ДФС и другие. Ткань Фореман содержит 67% полиэфирных волокон и 33% хлопка, отделка Тефлон обеспечивает защиту от 50%-ного раствора кислот. Ткань Химосейф выработана из полиэфирных волокон (100%) с отделкой Тефлон. Одежда из такой ткани обеспечивает защиту от растворов кислот высокой концентрации — до 80%. Ткань Томбой ДФС содержит 67% полиэфирных и 33% хлопковых волокон, специальную отделку. Одежда из данной ткани обеспечивает защиту от растворов кислот 50%-ной концентрации, масляных загрязнений и воды. Сохраняет защитные свойства, размеры и цвет при регулярных стирках и химических стирках. Проведенный анализ условий эксплуатации кислотозащитной одежды, анализ ассортимента материалов и требований, предъявляемых к одежде и материалам, позволил выявить следующие наиболее важные свойства материалов для кислотозащитной одежды (табл. 1).

Для определения показателей качества применялись стандартные методы испытаний. Результаты экспериментальных данных об-

Табл. 1. Номенклатура единичных показателей качества кислотозащитных материалов

Групповые показатели качества	Единичные показатели качества	Единицы измерения
Функциональные	Поверхностная плотность Жесткость	г/м ² мкН·см ²
Надежности	Разрывная нагрузка Разрывное удлинение Устойчивость действию светопогоды (потеря прочности) Кислотостойкость	Н мм % ч
Эргономические	Гигроскопичность Водопоглощаемость Воздухопроницаемость Паропроницаемость	% % дм ³ /(м ² ·с) г/(м ² ·ч)
Эксплуатационные	Стойкость к истиранию	циклы
Конструкторско-технологические	Осыпаемость Толщина	мм мм

Табл. 2. Характеристика объектов исследования

Показатели структуры и артикул образцов	Значения показателей для образцов				
	1	2	3	4	5
Артикул	Vektron 6000	Megatek 250 R	Megatek 360 N	Super Band Master	Barier Universal
Поверхностная плотность, г/м ²	149	236	356	214	150
Толщина, мм	0,19	0,40	0,51	0,36	0,17
Линейная плотность нитей, текс:					
основа	11	34,4	71,4	25,2	20,2
уток	12,9	36,3	70,8	38,9	24,6
Линейное заполнение, %:					
по основе	82	98	96	90	77
по утку	55	46	56	54	42
Поверхностное заполнение, %	91	99	98	95	87
Поверхностная пористость, %	9	1	2	5	13
Объемное заполнение, %	97	74	86	75	110
Заполнение по массе, %	56	43	50	43	64
Общая пористость, %	43	57	50	56	20
Сырьевой состав	ПЭ-100%	ПЭ, Вхл.	ПЭ, Вхл	ПЭ, Вхл	ПЭ-100%
Отделка	Кислотонефте-масловодо-отталкивающая	Кислотонефте-масловодо-отталкивающая	Кислотонефте-масловодо-отталкивающая и огнестойкая	Кислотонефте-масловодо-отталкивающая	Кислотонефте-масловодо-отталкивающая

работывались с применением методов математической статистики. Ошибка опыта не превышала 10% при доверительной вероятности 0,95. Кислотозащитные свойства определяются двумя показателями: кислотостойкостью и кислотонепроницаемостью. Кислотостойкость материала — это уменьшение разрывной нагрузки материала после воздействия раствора серной кислоты. Кислотонепроницаемость материала — способность материала в течение определенного времени удерживать капли кислоты, не впитывая ее. В зависимости от условий эксплуатации кислотозащитная одежда подразделяется на следующие подгруппы:

- для защиты от кислот до 20%-ной концентрации (К 20);
- для защиты от кислот до 50%-ной концентрации (К 50);
- для защиты от кислот до 80%-ной концентрации (К 80);
- для защиты от кислот свыше 80%-ной концентрации (К к).

Кислотозащитные свойства материалов определяют по ГОСТ 11209–85 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды». Для исследования свойств кислотозащитных материалов были выбраны пять

тканей с различными видами отделки, в том числе и кислотозащитной: 4 ткани выработаны Итальянской компанией «Klopman International» и одна — Российской фирмой ООО «Торговый дом текстиль». Характеристика объектов исследования приведена в табл. 2.

В табл. 3. Приведены разрывные характеристики исследуемых тканей при одноосном растяжении.

Нормируемые значения разрывной нагрузки, Н для данного ассортимента тканей по основе — 725, по утку — 392; относительного разрывного удлинения, % не менее по основе — 14, по утку — 10. Исследования показали, что по показателям разрывной нагрузки и разрывного удлинения все образцы отвечают базовым значениям. Наибольшую разрывную нагрузку выдерживает образец 3, что объясняется наибольшей его поверхностной плотностью. В табл. 4 приведена стойкость к истиранию исследуемых образцов тканей.

Как видно из приведенных выше данных стойкость к истиранию исследованных образцов превышает нормируемые значения, однако их долговечность не одинакова. Образцы 3, 1 и 5 более чем в 2 раза по стойкости к истиранию превосходят нормируемые значения. Данное

Табл. 3. Разрывная нагрузка и разрывное удлинение тканей

Показатели свойств	Значения показателей для образцов				
	1	2	3	4	5
Разрывная нагрузка, Н:					
по основе	1072	1330	1758	1302	1125
по утку	1196	534	960	732	475
Абсолютное разрывное удлинение, мм:					
по основе	109,3	23,3	20,3	23,6	54,6
по утку	78,7	11,3	10	31	22
Относительное разрывное удлинение, %:					
по основе	54,6	11,6	10,2	11,8	27,3
по утку	39,3	5,6	5	15,5	11

обстоятельство объясняется волокнистым составом (обр. 1 и 5 содержат 100% полиэфирных волокон), а высокая стойкость к истиранию образца 3 объясняется его большой поверхностной плотностью и толщиной.

Исследования гигроскопичности показали, что у образцов 2 и 3 она превышает 5%, а у остальных образцов не более 0,1%. Показатели максимального водопоглощения образцов 2, 3 и 4 составляют от 15 до 30%; 1 и 5 – около 15%. Таким образом, все исследованные образцы обладают невысокими сорбционными свойствами. Экспериментальные исследования также показали, что образцы кислотозащитных материалов обладают низкими показателями паропроницаемости. Важной характеристикой эргономических свойств тканей и изделий из них является коэффициент воздухопроницаемости. Для материалов данного назначения коэффициент воздухопроницаемости должен быть не ниже 40 $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Коэффициент воздухопроницаемости исследованных образцов составляет от 70 до 190 $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Жесткость материалов является одним из функциональных показателей материалов. Жесткость влияет не только на выбор силуэтной формы изделия, на его формоустойчивость, но и на удобство пользования изделием. В табл. 5 приведены показатели условной жест-

кости тканей для кислотозащитной одежды.

Нормативные значения условной жесткости для кислотозащитных материалов по основе и по утку составляют не менее 2000 $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$. Из приведенных выше данных видно, все образцы тканей, кроме образца 1, по основе соответствуют по жесткости нормативным значениям. Высокие показатели условной жесткости по основе и по утку образца 3 объясняются его большой толщиной и большой поверхностной плотностью. Исследуемые ткани практически не осыпаются по срезам благодаря наличию различных отделок (водоотталкивающей, кислотозащитной и маслостойкой). Важными показателями свойств данных материалов является их кислотонепроницаемость. Кислотонепроницаемость определялась путем нанесения на поверхность пробы, помещенной на стекло, покрытое фильтровальной бумагой, 30 капель 50%-ной или 60%-ной концентрации серной кислоты, накрывают чашкой Петри и оставляют на 6 ч. Исследования показали, что все 30 капель остались на поверхности не впитываясь, следовательно все пробы являются кислотонепроницаемыми. Выявлено, что образцы 1, 3 и 5 непроницаемы для серной кислоты 50%-ной концентрации, а образцы 2 и 4 — для 60%-ной концентрации. Определялась также стойкость кислотозащитной

Табл. 4. Стойкость к истиранию

Номер образца	Стойкость к истиранию, циклы	
	фактическая	нормируемая
1	10172	для всех не менее 4000
2	4757	
3	12393	
4	4568	
5	10148	

Табл. 5. Условная жесткость тканей

Номер образца	Условная жесткость, $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$	
	по основе	по утку
1	1779	3656
2	2532	3564
3	11200	13405
4	2588	3114
5	2407	3654

отделки к действию стирок. Результаты исследования показали, что после пятикратной стирки все 30 капель, нанесенных на поверхность пяти образцов тканей остались в течение 6 часов на поверхности, не впитываясь. Для определения устойчивости кислотозащитных отделок к действию светопогоды пробы подвергались инсоляции в течение 4 часов в аппарате искусственной погоды (ПДС). Стойкость к действию

светопогоды определялась по потере разрывной нагрузки. Выявлено, что разрывная нагрузка как по основе так и по утку под воздействием светопогоды снижается от 2 до 8%. Для определения уровня качества исследуемых образцов, было использовано положение о программах оценки качества, используемых в программе «Российское качество» [2]. Установлено, что все образцы можно отнести к нормальному уровню качества. Вместе с тем, при проектировании защитной одежды следует учесть низкие гигроскопические свойства материалов.

Литература

1. Костин Ю. А. Чайковский текстиль: к европейским стандартам // Ж. Рабочая одежда. — 2005. — №1(32). — С. 10.
2. Положение о программах оценки качества, используемых в программе «Российское качество». Центр экспертных программ Всероссийской организации качества, №РК-06-02, вторая редакция, март 2006 г.
3. Тимирязева А. К. Информационное письмо о тканях для спецодежды // Ж. Рабочая одежда. — 2002. — №1(18). — С. 20.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

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.

Т. Ю. Воронкова. Проектирование швейных предприятий (Технологические процессы пошива одежды на предприятиях сервиса): Учебное пособие. — М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2006. — 128 с., ил. (Высшее образование).

Изложены современные методы проектирования технологических процессов швейных цехов на предприятиях сервиса. Дана характеристика основных особенностей производства одежды по индивидуальным заказам, определяющим подход к проектированию швейных предприятий сервиса и технологических процессов. Рассмотрены основные принципы совершенствования технологических процессов, критерии и показатели прогрессивности процессов.

Для студентов вузов и инженерно-технических работников швейных предприятий сервиса. Может использоваться учащимися техникумов и колледжей.

Оптимизация свойств основвязаного полотна для защитной одежды от кровососущих насекомых

Л. В. Морозова, С. В. Мелихова, С. А. Рева
 Российский государственный университет туризма и сервиса

Специальная одежда призвана защищать человека от неблагоприятных факторов внешней среды в процессе трудовой деятельности. Расширяющаяся структура потребления требует обновления ассортимента спецодежды, повышения ее защитных свойств, улучшения качества.

Наиболее перспективным направлением повышения защитных свойств одежды специального назначения следует считать создание новых видов материалов, обеспечивающих комплексы заданных свойств. Материалы, используемые для защитной одежды от кровососущих насекомых, должны иметь толщину, превышающую длину их хоботка, но в то же время должны иметь минимальную материалоемкость, не мешать воздухообмену и парообмену, обладать достаточной растяжимостью. С этой целью нами разработано основвязаное трикотажное полотно филейного переплетения повышенной толщины [1].

Как известно, при вязании трикотажного полотна на основвязальной машине наибольшее влияние на параметры петельной структуры оказывают натяжение нитей основы и сила оттяжки полотна [2]. Для нового полотна, используемого в производстве защитной одежды от кровососущих насекомых, наиболее важным представляется нахождение оптимальных значений толщины полотна и поверхностной плотности.

Кроме того, для прогнозирования поведения трикотажа в ходе его выработки необходимо знать закономерности изменения толщины трикотажа и его поверхностной плотности в зависимости от параметров вязания полотна.

Образцы филейного трикотажа вырабатывались в условиях предприятия ООО «ГПТП «Сеть» г. Щелково Московской области на двухфонтурной основвязальной рашель-машине 24 класса.

В производственных условиях проведен двухфакторный эксперимент второго порядка по изучению изменения толщины полотна и поверхностной плотности трикотажа в зависимости от величины натяжения нитей основы и силы оттяжки полотна. Образцы полотен вырабатывались из хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 50×1×3 текс (вариант 1) и хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25×2×3 текс (вариант 2).

Целью эксперимента является установление зависимостей между основными параметрами вязания и свойствами трикотажа, а также выявление оптимальных входных параметров выработки трикотажа, способствующих получению нового филейного полотна повышенной толщины с заданными свойствами. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Табл. 1. Результаты эксперимента

Табл. 1. Результаты эксперимента				
Входные параметры			Выходные параметры	
№ вар.	Сила оттяжки полотна Q , сН/п	Натяжение нитей T , сН	Поверхностная плотность ρ_s , г/м ²	Толщина полотна M , мм
Вариант 1				
1	5	13	589	3,35
2		24	589	3,69
3		30	648	3,61
4	19	13	604	3,51
5		24	601	3,48
6		30	597	3,63
Вариант 2				
1	5	13	517	3,51
2		24	602	3,56
3		30	646	3,64
4	19	13	498	3,82
5		24	604	3,86
6		30	606	3,70

Табл. 2. Матрица планирования двухфакторного эксперимента

и	Факторы			УОС
	X_0	X_1	X_2	
1	+	-	-	(1)
2	+	+	-	a
3	+	-	-	B
4	+	+	+	Ab
5	+	-	+	C
6	+	+	+	abc

Определение полинормальной регрессионной многофакторной модели второго порядка по результатам рототабельного центрального композиционного эксперимента разделяется на следующие этапы: проведение предварительного эксперимента; планирование эксперимента; составление матрицы планирования; опреде-

ление условий для проведения эксперимента; проведение опытов ядра матрицы и обработка результатов этих опытов.

Полученные зависимости параметров эксперимента сведены в таблицы.

Данные эксперимента были обработаны на ПК методами математической статистики и кодирования, используя пакет прикладных программ Mathcad 13.

По полученным уравнениям построены двумерные и трехмерные сечения поверхности откликов.

Для определения влияния величины натяжения нитей и оттяжки полотна на поверхностную плотность трикотажа составлены матрицы эксперимента, представленные в табл. 3 (вариант 1) и табл. 4 (вариант 2).

Определение коэффициентов регрессии:

Табл. 3. Матрица эксперимента (вариант 1)

Номер опыта и	Факторы					Y_u	Y_{ru}	$(Y_u - Y_{ru})^2$
	X_1	X_2	X_1^2	X_1X_2	X_2^2			
1	-	-	+	+	+	589,2	589,1	0,01
2	+	-	+	-	+	648,0	647,0	1
3	-	+	+	-	+	604,3	604,2	0,01
4	+	+	+	+	+	597,2	598,1	0,81
5	-1,414	0	2	0	0	610,0	610,2	0,04
6	+1,414	0	2	0	0	583,0	582,5	0,25
7	0	-1,414	0	0	2	647,0	648,0	1
8	0	+1,414	0	0	2	603,1	603,4	0,09
9	0	0	0	0	0	589,0	589,7	0,49
10	0	0	0	0	0	601,7	602,1	0,16
11	0	0	0	0	0	600,2	601,3	1,21
12	0	0	0	0	0	588,6	589,2	0,36
13	0	0	0	0	0	591,2	592,4	1,44

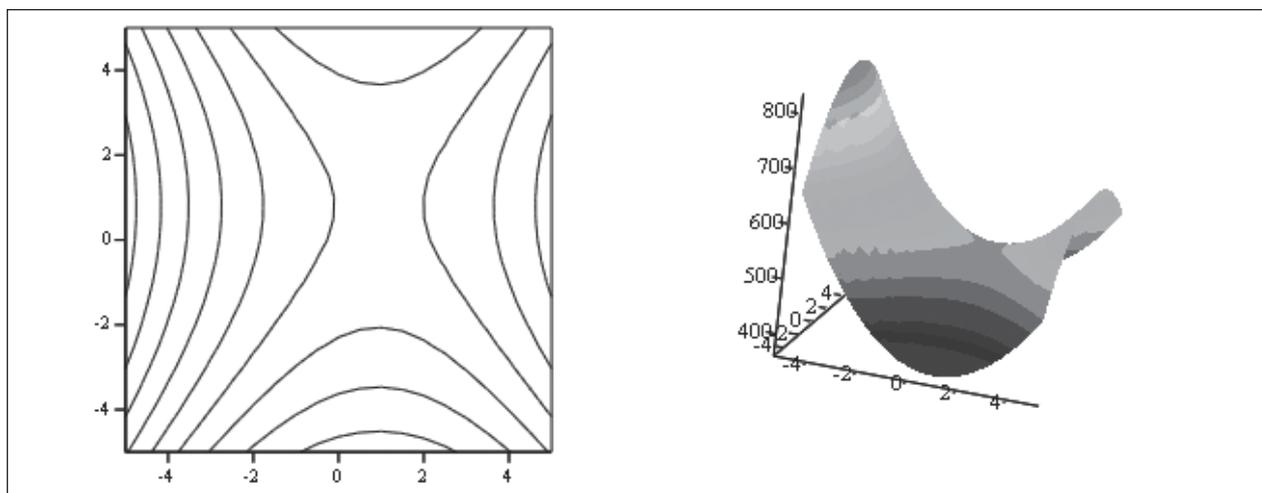


Рис. 1. Графики зависимости поверхностной плотности трикотажа от натяжения нитей и оттяжки полотна (вариант 1)

Табл. 4. Матрица эксперимента (вариант 2)

Номер опыта u	Факторы					Y_u	Y_{ru}	$(Y_u - Y_{ru})^2$
	X_1	X_2	X_1^2	X_1X_2	X_2^2			
1	-	-	+	+	+	517,3	518,2	0,81
2	+	-	+	-	+	646,3	647,0	0,49
3	-	+	+	-	+	498,3	499,2	1,21
4	+	+	+	+	+	606,4	602,3	1,21
5	-1,414	0	2	0	0	610,0	610,2	0,04
6	+1,414	0	2	0	0	583,0	582,5	0,25
7	0	-1,414	0	0	2	647,0	648,0	1
8	0	+1,414	0	0	2	603,1	603,4	0,09
9	0	0	0	0	0	602,1	602,2	0,01
10	0	0	0	0	0	604,8	603,8	1
11	0	0	0	0	0	601,8	601,3	0,25
12	0	0	0	0	0	603,2	602,6	0,36
13	0	0	0	0	0	602,5	602,8	0,09

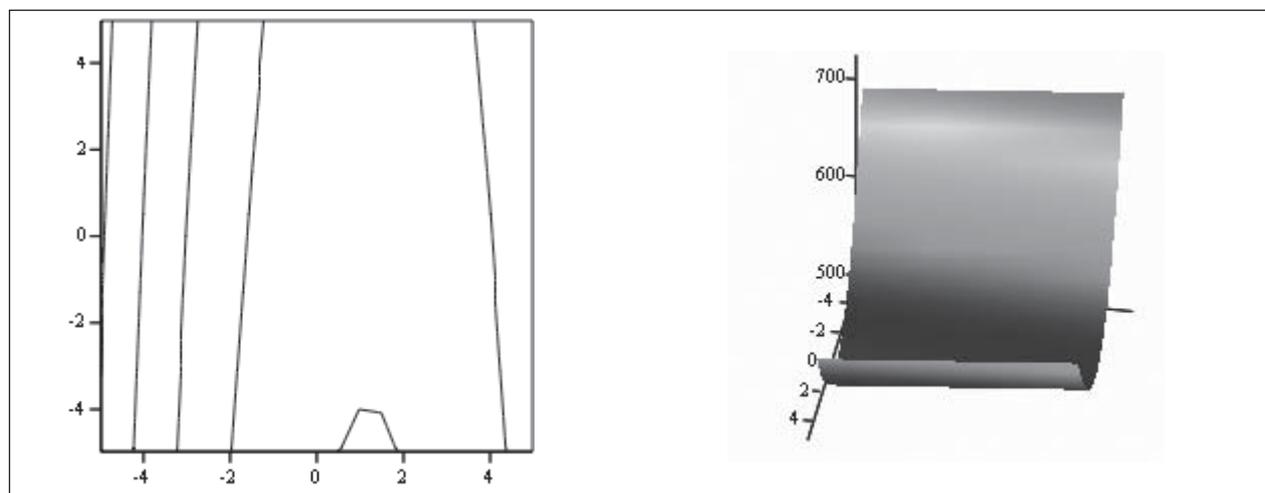


Рис. 2. Графики зависимости поверхностной плотности трикотажа от натяжения нитей и оттяжки полотна (вариант 2)

$$B_0 = g_1 \sum Y_u' - g_2 \sum \sum X_{iu}^2 Y_u'$$

$$B_1 = g_3 \sum X_{iu} Y_u'$$

$$B_2 = g_4 \sum X_{iu} X_{ju} Y_u'$$

$$B_{22} = g_5 \sum X_{iu}^2 Y_u' + g_6 \sum \sum X_{iu}^2 Y_u' - g_2 \sum Y_u'$$

$$B_0 = 612,03, B_1 = -16,42, B_2 = 9,17, \\ B_{11} = 8,15, B_{22} = -6,06.$$

Получено регрессионное уравнение, описывающее зависимость поверхностной плотности полотна от натяжения нитей и оттяжки полотна (вариант 1):

$$Y_r = 612,03 - 16,42X_1 + 9,17X_2 + 8,15X_1^2 - 6,06X_2^2.$$

Определение коэффициентов регрессии:

$$B_0 = g_1 \sum Y_u' - g_2 \sum \sum X_{iu}^2 Y_u'$$

$$B_1 = g_3 \sum X_{iu} Y_u'$$

$$B_2 = g_4 \sum X_{iu} X_{ju} Y_u'$$

$$B_{ij} = g_5 \sum X_{iu}^2 Y_u' + g_6 \sum \sum X_{iu}^2 Y_u' - g_2 \sum Y_u'$$

$$B_0 = 516,2, B_1 = -12,5, B_2 = 7,23, \\ B_{11} = 5,14, B_{22} = -5,02.$$

Получено регрессионное уравнение, описывающее зависимость поверхностной плотности полотна от натяжения нитей и оттяжки полотна (вариант 2):

$$Y_r = 516,2 - 12,5X_1 + 7,23X_2 + 5,14X_1^2 - 5,02X_2^2.$$

Для определения влияния величины натяжения нитей и оттяжки трикотажа на толщину полотна составлены матрицы эксперимента, представленные в табл. 5 (вариант 1) и табл. 6 (вариант 2).

Определение коэффициентов регрессии:

$$B_0 = g_1 \sum Y_u' - g_2 \sum \sum X_{iu}^2 Y_u'$$

Табл. 5. Матрица эксперимента (вариант 1)

Номер опыта u	Факторы					Y_u	Y_{ru}	$(Y_u - Y_{ru})^2$
	X_1	X_2	X_1^2	X_1X_2	X_2^2			
1	-	-	+	+	+	3,51	3,52	0,81
2	+	-	+	-	+	3,64	3,61	0,49
3	-	+	+	-	+	3,82	3,79	1,21
4	+	+	+	+	+	3,7	3,78	1,21
5	-1,414	0	2	0	0	3,5	3,52	0,04
6	+1,414	0	2	0	0	3,51	3,54	0,25
7	0	-1,414	0	0	2	3,52	3,55	1
8	0	+1,414	0	0	2	3,53	3,56	0,09
9	0	0	0	0	0	3,56	3,55	0,01
10	0	0	0	0	0	3,86	3,88	1
11	0	0	0	0	0	3,54	3,57	0,25
12	0	0	0	0	0	3,55	3,59	0,36
13	0	0	0	0	0	3,85	3,86	0,09

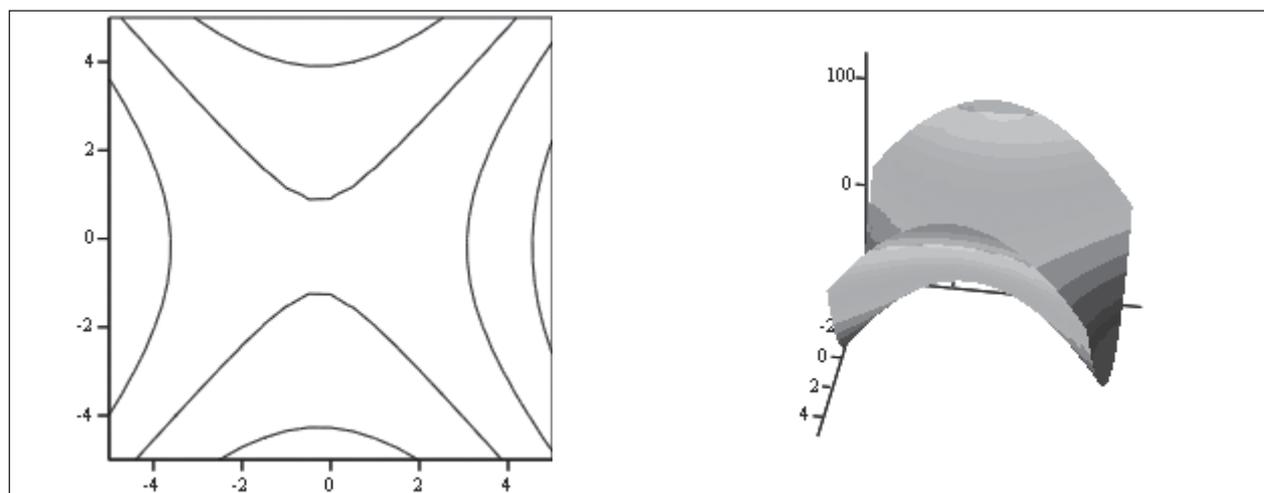


Рис. 3. Графики зависимости толщины полотна от натяжения нитей и оттяжки полотна (вариант 1)

Табл. 6. Матрица эксперимента (вариант 2)

Номер опыта u	Факторы					Y_u	Y_{ru}	$(Y_u - Y_{ru})^2$
	X_1	X_2	X_1^2	X_1X_2	X_2^2			
1	-	-	+	+	+	3,35	3,37	0,81
2	+	-	+	-	+	3,61	3,62	0,49
3	-	+	+	-	+	3,51	3,59	1,21
4	+	+	+	+	+	3,63	3,75	1,21
5	-1,414	0	2	0	0	3,5	3,52	0,04
6	+1,414	0	2	0	0	3,51	3,54	0,25
7	0	-1,414	0	0	2	3,52	3,55	1
8	0	+1,414	0	0	2	3,53	3,56	0,09
9	0	0	0	0	0	3,69	3,71	0,01
10	0	0	0	0	0	3,48	3,54	1
11	0	0	0	0	0	3,55	3,57	0,25
12	0	0	0	0	0	3,49	3,59	0,36
13	0	0	0	0	0	3,68	3,73	0,09

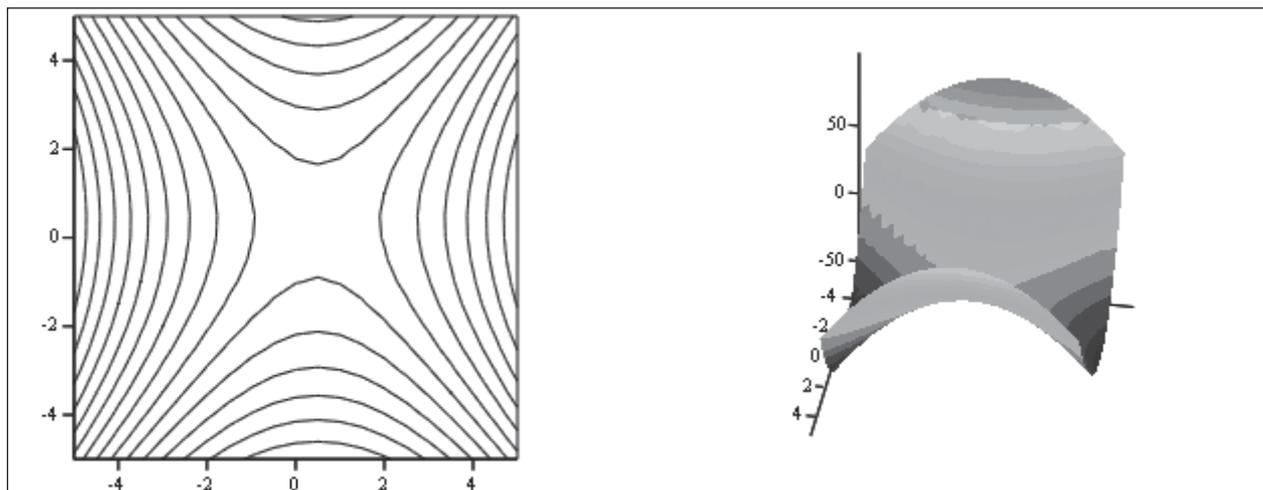


Рис. 4. Графики зависимости толщины полотна от натяжения нитей и оттяжки полотна (вариант 2)

$$B_1 = g_3 \sum X_{iu} Y_{u'}$$

$$B_2 = g_4 \sum X_{iu} X_{ju} Y_{u'}$$

$$B_{ii} = g_5 \sum X_{iu}^2 Y_{u'} + g_6 \sum \sum X_{iu}^2 Y_{u'} - g_2 \sum Y_{u'}$$

$$B_0 = 3,81, B_1 = 2,24, B_2 = -1,18, \\ B_{11} = 4,15, B_{22} = -3,21.$$

Получено регрессионное уравнение, описывающее зависимость толщины полотна от натяжения нити и оттяжки полотна (вариант 1):

$$Y_r = 3,81 + 2,24X_1 - 1,18X_2 + 4,15X_1^2 - 3,21X_2^2.$$

Определение коэффициентов регрессии:

$$B_0 = g_1 \sum Y_{u'} - g_2 \sum \sum X_{iu}^2 Y_{u'}$$

$$B_1 = g_3 \sum X_{iu} Y_{u'}$$

$$B_2 = g_4 \sum X_{iu} X_{ju} Y_{u'}$$

$$B_{ii} = g_5 \sum X_{iu}^2 Y_{u'} + g_6 \sum \sum X_{iu}^2 Y_{u'} - g_2 \sum Y_{u'}$$

$$B_0 = 4,02, B_1 = -3,10, B_2 = 1,65, \\ B_{11} = 3,18, B_{22} = -2,15.$$

Получено регрессионное уравнение, описывающее зависимость толщины полотна от натяжения нити и оттяжки полотна (вариант 2):

$$Y_r = 4,02 - 3,10X_1 + 1,65X_2 + 3,18X_1^2 - 2,15X_2^2.$$

По результатам проведенных исследований была составлена рейтинговая оценка свойств полотна, изображенная на рис. 5–8.

Интересующее нас полотно должно обладать следующими свойствами:

- толщина полотна должна превышать 3,5 мм;
- поверхностная плотность должна стремиться к минимуму, а верхний предел ее не должен превышать 560 г/м².

Таким образом, по данным рисунков, на которых представлена толщина опытных образцов

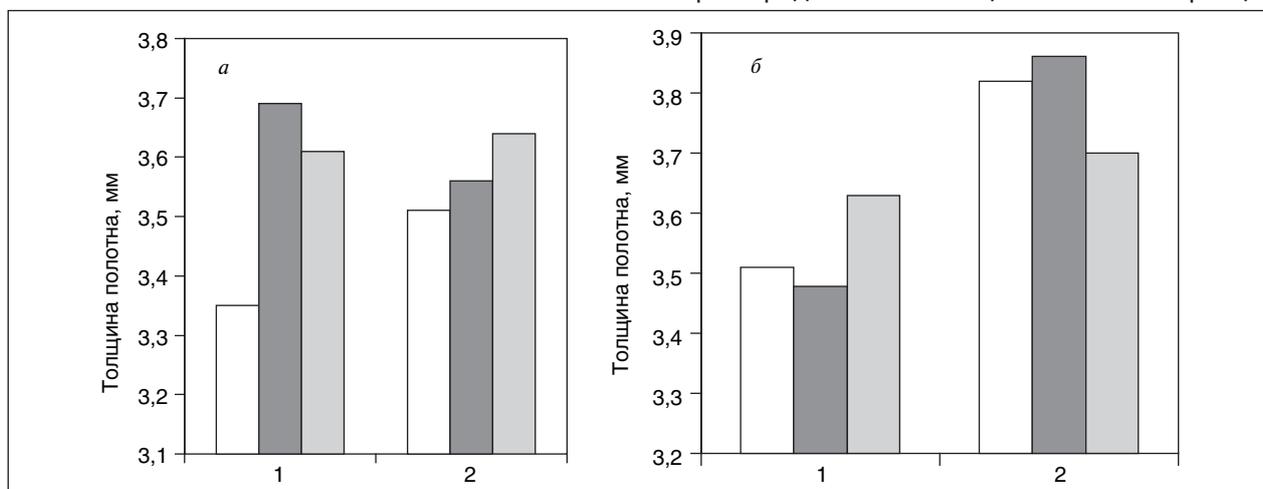


Рис. 5. Рейтинговая оценка значений толщины полотен: а и б — сила оттяжки полотна 5 и 19 Сн, соответственно; 1 — пряжа 50×1×3 текс; 2 — пряжа 25×2×3 текс

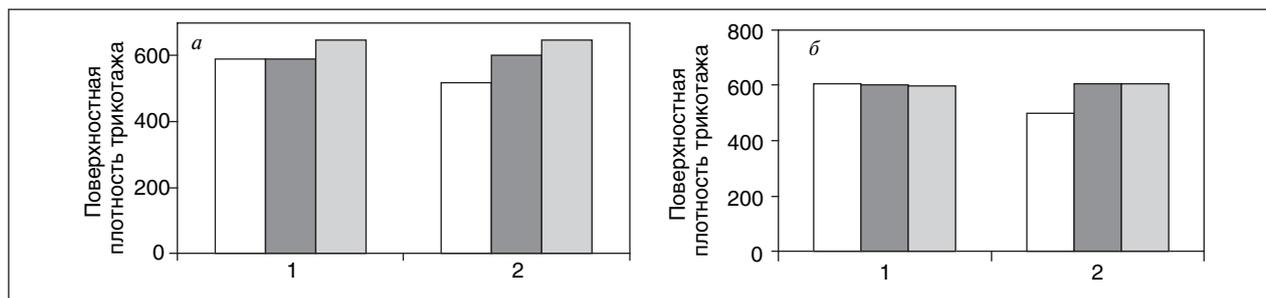


Рис. 6. Рейтинговая оценка значений поверхностной плотности трикотажа: а и б — сила оттяжки полотна 5 и 19 сН, соответственно; 1 — пряжа 50×1×3 текс; 2 — пряжа 25×2×3 текс

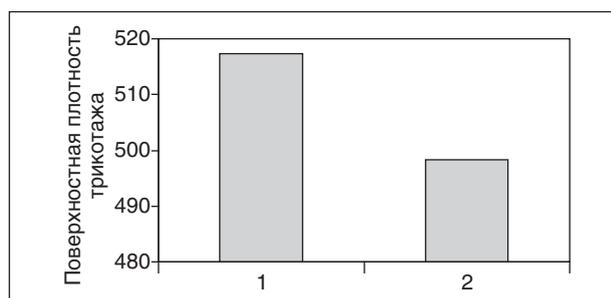


Рис. 7. Рейтинговая оценка значений поверхностной плотности отобранных образцов трикотажа из х/б пряжи 25×2×3 текс: 1 и 2 — сила оттяжки полотна 5 и 19 сН, соответственно

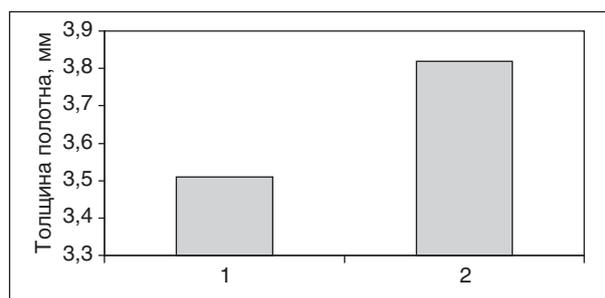


Рис. 8. Рейтинговая оценка значений толщины отобранных образцов трикотажа из х/б пряжи 25×2×3 текс: 1 и 2 — сила оттяжки полотна 5 и 19 сН, соответственно

полотен, и их поверхностная плотность трикотажа было выявлено два наиболее оптимальных образца. Полотна филейного переплетения из хлопчатобумажной пряжи 25×2×3 текс при натяжении нитей 13 сН с силой оттяжки полотна 5 сН/п и с силой оттяжки полотна 19 сН/п.

Рейтинговая оценка показала, что наиболее оптимальными свойствами обладает полотно,

вывязанное из хлопчатобумажной пряжи линейной плотности 25×2×3 текс, при натяжении нитей 13 сН, вырабатываемое с силой оттяжки полотна равной 19 сН/п. Толщина полотна составляет 3,82 мм, поверхностная плотность трикотажа 498 г/м². Это полотно можно рекомендовать для изготовления нижней рубашки комплекта защитной одежды от кровососущих насекомых.

Литература

1. Морозова Л. В., Мелихова С. В. Разработка новых полотен для защитной одежды от кровососущих насекомых и сравнительное исследование их свойств // Теоретические и прикладные проблемы сервиса. — 2007. — №3(24). — С. 23–28.
2. Коляс К. Технология основовязаного трикотажа. — М.: Легпромбытиздат, 1991.

Разработка компонентов математического обеспечения художественно-конструктивного анализа моделей мужской одежды

А. Н. Таран

Российский государственный университет туризма и сервиса

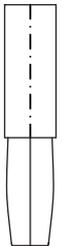
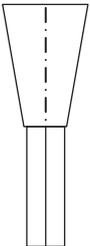
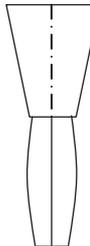
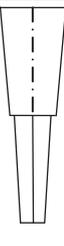
Включение художественно-конструктивного анализа (ХКА) моделей одежды в новые информационные технологии проектирования конструкций швейных изделий требует создания соответствующего математического обеспечения (МО). В данном направлении проводятся обширные исследования [1] в РГУТиС под руководством профессора Т. В. Медведевой, имеется ряд работ, выполненных специалистами МГУДТ, РОСЗИТЛП и т. д. Однако все они рассматривают процесс проектирования конструкций женской одежды, а вопрос выполнения ХКА применительно к мужской одежде не рассмотрен. В связи с этим, была поставлена задача по созданию компонентов МО художественно-конструктивного анализа мужской одежды — математических моделей описания художественно-конструктивных показателей (ХКП) мужских изделий. Ввиду того, что в рамках одной научно-исследовательской работы все разнообразие вариантов ХКП мужской одежды невозможно рассмотреть, то в качестве объекта исследования выбран основ-

ной художественно-конструктивный показатель мужской одежды — геометрическая силуэтная форма (ГСФ), определяющий пропорции в проектируемой модели одежды. Данный ХКП рассмотрен применительно к пальтово-костюмному ассортименту мужских швейных изделий.

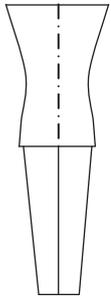
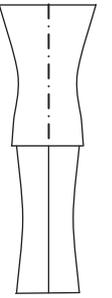
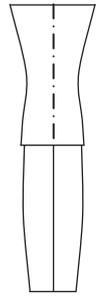
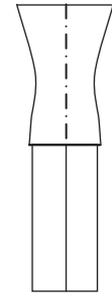
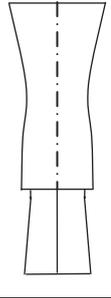
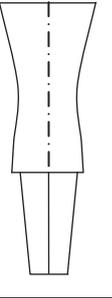
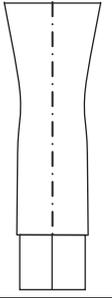
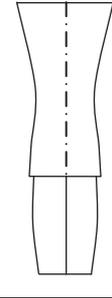
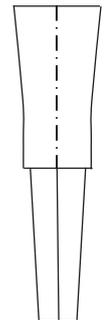
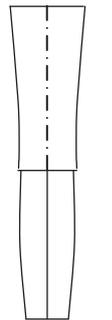
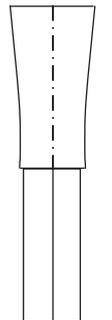
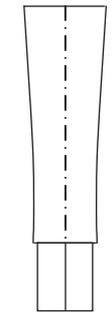
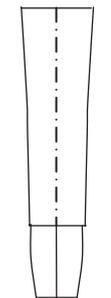
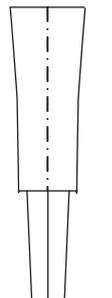
Для решения поставленной задачи проведено экспериментальное исследование в следующем порядке: определение разновидностей ГСФ мужской одежды пальтово-костюмного ассортимента за последние 60 лет; разработка их формальных моделей описания; формирование математических моделей (ММ) типовых ГСФ мужской одежды для идеальных фигур (ИФ) мужчин по периодам моды.

На первом этапе были исследованы все виды мужской одежды пальтово-костюмного ассортимента по фотографиям из журналов мод за последние 60 лет на предмет выявления различных вариантов ГСФ (выборка составила 2100 шт.). Результаты анализа сведены в табл. 1, где представлена матрица ГСФ мужской

Табл. 1. Матрица геометрических силуэтных форм мужской одежды пальтово-костюмной группы во фронтальной проекции за период с 1950 по 2009 годы

№	Вариант ГСФ	№	Вариант ГСФ	№	Вариант ГСФ	№	Вариант ГСФ
1	2	3	4	5	6	7	8
Прямой силуэт							
1.1		1.2		1.3		1.4	
1.5		1.6		1.7		1.8	

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Прилегающий силуэт							
2.1		2.2		2.3		2.4	
2.5		2.6		2.7		2.8	
Полуприлегающий силуэт							
3.1		3.2		3.3		3.4	
3.5		3.6					

одежды пальтово-костюмного ассортимента, включающая 22 варианта ГСФ: для прямого силуэта выделено 8 вариантов; для прилегающего силуэта — 8 вариантов; для полуприлегающего силуэта — 6 вариантов.

Большое разнообразие ГСФ различных видов мужской одежды (см. табл. 1) привело к необходимости введения ограничения, поэтому в дальнейших экспериментальных исследованиях рассмотрены только ГСФ мужских костюмов.

По данным табл. 1 к ним относятся двенадцать ГСФ: для прямого силуэта — пять вариантов (№ 1.1–1.5); для прилегающего силуэта — четыре варианта (№ 2.1–2.4); для полуприлегающего силуэта — три варианта (№ 3.1–3.3).

В основу формирования формальных моделей описания любой из двенадцати отобранных ГСФ мужских костюмов положена следующая концептуальная модель:

$$MM_{ГСФ} = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}, \quad (1)$$

где K_1, K_2, \dots, K_n — характерные для рассматриваемой ГСФ мужского костюма коэффициенты, описывающие закономерности ее формообразования; 1, 2, ..., n — количество коэффициентов, $n = 1, m$. Коэффициенты (K), описывающие закономерности ее формообразования представляют собой следующее:

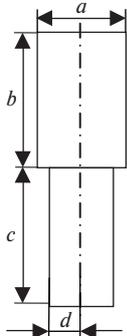
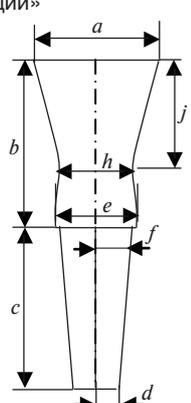
$$K = f(x, y), \quad (2)$$

где x — величина антропометрического параметра мужской фигуры, а y — величина параметра выбранной ГСФ мужского костюма. Коэффициенты поделены на основные и вспомогательные. Основные коэффициенты характеризуют основные пропорции ГСФ мужских костюмов посредством соотношений их

параметров. Вспомогательные коэффициенты детально описывают соотношения параметров ГСФ мужских костюмов между собой, а также к ним относятся аналитические зависимости, описывающие пропорциональные соотношения между параметрами ГСФ изделий и антропометрическими параметрами строения ИФ мужчины. В качестве примера в табл. 2 приведен фрагмент матрицы формальных моделей описания ГСФ мужских костюмов.

На последнем этапе экспериментального исследования произведена разработка математических моделей ГСФ мужского костюма для идеальных фигур мужчин по периодам моды. Для чего определен следующий порядок действий: формирование требований к составу исходной информации; выявление типовых ГСФ мужских костюмов во фронтальной проекции за период с

Табл. 2. Фрагмент матрицы формальных моделей описания геометрических силуэтных форм мужских костюмов

№	ГСФ мужских костюмов во фронтальной проекции	Формальные модели описания ГСФ мужских костюмов во фронтальной проекции		Периоды моды, характерные для ГСФ
		Коэффициенты		
		Основные	Вспомогательные	
1	2	3	4	5
Прямой силуэт				
1.1	1. ГСФ «три прямоугольника» 	$K_1 = a / b;$ $K_2 = d / c$	$K_3 = 2d / a;$ $K_4 = a / P_{иф};$ $K_5 = d / P_{иф};$ $K_6 = (b + c) / P_{иф}$	1950–1959, 1960–1969, 1990–1999, 2000–2009
Прилегающий силуэт				
2.1	2. ГСФ «гиперboloид и две перевернутые трапеции» 	$K_1 = a / b;$ $K_2 = d / c;$ $K_3 = e / a;$ $K_4 = d / f;$ $K_5 = h / j$	$K_6 = 2d / a;$ $K_7 = a / P_{иф};$ $K_8 = d / P_{иф};$ $K_9 = h / P_{иф};$ $K_{10} = (b + c) / P_{иф}$	1950–1959, 1960–1969, 1970–1970, 1980–1989, 2000–2009

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Полуприлегающий силуэт				
3.1	<p>3. ГСФ «гиперboloид и две перевернутые трапеции»</p>	$K_1 = a/b;$ $K_2 = d/c;$ $K_3 = e/a;$ $K_4 = d/f;$ $K_5 = h/j$	$K_6 = 2d/a;$ $K_7 = a/P_{иф};$ $K_8 = d/P_{иф};$ $K_9 = h/P_{иф};$ $K_{10} = (b+c)/P_{иф}$	1950–1959, 1960–1969, 1970–1979, 1980–1989, 1990–1999, 2000–2009
$P_{иф}$ – рост идеальной фигуры мужчины (манекенчика), характеризующейся определенным строением, модным в заданный временной интервал				

1950 по 2009 годы; определение элементов математического описания типовых ГСФ мужских костюмов; разработка математических моделей типовых ГСФ мужских костюмов для ИФ по периодам моды (десятилетиям) [2].

К выбору моделей мужских костюмов по фотографиям из журналов мод были предъявлены следующие требования: идеальная мужская фигура с исследуемой моделью костюма должна быть представлена в полный рост, без головного убора, во фронтальной проекции; модели мужского костюма выбираются в пе-

риоде с 1950 г. по 2009г. Соблюдая все выше перечисленные требования, были отобраны 1011 моделей мужских костюмов из журналов мод. Указанный объем выборки из генеральной совокупности моделей мужских костюмов соответствует минимальному объему ($n = 1000$), рассчитанному с учетом двенадцати вариантов ГСФ мужских костюмов (см. табл. 1), минимального числа случаев равного 50 [3], шести периодов моды (десятилетий) с 1950 по 2009 годы и результатов изучения структуры ГСФ мужской одежды за рассмотренный период.

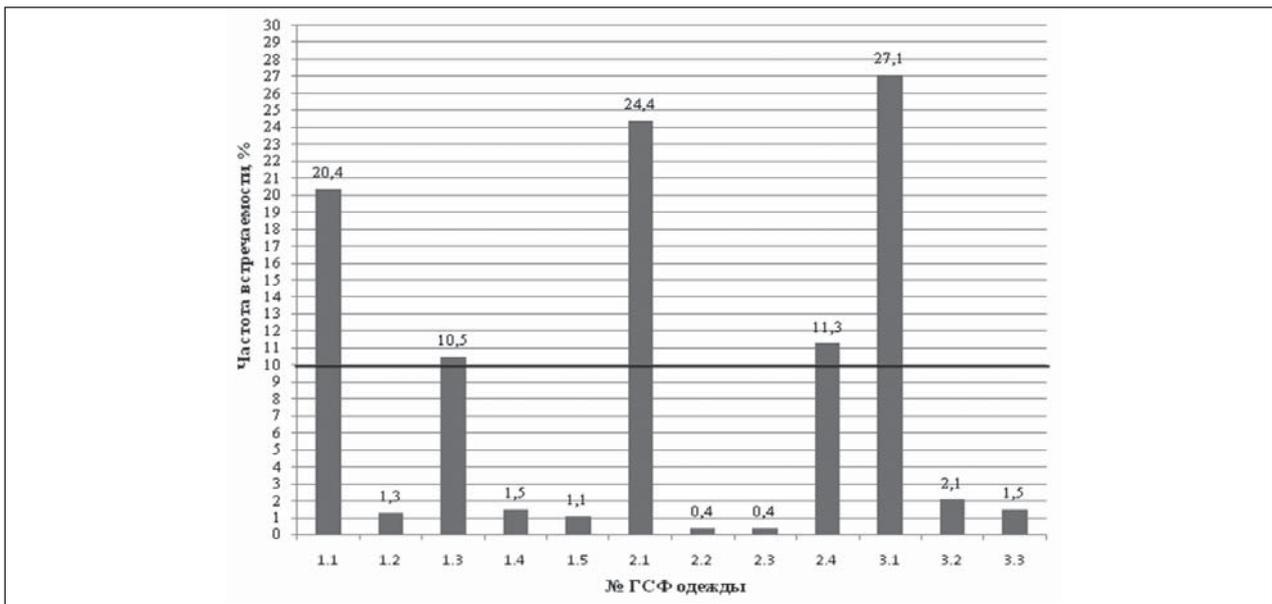


Рис. 1. Диарамма частоты встречаемости двенадцати графических силуэтных форм мужских костюмов за период с 1950 по 2009 годы

Табл. 3. Фрагмент математических моделей описания типовых геометрических силуэтных форм мужского костюма по периодам моды

Фронтальная проекция силуэтной формы с формальным описанием	Математические модели геометрических силуэтных форм мужского костюма для идеальных фигур по периодам моды			
Прямой силуэт				
$K_1 = a/b;$ $K_2 = d/c;$ $K_3 = 2d/a;$ $K_4 = a/P_{иф};$ $K_5 = d/P_{иф};$ $K_6 = (b+c)/P_{иф};$ 1. ГСФ «три прямоугольника», №1.1	MM = { $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ }			
	1950–1960			
	Основные		Дополнительные	
	$K_1 = 0,637 \pm 0,039,$ $K_2 = 0,153 \pm 0,02$		$K_3 = 0,474 \pm 0,073,$ $K_4 = 0,261 \pm 0,015,$ $K_5 = 0,061 \pm 9,047 \cdot 10^{-3},$ $K_6 = 0,803 \pm 0,017$	
$a = P_{иф} \cdot K_4,$ $a = P_{иф} (0,261 \pm 0,015),$ $b = a : K_1;$ $b = a : (0,637 \pm 0,039)$		$c = d : K_2,$ $c = d : (0,153 \pm 0,02),$ $d = c \cdot K_5,$ $d = P_{иф} (0,061 \pm 9,047 \cdot 10^{-3});$		
Прилегающий силуэт				
$K_1 = a/b;$ $K_2 = d/c;$ $K_3 = e/a;$ $K_4 = d/f;$ $K_5 = h/j;$ $K_6 = 2d/a;$ $K_7 = a/P_{иф};$ $K_8 = d/P_{иф};$ $K_9 = h/P_{иф};$ $K_{10} = (b+c)/P_{иф};$ 2. ГСФ «гиперболоид и две перевернутые трапеции», ГСФ № 2.1	MM = { $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9, K_{10}$ }			
	1950–1960			
	Основные		Дополнительные	
	$K_1 = 0,654 \pm 0,063,$ $K_2 = 0,145 \pm 0,024,$ $K_3 = 0,794 \pm 0,074,$ $K_4 = 0,522 \pm 0,088,$ $K_5 = 0,878 \pm 0,07$		$K_6 = 0,432 \pm 0,065;$ $K_7 = 0,271 \pm 0,022;$ $K_8 = 0,055 \pm 0,011;$ $K_9 = 0,191 \pm 0,013;$ $K_{10} = 0,796 \pm 0,017$	
$a = P_{иф} \cdot K_7,$ $b = a : K_1,$ $c = d : K_2,$ $d = P_{иф} \cdot K_8$	$a = P_{иф} (0,271 \pm 0,022),$ $b = a : (0,654 \pm 0,063),$ $c = d : (0,145 \pm 0,024),$ $d = P_{иф} (0,055 \pm 0,011)$	$e = a \cdot K_3,$ $f = d \cdot K_4,$ $j = h : K_5,$ $h = P_{иф} \cdot K_9$	$e = a (0,794 \pm 0,074),$ $f = d : (0,522 \pm 0,088),$ $j = h : (0,878 \pm 0,07),$ $h = P_{иф} (0,191 \pm 0,013)$	
Полуприлегающий силуэт				
$K_1 = a/b;$ $K_2 = d/c;$ $K_3 = e/a;$ $K_4 = d/f;$ $K_5 = h/j;$ $K_6 = 2d/a;$ $K_7 = a/P_{иф};$ $K_8 = d/P_{иф};$ $K_9 = h/P_{иф};$ $K_{10} = (b+c)/P_{иф};$ 3. ГСФ «гиперболоид и две перевернутые трапеции», ГСФ № 3.1	MM = { $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9, K_{10}$ }			
	1960–1969			
	Основные		Дополнительные	
	$K_1 = 0,633 \pm 0,05,$ $K_2 = 0,14 \pm 0,018,$ $K_3 = 0,819 \pm 0,053,$ $K_4 = 0,598 \pm 0,074,$ $K_5 = 0,881 \pm 0,071$		$K_6 = 0,459 \pm 0,052;$ $K_7 = 0,256 \pm 0,016;$ $K_8 = 0,056 \pm 6,878 \cdot 10^{-3};$ $K_9 = 0,193 \pm 0,013;$ $K_{10} = 0,646 \pm 0,066$	
$a = P_{иф} \cdot K_7,$ $b = a : K_1,$ $c = d : K_2,$ $d = P_{иф} \cdot K_8$	$a = P_{иф} (0,256 \pm 0,016),$ $b = a : (0,633 \pm 0,05),$ $c = d : (0,14 \pm 0,018),$ $d = P_{иф} (0,056 \pm 6,878 \cdot 10^{-3})$	$e = a \cdot K_3,$ $f = d \cdot K_4,$ $j = h : K_5,$ $h = P_{иф} \cdot K_9$	$e = a (0,819 \pm 0,053),$ $f = d (0,598 \pm 0,074),$ $j = h : (0,881 \pm 0,071),$ $h = P_{иф} (0,193 \pm 0,013)$	

Сформированная представительная выборка моделей мужских костюмов исследована на предмет выявления частоты встречаемости каждой из двенадцати ГСФ мужских костюмов как за весь рассматриваемый период, так и по десятилетиям. Анализ полученных данных по частоте встречаемости двенадцати ГСФ мужских

костюмов позволил выявить среди них пять наиболее часто встречающихся: ГСФ № 1.1 (20,4%), ГСФ № 1.3 (10,5%), ГСФ № 2.1 (24,4%), ГСФ № 2.4 (11,3%) и ГСФ № 3.1 (27,1%), в дальнейшем именуемых «типowymi». За критерии разграничения исходных ГСФ мужских костюмов на «типowe» и «нетипowe» принято следующее:

частота встречаемости ГСФ более чем 100 раз за 59 лет и не менее чем в двух десятилетиях. В результате типовые ГСФ мужских костюмов преодолели порог встречаемости 10%, что отобразено на рис. 1.

Определение элементов математического описания по пяти типовым ГСФ мужских костюмов осуществлено с учетом их формальных моделей (см. табл. 2) и имеющейся по ним информационной базы. В данном исследовании было задействовано 850 моделей мужских костюмов, отобранных в соответствии с предъявленными выше требованиями и имеющих типовые силуэтные формы. Вся совокупность исследуемых мо-

делей костюмов была разгруппирована на представительные выборки по 50 шт. в соответствии с вариантом типовой ГСФ мужского костюма и десятилетием рассматриваемого периода. Полученные экспериментальные данные (значения основных и вспомогательных коэффициентов) по исследуемой совокупности были подвергнуты статистической обработке [3] с использованием среды программирования MathCad версия 2008. Установлено, что наблюдаемые распределения значений основных и вспомогательных коэффициентов в выборках соответствуют закону нормального распределения, так как расчетные значения критерия Пирсона ($\chi^2 [1,21; 11,56]$) не

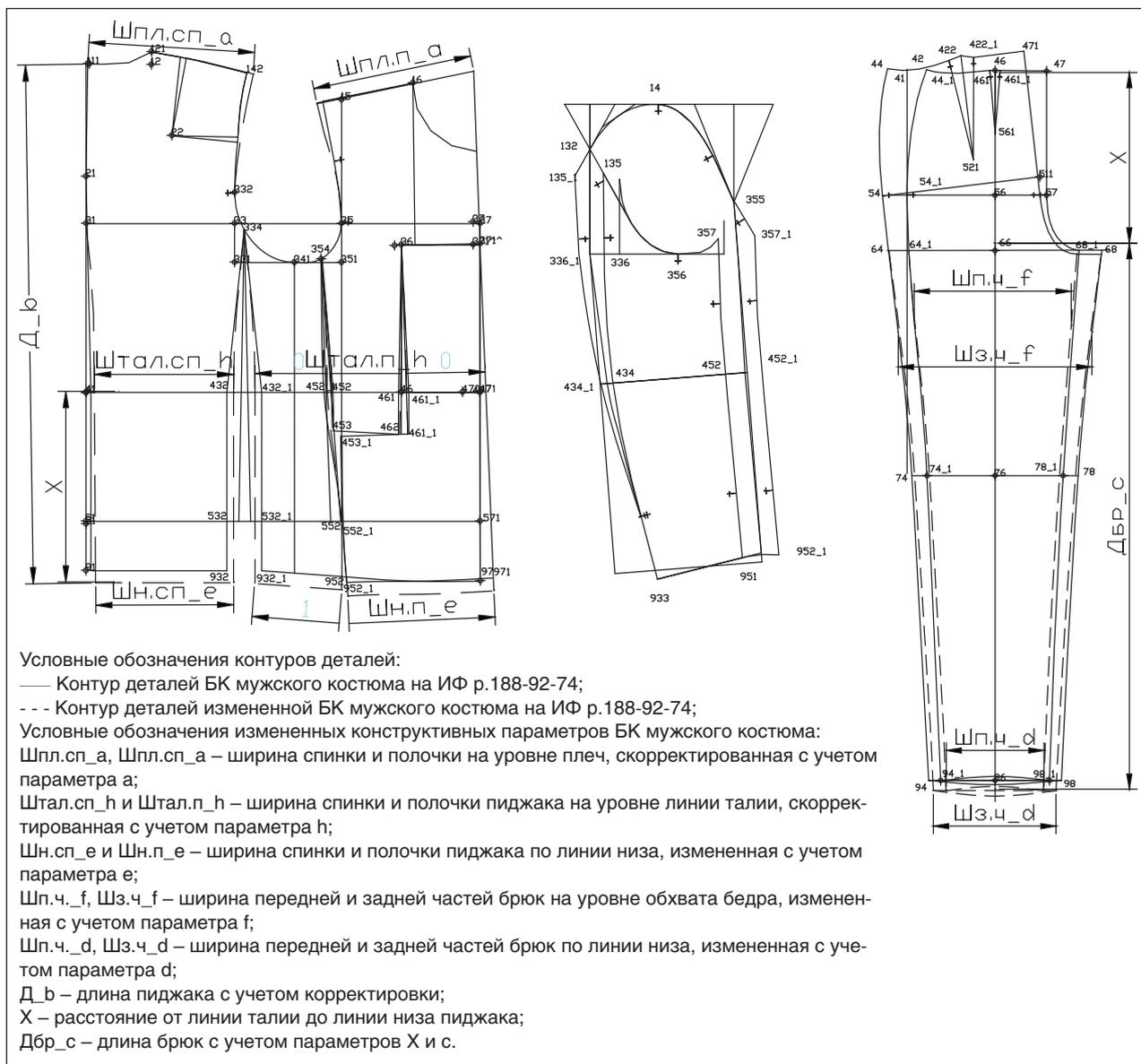


Рис. 2. Схема корректировки шаблонов деталей конструкции мужского костюма полуприлегающего силуэта с учетом математически заданной геометрической силуэтной формы № 3. 1

превысили табличных значений ($\chi^2_{\text{табл}} = 12,6$ [3]) при 5%-ном уровне значимости и числе степеней свободы, равном 6.

Результаты статистической обработки данных позволили приступить к формированию математических моделей типовых ГСФ мужского костюма. При этом использованы формальные модели описания ГСФ мужского костюма (см. табл. 2) и концептуальная модель (3):

$$MM = \{K: \forall K = f(M, \sigma)\}, \quad (3)$$

где коэффициент K любой из пяти типовых ГСФ мужских костюмов рассматривался, как функция f от среднего арифметического M и среднего квадратического отклонения σ .

Как пример разработки ММ для типовых ГСФ мужского костюма приведена табл. 3, в которой даны ММ описания силуэтных форм мужского костюма для ИФ манекенщиков за периоды 1950–1959 и 1960–1969 гг. по варианту на каждый силуэт.

Полученный математический аппарат (см. табл. 3) позволил разработать способ построения модельных конструкций мужского костюма с учетом заданной перспективной модой силуэтной формой. Данный способ основывается на достоверной информации о развитии силуэтных форм мужской одежды за последние 59 лет (см. табл. 3), схемах корректировки шаблонов деталей исходных конструкций и минимальной антропометрической информации

о современных ИФ мужчин (манекенщиков). Исходными данными для разработки модельной конструкции мужского костюма перспективного направления моды являются: ведущие размерные признаки фигуры манекенщика; шаблоны деталей конструкции мужского костюма высокого эргономического соответствия (БО или БК) на заданный размер; силуэт, ГСФ мужского костюма перспективного направления моды с математическим заданием ее параметров (см. табл. 3); схема корректировки шаблонов деталей конструкции мужского костюма заданного силуэта. В качестве примера ниже приведена схема корректировки шаблонов деталей БК мужского костюма полуприлегающего силуэта (рис. 2) с учетом математического задания ГСФ № 3.1 (см. табл. 3). На данный способ в настоящее время разрабатывается патент.

Сформированный каталог ГСФ мужских костюмов по периодам моды с формализованным их представлением и разработанный на его основе метод позволяют решить проблему неоднозначного прочтения и представления модной силуэтной формы мужских костюмов в деталях модельных конструкций. Предложенный метод может быть использован в системе сферы сервиса и в промышленном производстве при создании перспективных коллекций мужской одежды, а математические модели описания ГСФ мужских костюмов могут быть включены в новые информационные технологии.

Литература

1. *Медведева Т. В.* Монография. Развитие основ формирования качества при проектировании конструкций одежды. — М.: ГОУ ВПО МГУС, 2005.
2. *Козлова Т. В.* Художественное проектирование костюма. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 143 с.
3. Теория статистики с основами теории вероятностей / Под. ред. И. И. Елисевой. — М.: Юнити, 2001. — 445 с.