

3. Кожевникова, Л.В. Особенности структуры трехосной ткани/ Л.В. Кожевникова, Т.Ю. Карева, С.О. Кожевников// Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и сервиса/ – 2016. – №4.- с. 6-9.

УДК 677:687.03

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ПРОЕКТИРОВАНИИ МАСКИРОВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

SYSTEM APPROACH TO DESIGN MACHINING MATERIALS

И.Ю. Белова, О.В. Метелёва, Ю.А. Шаммут.
I.Yu. Belova, O.V. Metelyova, Yu.A Shammut.

Ивановский государственный политехнический университет.
Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute
E-mail: kaf-tshi@yandex.ru

Аналитически обоснована внутренняя структура системы «человек – швейное изделие для визуально-оптической и тепловой маскировки – среда», в пределах которой выполняется функционирование маскировочного изделия, а также системы «материал-конструкция-технология», которая определяет структуру проектируемого изделия. Разработана схема процесса формирования входных и выходных параметров системы, которая отражает характер взаимосвязей между её элементами.

Ключевые слова: человек; среда; конструкция; технология; проектирование; маскировочная защита; системой подход; температурных гомеостаз; ремиссионные показатели местности; теплосъёмная система.

The internal structure of the system "man - a sewing product for visually-optical and thermal masking - environment", within which the functioning of the camouflage product is performed, as well as the "material-design-technology" system, which determines the structure of the designed product, is analytically justified. The scheme of the process of forming the input and output parameters of the system is developed, which reflects the nature of the interrelations between its elements.

Keywords: man; environment; design; technology; design; camouflage protection; system approach; temperature homeostasis; remembrance indices of terrain; heat removal system.

Процесс проектирования швейных изделий специального назначения для визуально оптической и тепловой маскировки характеризуется поиском оптимальных решений, удовлетворяющих комплекс потребительских и производственных требований [1]. В основе системного подхода в сложном процессе создания нового объекта, предназначенного для выполнения заранее заданных функций, лежит анализ объекта как целостного комплекса взаимосвязанных элементов. Системный подход эффективен при построении схемы процесса проектирования для определения целей и критериев проектирования, многофакторной оценки проектных решений. Структура системы позволяет рассматривать её как единое целое и понять, как она функционирует. [2, 3].

Системный подход в решении проектных задач применялся Романовым В.Е., Сурженко В.Я., Чубаровой З.С., Афанасьевой Р.Ф., Харловой О.Н., Шаммут Ю.А. и др. в области проектирования и оценки качества специальной одежды [2, 3, 4].

Швейное изделие, как элемент комплексной системы маскировочной защиты целесообразно рассматривать с одной стороны, как элемент системы S1 «человек-изделие-среда», а с другой результат системы S2 «материал-конструкция-технология». Формирование требований к изделиям, предназначенным для визуально оптической и тепловой маскировки, выполняется в пределах системы S1, а эффективность маскировочной защиты определяется характером связей между элементами системы S2, конструкторско-

технологическим решением изделия, а также структурой пакета используемых материалов и технологическими параметрами процесса их производства (рис. 1).

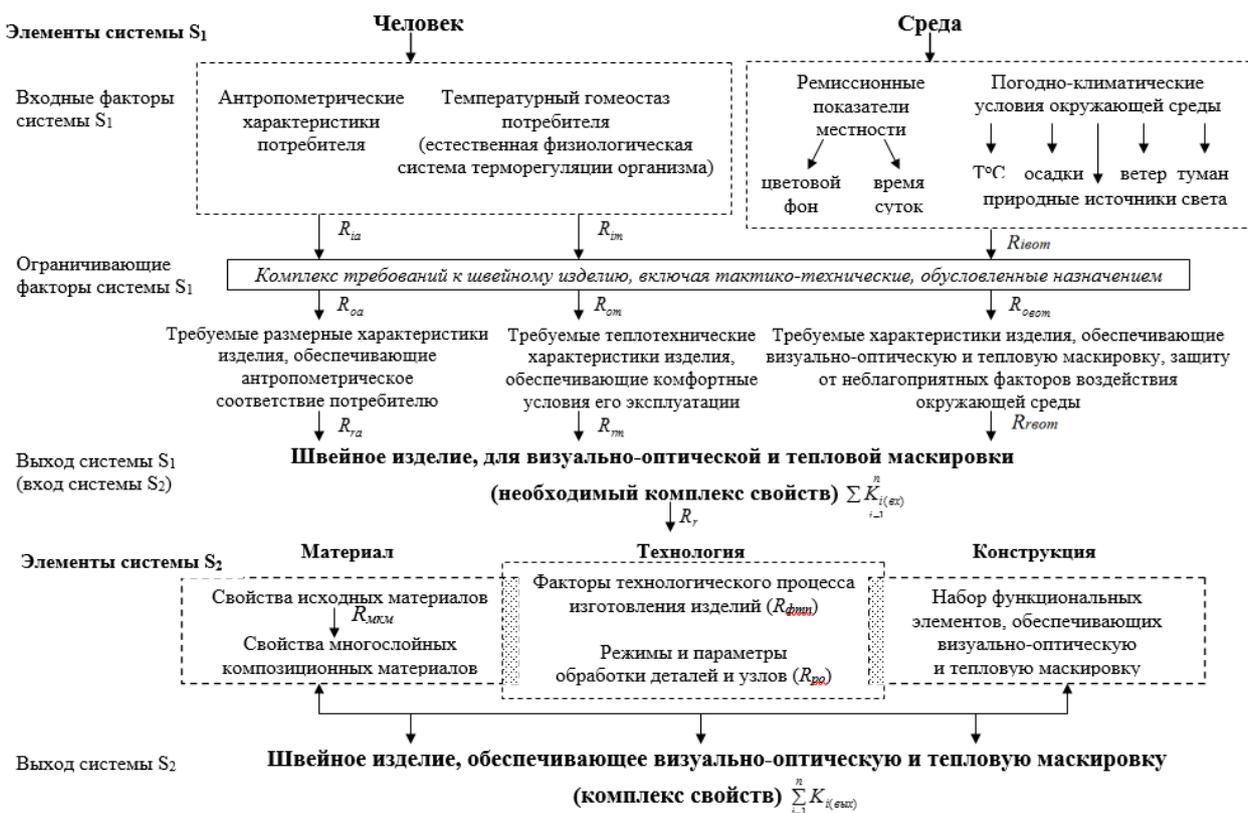


Рис. 1 Взаимодействие системы S1 и системы S2

Реализация принципов системного подхода к проектированию и изготовлению изделий опирается на тщательный анализ и систематизацию следующих массивов информации, определяющих компоненты задачи проектирования:

- независимые переменные, в том числе факторы окружающей среды;
- зависимые переменные, которые определяются проектом, в нашем случае это показатели маскировочной защиты;
- параметры проектирования, которые можно варьировать для достижения приемлемых или оптимальных значений зависимых переменных, в нашем случае это структура пакета используемых материалов, технологические режимы их получения и обработки в процессах изготовления изделий.

На стадии проектирования устанавливается необходимый комплекс свойств ($\sum K_i(вх)$), отвечающий предъявленным требованиям, а на стадии изготовления средства для визуально-оптической и тепловой маскировки формируется изделие заданным комплексом качественных характеристик ($\sum K_i(вых)$).

Для оценки эффективности результата процесса проектирования и изготовления маскировочных изделий можно использовать коэффициент соответствия K_c свойств готового изделия заданным свойствам. [4]

$$K_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} \alpha_{ci} = \sum_{i=1}^n \frac{ПК_{(вых)i}}{ПК_{(вх)i}} \cdot \alpha_i,$$

где K_{ci} – коэффициент соответствия i -го комплекса свойств готового изделия;

α_{ci} – коэффициент весомости i -го комплекса свойств готового изделия;

$PK_{(вых)i}$ – i -ый единичный показатель качества готового изделия;

$PK_{(вх)i}$ – заданный i -ый единичный показатель;

α_i – коэффициент весомости i -го единичного показателя.

При достижении полного соответствия параметров проектируемого изделия $Ki_{(вых)}=Ki_{(вх)}$ и $K_c=1$. Анализ внутренних составляющих систем S1 и S2 позволит с одной стороны выделить доминирующие (наиболее значимые) факторы, обеспечивающие минимально-необходимое соответствие изделия назначению, а с другой – стремиться к получению проектируемого изделия, полностью соответствующего заданному комплексу свойств.

Основное назначение проектируемого изделия – маскировочная защита человека, в соответствии с чем, рассматривать эффективность его функционирования вне человека бессмысленно. Входными факторами системы по отношению к рассматриваемому объекту «маркировочное изделие для визуально-оптической и тепловой маскировки» являются характеристики элементов «человек» и «среда». Для анализа взаимодействия элементов важны следующие параметры: антропометрические характеристики потребителя (R_{ia}) и его температурный гомеостаз (R_{it}), а также ремиссионные показатели местности (R_{ip}) и погодноклиматические условия окружающей среды (R_{ip}). От входных факторов образуются информационные связи (R_i), представленные в виде требований к изделию, которые формируются с учётом комплекса тактико-технических требований, обусловленных назначением проектируемых изделий, которые определяют основные цели и задачи его создания, условия его применения, задают потребительские значения основных параметров и характеристик, определяют условия его производства и эксплуатации.

Требования защиты, как одно из основных функциональных назначений изделия, а именно визуально-оптическая и тепловая маскировка человека, соответствующая природноклиматическим условиям его нахождения, а также защита от неблагоприятных факторов окружающей среды (снег, дождь, ветер и др.). Во многом защитные функции одежды определяются пакетом используемых материалов. Эффект визуально-оптической маскировки достигается использованием материалов соответствующего художественно-колористического оформления, а защите от неблагоприятных факторов окружающей среды способствует защитная отделка (водо-, масло-, грязеотталкивающая пропитка и др.). Функциональные требования, а именно соответствие изделия назначению и условиям эксплуатации. Маскировочные изделия должны обеспечивать возможность выполнения военнослужащим поставленной боевой задачи, учитывать специфику их использования, в том числе в полевых условиях, иметь специальные конструктивные элементы для быстрого одевания (снятия), не допускать возможность дешифровки.

Эргономические требования, обуславливающие удобство и комфорт его потребления в рассматриваемой системе, а именно соответствие изделия антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и гигиеническим требованиям, непосредственно влияющим на удобство пользования изделием в соответствии с его назначением. Антропометрические свойства характеризуют соответствие изделия размерам и форме человека и отдельных его частей (тело, руки, ноги, голова). Физиологические свойства, в том числе маскировочных изделий, обуславливают соответствие изделия силовым, скоростным и энергетическим возможностям человека, выполняющего поставленную боевую задачу, а также обеспечивают возможность функционирования органов чувств человека (зрения, слуха, осязания, обоняния). Гигиенические свойства изделий обеспечивают его нормальную жизнедеятельность и работоспособность.

Эксплуатационные требования к маскировочным изделиям определяют степень стабильности свойств в процессе эксплуатации изделия. Под воздействием эксплуатационных нагрузок, внешних факторов окружающей среды, использованию ресурса защитных свойств, заложенных структурой пакета материалов и конструктивно-

технологическим решением маскировочных изделий, материалы и изделия теряют или изменяют свои основные характеристики. Проектируемые изделия должны быть устойчивы к воздействию указанных факторов в процессе эксплуатации (высокая прочность, водонепроницаемость материалов, формоустойчивость изделий, надёжность крепления маскировочных элементов и др.), герметичность швов, возможность регулирования и восстановления защитных функций, возможность ухода за изделием (стирка и (или) химчистка) и т.д.

Технико-экономические требования. На себестоимость изготовления швейных изделий влияют затраты на используемые материалы, трудоёмкость, возможность применения современного технологического оборудования. Однако, при проектировании и изготовлении маскировочных изделий себестоимость их изготовления необходимо оценивать в сопоставлении приоритета значимости защитных функций, которые они обеспечивают. Для изделий, основным функциональным назначением которых является сохранение жизни человека в экстремальной ситуации, проектируемое конструктивно-технологическое решение защиты должно обеспечивать возможность его реализации в условиях серийного производства.

Из всего вышеперечисленного комплекса требований к проектируемым изделиям выделены наиболее значимые: R_{oa} – антропометрическое соответствие потребителю, $R_{от}$ – требуемые теплотехнические характеристики, обеспечивающие комфорт, $R_{овот}$ – характеристики, обеспечивающие визуально-оптическую и тепловую маскировку, а также защиту от неблагоприятных факторов окружающей среды, с наиболее сложной системой взаимосвязи, т.к. разработка структуры пакета материалов в изделии, предполагающем экранирование потока ИК-излучения, идущего от человека, т.е. обеспечивающего тепловую маскировку всегда будет сопряжена с проблемой сохранения в таком изделии нормальной системы терморегуляции организма.

Среднегеометрический показатель качества проектируемого изделия может быть представлен в виде произведения среднеарифметических взвешенных показателей соответствия каждого из всего комплекса вышеперечисленных требований.

$$K_i(vx) = R_{ra}^{\alpha_{ra}} \times R_{rm}^{\alpha_{rm}} \times R_{rвом}^{\alpha_{rвом}} \times \dots \times R_{ri}^{\alpha_{ri}}$$

где $K_i(vx)$ – среднегеометрический показатель качества маскировочного изделия;

R_{ra} – среднеарифметический взвешенный комплексный показатель антропометрического соответствия;

R_{rm} – среднеарифметический взвешенный комплексный показатель, характеризующий теплотехнические характеристики изделия;

$$R_{ri} = \sum_{j_i=1}^n f_{o_i} R_i$$

$R_{rвом}$ – среднеарифметический взвешенный комплексный показатель, характеризующий способность изделия обеспечивать визуально-оптическую и тепловую маскировку;

R_{ri} – среднеарифметический i -ый взвешенный комплексный показатель соответствия из комплекса свойств, предъявляемых к проектируемому изделию;

α_{ri} – коэффициент весомости i -го комплексного показателя соответствия, зависящий от его относительной важности.

Комплексные показатели соответствия определяются в свою очередь по формуле:

где R_{ri} – комплексный показатель соответствия требованиям i -го свойства;

j_i – входной параметр свойства i -го требования;

Для организации процесса изготовления эффективного маскировочного изделия необходимо провести анализ связей организационной системы S2 «материал-конструкция-технология». Наибольшая доля определяющего воздействия на качество проектируемых

изделий принадлежит материалам. Текстильные материалы обладают сложным комплексом взаимосвязанных характеристик. На основе анализа условий эксплуатации и недостатков материалов, применяемых в настоящее время в производстве маскировочных изделий, можно установить номенклатуру свойств, которые необходимо учитывать при их выборе, а также определить направление оптимизации тех свойств, которые играют доминирующую роль в обеспечении эффекта визуально-оптической и тепловой маскировки. Конфекционирование материалов при проектировании новых видов швейных изделий, как правило, базируется на существующий ассортимент текстильных материалов с постановкой задачи оптимального выбора материалов для заданных условий эксплуатации. Соответствие материалов назначению оценивается с помощью комплексного критерия K , построение которого основано на сравнении единичных показателей качества с некоторыми базовыми (эталонными) значениями этих показателей. Максимизация этого критерия, который в общем случае выражается числом в интервале $0 \ll K < 1$, позволит выбрать из имеющегося ассортимента оптимальный материал и (или) пакет материалов для заданных условий эксплуатации. Выбор оптимального варианта материалов для одежды специального назначения осуществляется по следующему алгоритму:

- определение исходных требований к материалам на основе анализа их соответствия назначению проектируемым изделиям и возможности обеспечения требуемого уровня качества;
- установление направлений оптимизации единичных показателей свойств;
- установление порядка значимости (весомостей) свойств материалов для проектируемых изделий с учётом их назначения и условий эксплуатации;
- выбор базовых значений показателей качества;
- расчёт комплексного критерия соответствия материалов назначению для всех сравниваемых материалов-аналогов и расположение их в порядке предпочтительности.

При проектировании и изготовлении швейных изделий специального назначения очень часто однослойное конструктивное решение не позволяет обеспечить требуемый комплекс показателей свойств, соответствующий назначению изделия и условиям его эксплуатации. Данную проблему решают композиционные материалы. Под $R_{\text{МКМ}}$ подразумевается технология получения многослойного композиционного материала (пропитка материала специальной химической композицией, поверхностное нанесение на материал плёночных покрытий, получение многослойных материалов на основе использования ниточных, клеевых и сварных технологий, построение сложных многослойных систем с введением специальных теплосъёмных, охлаждающих элементов и т.д.).

Технология, как одна из составных частей системы S_2 обязательная составляющая производственного процесса производства, связанная с переработкой сырья, полуфабрикатов и превращением их в готовую продукцию. Факторы технологического процесса $R_{\text{ТП}}$ – те ресурсы, которые в него вовлечены. Необходимый комплекс специальных свойств изготавливаемых изделий, а именно, набор функциональных элементов, обеспечивающих готовому изделию визуально-оптическую и тепловую маскировку достигается прежде всего взаимосвязью элементов системы «материал» и «конструкция», т.е. за счёт комбинации свойств используемых материалов и конструктивных параметров. Данная взаимосвязь осуществляется элементом системы «технология» при обязательной поддержке режимов и параметров обработки деталей и узлов ($R_{\text{ПО}}$), как элемента рассматриваемой системы, обеспечивающего реализацию технологических решений и, как следствие, их эффективность в достижении поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веселов, В.В. Разработка и исследование экранирующих свойств пакета материалов в изделиях специального назначения / И.Ю.Белова, В.В.Веселов, Б.Л.Горберг // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2011. № 1. С. 96-100.

2. Антонов А.В. Системный анализ [Текст] / А.В. Антонов. - М.: Высшая школа, 2004. - 454 с
Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход / Я. Дитрих. - М.: Мир, 1981. - 456 с.]
3. Романов В.Е. Системный подход к проектированию специальной одежды [Текст] / В.Е. Романов. - М.: Легкая и пищевая промышленность. - 128 с.
4. Шаммут Ю.А. Совершенствование процессов конструкторско-технологической подготовки производства корсетных изделий [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.19.04/ Ю.А. Шаммут. – Иваново, 2005. – 170 с.

УДК 677.017.37

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРАВЛЕННОСТИ ВОЛОКОН В ВОЛОКНИСТЫХ СТРУКТУРАХ

DEVELOPMENT OF FIBER ORIENTATION MEASUREMENT METHODS IN FIBER STRUCTURES

С.В. Ершов, Е.Н. Калинин
S.V. Ershov, E.N. Kalinin

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-Mail: ershovsv.iv@yandex.ru, enkalini@gmail.com

В работе представлены результаты разработки компьютерной системы, которая позволяет выполнять оценку направленности волокон в структуре матрицы композита, представляющей собой нетканый материал или плетеную преформу, методом анализа изображений. С использованием разработанной компьютерной системы выполнен анализ изображений нетканой и плетеной структур из углеродных волокон. Для нетканых образцов определены направленность волокон, коэффициент анизотропии, средний угол и величину отклонения от среднего значения для направленности волокон. Для образцов плетеных структур определен угол армирования. Из полученных результатов сделан вывод об эффективности применения разработанного нами программного комплекса для анализа волокнистых структур.

Ключевые слова: нетканый материал; направленность волокон; плетеная структура; угол армирования; метод анализа изображений.

The work presents the results of the computer system development which allows estimating a fiber orientation in composite structures, namely nonwoven and braided structures, using image analysis. Using our developed computer system the analysis of carbon nonwoven and carbon braided images was made. For nonwoven samples fiber orientation, anisotropy ratio, mean orientation and standard deviation were measured. For braided samples the reinforcement angle was determined. The obtained results make us have a conclusion about effectively applying our computer system for analysis of fiber structures.

Key words: nonwovens; fiber orientation; braided structure; reinforcement angle; image analysis.

Волокнистые структуры широко используются в качестве армирующих матриц при производстве новых композиционных материалов технического назначения, которые применяются в различных отраслях промышленного производства (машиностроение, авиация, аэрокосмическая отрасль, строительство и др.). Известно, что физико-механические свойства таких волокнистых структур и функциональные характеристики конструкционных материалов на их основе определяются природой волокна, из которого они изготовлены, и направленностью волокон, образующей структуру материала. Именно поэтому важное практическое значение приобретает измерение и точная оценка направленности волокон в структуре материала, что обеспечивает контроль качества в процессе производства и достоверный прогноз физико-механических свойств при анализе уже готовой продукции.