Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

БИБЛІЯТЭКА УА "ВДТУ" Чытальная зала

Л.А.Ботезат

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОДЕЖДЫ

Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов специальности «Конструирование и технология швейных изделий» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования

Витебский государственный технологический университет

Витебск
2006

Библиотека ВГТУ
0 0 0 5 8 7 2 5

УДК 681.1:61
ББК 37.24.51
Б 86

Рецензенты: доктор медицинских наук, заведующий кафедрой общей гигиены и экологии Витебского государственного медицинского университета И.И.Бурак,

кандидат технических наук, доцент кафедры ДПИ Витебского государственного университета им.П.М.Машерова И.А.Сысоева

Ботезат, Л.А.

Б 86 Проектирование гигиенических свойств одежды: учебное пособие / Л. А. Ботезат. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. - 128 с.

ISBN 985-481-016-X

Изложены основные гигиенические требования к бытовой одежде для взрослых и детей. Рассмотрены принципы проектирования специальной одежды, предназначенной для эксплуатации в экстремальных условиях. Приведена физиолого-гигиеническая характеристика материалов, используемых для изготовления одежд различного назначения.

Пособие предназначено для студентов, получающих высшее и среднее специальное образование, а также инженерно-технических работников швейной промышленности.

УДК 681.1:61
ББК 37.24.51

ISBN 985-481-016-X

БІБЛІЯТЭКА
УА "ВІЦЕБСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ
ТЭХНАЛАГІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ"
інв. № У-2738

© Ботезат Л.А., 2006
© УО «ВГТУ», 2006

Витебский государственный технологический университет

СОДЕРЖАНИЕ

		стр.
	ВВЕДЕНИЕ	5
1.	ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО ОБМЕНА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ	7
1.1.	Теплопродукция организма человека и органы теплообразования	7
1.2.	Система терморегуляции организма человека (физическая и химическая)	13
1.3.	Уравнение теплового баланса организма с окружающей средой	15
2.	ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГО - ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ	17
2.1.	Характеристика системы свойств материалов для одежды	17
2.2.	Сорбционные свойства материалов и проницаемость	18
2.3.	Теплозащитные свойства материалов	19
2.4.	Материалы для защиты от повышенных температур	22
2.5.	Световозвращающие материалы для одежды	24
3.	ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ХОЛОДА	30
3.1.	Воздействие холода на организм человека. Моделирование переноса тепла через простой слой и пакет одежды	30
3.2.	Метод теплового расчета одежды, предложенный ЦНИШП	35
3.3.	Метод теплового расчета одежды, предложенный Г.М.Кондратьевым	38
3.4.	Тепловой расчет одежды по методике П.А.Колесникова	39
3.5.	Новые технические средства для согревания переохлажденных в экстремальных ситуациях	42
4.	ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	46
4.1.	Тепловое состояние человека в условиях затрудненного теплового обмена	46
4.2.	Требования к спецодежде для защиты от повышенных температур. Примеры конструкций	49
4.3.	Одежда с вентиляцией	52
4.4.	Требования к летней одежде	54
5.	ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БЫТОВОЙ ОДЕЖДЕ	55
6.	ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОДЕЖДЕ ДЛЯ ДЕТЕЙ	60
6.1.	Общие требования к одежде для детей	60
6.2.	Гигиеническая характеристика материалов, используемых для изготовления детской одежды	63
6.3.	Гигиенические требования, предъявляемые к детской одежде в разные сезоны года	67

Витебский государственный технологический университет

7. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ..... 71
7.1. Характеристика опасных и вредных факторов производственной среды (ОВПФ)..... 71
7.2. Задачи и этапы создания специальной одежды..... 76
7.3. Особенности проектирования конструктивных элементов спецодежды..... 79
7.4. Содержание нормативно-технической документации для промышленного производства спецодежды 87
7.5. Проблемы проектирования профессиональной одежды..... 87
8. МЕТОДЫ ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОДЕЖДЫ..... 92
8.1. Цель физиолого-гигиенической оценки одежды и пути изучения ее гигиенических свойств 92
8.2. Оценка работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты (СИЗ)..... 94
8.2.1. Определение работоспособности человека в СИЗ в лабораторных условиях при дозированной физической нагрузке 94
8.2.2. Определение работоспособности производственных условиях 98
8.3. Методы изучения теплового состояния человека в СИЗ 99
8.3.1. Методы измерения температуры тела и кожи (биотермометрия)... 99
8.3.2. Методы определения теплопродукции человека (биокалоритмия).. 101
8.3.3. Методы оценки потоотделений человека 102
8.3.4. Методы определения показателей микроклимата под одеждой..... 103
9. РАЗРАБОТКА ОДЕЖДЫ И МАТЕРИАЛОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ 104
10. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГИГИЕНЫ ОДЕЖДЫ 116
ЛИТЕРАТУРА..... 118
Приложение А..... 122

Витебский государственный технологический университет

ВВЕДЕНИЕ

ГИГИЕНА – это наука о закономерностях влияния факторов окружающей среды на индивидуальное и общественное здоровье и условиях его сохранения и укрепления. Греческое слово hygieinos означает «приносящий здоровье». Оно произошло от имени дочери бога здоровья Гигиеи. Греки представляли богиню здоровья в виде молодой женщины со змеей, держащей в руке чашу. Гигиена занимается вопросами сохранения и укрепления индивидуального и общественного здоровья путем оптимизации факторов окружающей среды, предупреждения их отрицательного и усиления положительного влияния на человека [1].

Целью гигиены является обоснование гигиенических норм, нормативов, правил и мероприятий, реализация которых обеспечит оптимальные условия для жизнедеятельности, укрепления здоровья и предупреждения заболеваний. Разделом **частной гигиены** является **личная гигиена**, изучающая и разрабатывающая вопросы сохранения и укрепления здоровья человека посредством соблюдения гигиенического режима в быту и труде.

ГИГИЕНА ОДЕЖДЫ – это раздел личной гигиены, занимающийся изучением взаимодействия одежды с организмом человека.

Одежда используется человеком для защиты тела от неблагоприятных факторов внешней среды – низкой или высокой температуры, чрезмерной солнечной радиации, ветра, дождя, снега и др. метеорологических и химических повреждений кожного покрова. Она предохраняет поверхность кожных покровов от грязи, пыли, микроорганизмов. Одежда имеет эстетическое значение, так как определяет внешний вид человека.

Однако **основной ролью одежды** является создание вокруг тела оптимального искусственного пододежного микроклимата, который значительно отличается от климата внешней среды. В связи с различными **физиологическими** особенностями каждого организма, **характером выполняемой работы** и **условиями внешней среды** выделяют несколько типов одежды:

- бытовая или повседневная, изготавливаемая с учетом сезонных изменений, климата, погоды;
- детская, характеризуемая малой массой, легкостью материалов, свободной формой, обеспечивающая высокую теплоизоляцию зимой и предохраняющая от перегрева летом;
- производственная, профессиональная одежда, учитывающая условия труда и защищающая от профессиональных вредностей;
- спортивная – для занятий спортом и физкультурой;
- военная – учитывающая специфику труда военнослужащих и ограниченная строжайшим ассортиментом согласно уставу;
- больничная.

К **основным свойствам** одежды относят: массу и толщину, воздухопроницаемость, вентиляционные свойства, гигроскопичность, водоемкость, водо-

Витебский государственный технологический университет

проницаемость, теплопроводность, электризуемость, химическую стабильность, оптические свойства и др.

Благодаря свойству **воздухопроницаемости** обеспечивается обмен воздуха в пододежном пространстве, удаляются вредные газы. Положительным свойством материалов является **гигроскопичность**, которая особенно важна для одежды внутренних слоев. Совершенно не обязательным свойством для материалов одежды, защищающей от дождя, является **водопроницаемость**, так как при намокании увеличивается **теплопроводность** и тело быстрее замерзает.

Изделия из синтетических волокон в принципе удовлетворяют таким требованиям как прочность, долговечность, экономичность. **Поливинилхлоридные волокна** используют в качестве **лечебных**. Свойством впитывать жиры обладают **липофильные** материалы, которые быстро засаливаются, обсеменяются микроорганизмами.

Для гигиенической оценки большое значение имеет **химическая стабильность**. Некоторые синтетические волокна при деструкции могут выделять в воздух исходные полимеры. Эти соединения могут иметь кожнораздражающее действие, сенсибилизирующее, аллергическое, токсическое. Ряд материалов для одежды практически не пропускают **ультрафиолетовые лучи.**

Независимо от типа и назначения **основными гигиеническими требованиями к одежде** являются следующие:

- соответствие условиям эксплуатации и производимой работе;
- масса одежды не должна превышать 10% собственного веса человека;
- форма одежды не должна затруднять кровообращение, не стеснять дыхание, не вызывать смещение внутренних органов;
- одежда должна легко очищаться от загрязнений.

К решению задачи проектирования одежды, отвечающей основным гигиеническим требованиям, должны привлекаться специалисты по проектированию материалов, швейных изделий, антропологи, врачи, гигиенисты.

Молодые специалисты – конструктора, оканчивающие вуз, должны хорошо знать основные положения гигиены одежды и умело применять их в процессе дальнейшей профессиональной деятельности и в быту.

В настоящее время накоплен опыт по созданию новых материалов с **уникальными свойствами** (защищающих от электромагнитных излучений, улучшающих циркуляцию крови, содержащих антистрессовые пропитки и пропитки из целебных веществ и др.). Одежда становится не только практичной и удобной, но и **отражает сферу деятельности своего владельца** (существуют **эксклюзивные модели одежды**, например, оборудованные МРЗ-плеерами, наушниками, микрофонами, противорадиационными устройствами; оснащенные миникомпьютерами, позволяющими программировать ряд таких свойств, как самообогрев или охлаждение отдельных частей тела человека и др.).

В данном пособии систематизированы основные гигиенические требования к одежде различного назначения; проанализирована система физиолого-гигиенических свойств материалов для ее изготовления; изложены принципы проектирования одежды для защиты от холода и теплового воздействия, особенности создания специальной одежды; приведена характеристика методов

Витебский государственный технологический университет

физиолого-гигиенической оценки одежды. При составлении учебного пособия использованы результаты научно-исследовательских работ, выполненных в нашей стране, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья.

1. ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО ОБМЕНА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

1.1. Теплопродукция организма человека и органы теплообразования

Процессы жизнедеятельности человека сопровождаются непрерывным теплообразованием в его организме и отдачей тепла в окружающую среду.

Организм человека - это саморегулирующая система, физиологический механизм которой с целью поддержания постоянной температуры тела направлен на обеспечение соответствия количества образованного тепла (**теплопродукция**) количеству тепла, отданного во внешнюю среду (**теплоотдача**) [1]. В нормальных условиях **теплопродукция** равна **теплоотдаче**.

Теплообразование в организме человека происходит вследствие непрерывно совершающихся экзотермических реакций. Эти реакции протекают во всех органах и тканях, но неодинаково интенсивно. В тканях и органах, производящих активную работу (в мышечной ткани, печени, почках), выделяется большее количество тепла, чем в менее активных (соединительной ткани, костях, хрящах) [3].

Потеря тепла органами зависит в большой степени от их месторасположения: поверхностно расположенные органы, например, кожа, скелетные мышцы, отдают больше тепла и охлаждаются сильнее, чем внутренние органы, более защищенные от охлаждения.

Теплопродукция и теплоотдача обусловлены деятельностью центральной нервной системы, регулирующей обмен веществ, кровообращение, потоотделение и деятельность скелетных мышц.

Теплота в организме человека вырабатывается в результате энергетических превращений в живых клетках. Теплообразование связано:

- с непрерывно совершающимся биохимическим синтезом белков и других органических соединений;
- с осмотической работой (переносом ионов);
- с механической работой мышц (сердечной мышцы, гладких мышц различных органов, скелетной мускулатуры).

В организме человека, находящегося в состоянии относительного физического покоя, 50% теплоты образуется в органах брюшной полости (главным образом в печени); 20% - в скелетных мышцах и центральной нервной системе; 10% - при работе органов дыхания и кровообращения. Часть энергии, образующейся в организме при выполнении физической работы, расходуется на внешнюю работу. Основная же часть переходит в тепловую $Q_{т.п}$ [5].

Витебский государственный технологический университет

Внутренняя температура тела (ядра) постоянна благодаря регулированию интенсивности теплопродукции и теплоотдачи в зависимости от температуры внешней среды. О температуре тела человека обычно судят на основании ее измерения в подмышечной впадине. Здесь температура у здорового человека равна 36,5–36,9 °С. Часто измеряют температуру в прямой кишке, где она выше, чем в подмышечной впадине, и равна у здорового человека в среднем 37,2–37,5 °С.

Температура тела не остается постоянной, а колеблется в течение суток в пределах 0,5–0,7 °С. Покой и сон понижают температуру, мышечная деятельность повышает ее. Максимальная температура тела наблюдается в 16–18 часов, минимальная – в 3–4 часа утра. У рабочих, длительно работающих в ночных сменах, колебания температуры могут быть обратным указанным выше [3].

Температура кожи человека при воздействии внешних условий изменяется в относительно широких пределах.

Условием комфорта является тепловое равновесие организма человека и окружающей среды. Факторами, влияющими на состояние теплового равновесия организма, являются:

- температура окружающей среды (стен и поверхностей, окружающих предметов);
- температура, скорость движения, влажность воздуха;
- характер одежды;
- величина теплопродукции человека.

Величина теплопродукции зависит от возраста, пола человека, его питания, мышечной деятельности др.

Основным (стандартным) обменом (ОО) организма человека называют количество энергии, расходуемое организмом человека при полном мышечном покое, до приема пищи при температуре внешней среды, соответствующей минимальной активности механизма терморегуляции. Основной обмен зависит от функционального состояния человека, пола, возраста, веса и вычисляется в калориях на единицу веса или единицу поверхности тела.

Для взрослого человека среднее значение величины ОО равно 1 ккал/кг/час. Отсюда для взрослого мужчины массой 70 кг величина энергозатрат ОО составляет около 1700 ккал/сутки, для женщин – около 1500 ккал/сутки [4].

Процесс отдачи тепла организмом человека (теплоотдача) осуществляется [11]:

- радиацией (излучением) – 43 - 50 %;
- конвекцией (перемещением) – 25 - 30 %;
- испарением с поверхности кожи и легких – 23 - 29 %;
- нагрев пищи – 1 - 2 %;
- нагрев воздуха в легких – 1 – 1,5 %;
- потеря тепла с выделениями - менее 1 %.;
- кондукцией (проведением) – очень незначительная величина, т.к. коэффициент теплопроводности неподвижного воздуха очень мал.

Витебский государственный технологический университет

Проведение тепла **кондукцией** осуществляется от поверхности тела человека к соприкасающимся с ним твердым предметам или материалам внешней среды.

Перенос тепла в этом случае происходит по закону Фурье:

$$Q_{конд} = \left[\frac{\lambda \cdot (t_1 - t_2)}{\delta}\right] \cdot S \cdot \tau,$$

где $Q_{конд}$ – отдача тепла, прошедшего через стенку с площадью **S** в течение времени **τ**, Вт;

S – площадь поверхности соприкосновения человека с предметом, м^2;

t_1 – температура внутренней стенки (пакета одежды), °С;

t_2 - температура наружной (холодной) стороны, °С;

λ – коэффициент теплопроводности пакета одежды, Вт/м·°С;

δ – толщина пакета одежды, м.

Из представленного уравнения видно, что отдача тепла кондукцией возрастает со снижением температуры предмета, с которым человек соприкасается, с увеличением площади соприкосновения и уменьшением толщины пакета одежды.

Передача тепла **конвекцией** осуществляется с поверхности тела или одежды человека движущемуся около него воздуху. Для расчетов теплоотдачи конвекцией можно использовать закон Ньютона:

$$Q_{конв} = \alpha_{конв} \cdot S\,(t_{од} - t_в),$$

где $\alpha_{конв}$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м·°С), зависит от формы тела и скорости движения воздуха;

S – площадь поверхности тела, м^2;

$t_{од}$ – температура поверхности тела (одежды);

$t_в$ – температура воздуха, °С.

Потери тепла конвекцией с поверхности одежды, покрывающей тело, выражается формулой

$$Q_{конв} = \left[S \cdot \frac{S_{од}}{S}\right] \cdot \alpha_{конв} \cdot (t_{од} - t_в),$$

где S – площадь поверхности тела раздетого человека, м^2;

$\frac{S_{од}}{S}$ – отношение площади поверхности тела, закрытой одеждой, к площади поверхности открытых частей тела;

$\alpha_{конв}$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м·°С);

$t_{од}$ – температура поверхности тела человека (одежды);

$t_в$ – температура воздуха, °С.

Витебский государственный технологический университет

Теплоотдача радиацией – это передача тепла в форме лучистой энергии с поверхности тела человека на окружающие поверхности, имеющие более низкую температуру, или в окружающее пространство. Количество тепла, отдаваемого излучением, зависит от температуры поверхности тела (одежды), температуры окружающих тело стен и поверхностей.

Излучение человеческого тела характеризуется длиной волны от 5 до 40 мк, а кожа человека поглощает инфракрасные лучи как абсолютно черное тело.

В условиях эксплуатации одежды наблюдается практически небольшая разность температур тела и одежды. В этом случае уравнение для определения количества тепла, передаваемого радиацией, представляют в виде

$$Q_{РАД} = \alpha_{РАД} \cdot S_{РАД} (t_1 - t_2),$$

где $\alpha_{РАД}$ – коэффициент излучения (теплоотдачи радиацией), Вт/(м^2·°С);

$S_{РАД}$ – площадь поверхности тела человека, участвующая в радиационном теплообмене, м^2;

t_1 - температура поверхности тела человека (одежды);

t_2 – температура поверхности окружающих тел, °С.

Коэффициент излучения $\alpha_{РАД}$ зависит от температуры поверхности тела человека (одежды) и температуры окружающих предметов. В радиационном теплообмене участвует не вся поверхность тела человека, т.к. некоторые части тела взаимно облучаются и не принимают участия в теплообмене. В радиационном теплообмене участвует 74-75 % площади тела человека в положении сидя и 77-85 % в положении стоя.

Площадь поверхности тела человека зависит от его роста и массы и может быть определена по графику, представленному на рисунке 1.1.

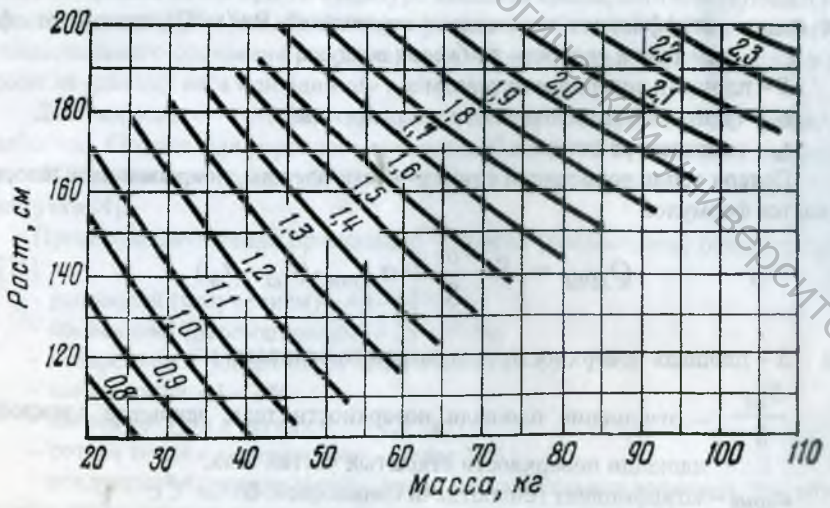

Рис.1.1. Зависимость площади поверхности тела от роста и массы тела человека

Витебский государственный технологический университет

На рисунке 1.2. показана зависимость площади поверхности тела человека, участвующей в радиационном теплообмене, от роста и массы.

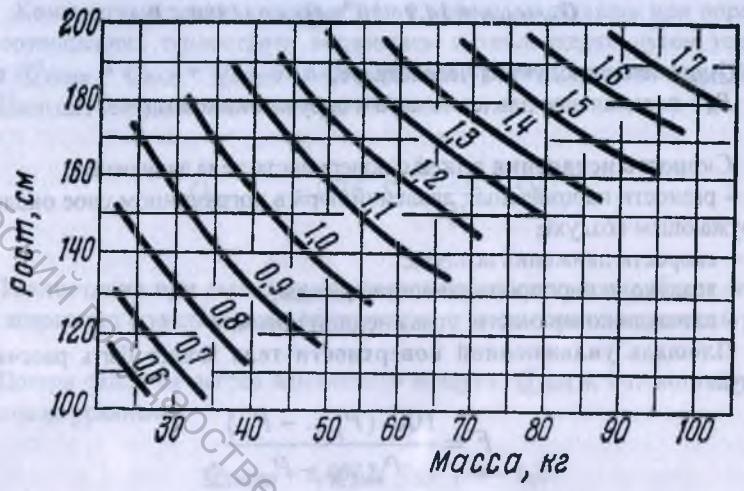

Рис.1.2. Зависимость площади поверхности тела человека, участвующей в радиационном теплообмене, от роста и массы

Потери тепла с поверхности тела **одетого человека** определяются по уравнению

$$Q_{РАД} = 3{,}95 \cdot 10^{-8} S \cdot \frac{S_{ОД}}{S_o \cdot \left[(t_{ОД}+273)^4 - (t_{СР}+273)^4\right]},$$

где S – площадь поверхности тела раздетого человека, м^2;
$S_{ОД}$ - площадь поверхности тела, покрытой одеждой, м^2;
S_O - площадь открытой поверхности тела, м^2;
$t_{ОД}$ - температура поверхности одежды, оС;
$t_{СР}$ – средняя радиационная температура, ^{o}С.

Теплоотдача испарением осуществляется путем испарения диффузионной влаги и пота. **Диффузионная влага** (неощутимая перспирация) теряется с поверхности кожи человека и верхних дыхательных путей в условиях теплового комфорта и охлаждения в состоянии относительного физического покоя. В комфортных условиях (сухое охлаждение) количество пара, выделившегося с 1 м^2 поверхности тела человека, составляет 23 г/час, а со всей поверхности – 40-42 г/час. При этом 1/3 приходится на долю потерь тепла испарением с верхних дыхательных путей и 2/3 – с поверхности кожи.

Витебский государственный технологический университет

Потери тепла испарением **с верхних дыхательных путей** определяют по уравнению

$$Q_{исп.дых} = 14{,}9 \cdot 10^{-6} \cdot Q_{т.п} \cdot (1880 - P_A),$$

где $Q_{т.п.}$ – теплопродукция человека Вт,
P_A – парциальное давление пара в окружающем воздухе, Па.

Скорость испарения влаги с поверхности тела зависит от:
- разности парциальных давлений пара в пограничном слое около кожи и в окружающем воздухе;
- скорости движения воздуха;
- воздухо- и паропроницаемости одежды;
- площади поверхности, увлажненной потом.

Площадь увлажненной поверхности тела может быть рассчитана по формуле

$$F = \frac{100 \cdot (P_{НАС} - P_A)}{P_{НАС.К} - P_A}$$

где $P_{НАС.К}$ – давление насыщенного пара при температуре кожи над влажными участками кожи.

Потери тепла путем испарения диффузионной влаги с поверхности кожи могут быть определены по уравнению

$$Q_{исп.д} = 3{,}06 \cdot 10^{-3} \cdot S(256t_K - 3360 - P_A),$$

где P_A - парциальное давление пара в окружающем воздухе;
t_K – температура кожи, °С.
Величина потоотделения человека определяется:
- уровнем физической активности человека;
- метеорологическими условиями;
- степенью соответствия одежды условиям эксплуатации.

Максимально возможные потери тепла испарением пота **Qисп.п.** могут быть определены по уравнению

$$Q_{исп.п} = 17{,}3 \cdot (E_Ф - e) \cdot (0{,}5 + \sqrt{v}),$$

где $E_Ф$ – **максимально возможное давление водяного пара** при температуре кожи человека, мм рт.ст;
e – давление водяного пара в воздухе (**абсолютная влажность**), мм рт.ст., определяют по табличным данным в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха.

Витебский государственный технологический университет

Разницу *(Еф – е)* называют **физиологическим дефицитом насыщения** и определяют в зависимости от скорости движения воздуха и возможной величины испарения пота **P** с поверхности тела человека [1].

Комфортные теплоощущения могут наблюдаться лишь при определенных соотношениях теплоотдачи испарением и теплоотдачи путем теплового потока $(Q_{конв} + Q_{РАД} + Q_{конд})$. **Комфортный уровень теплоотдачи испарением** $Q_{исп.п.к}$, Вт, определяется из уравнения

$$Q_{ИСП.П.К} = 0{,}36 \cdot S \cdot \left(\frac{Q_{Т.П.}}{S} - 58 \right).$$

Теплоотдача при дыхании составляет небольшую долю общих теплопотерь и возрастает с увеличением энергозатрат и уменьшением температуры воздуха.

Потери тепла на нагрев вдыхаемого воздуха $Q_{дых.н}$, Вт, могут быть определены из уравнения

$$Q_{дых.н} = 0{,}0012 \cdot Q_{Э.Т} \cdot (34 - t_В),$$

где $t_В$ – температура окружающего воздуха °С;

34 – средняя температура выдыхаемого воздуха, °С.

По А.И.Бекетову температуру выдыхаемого воздуха рекомендуется принимать в зависимости от температуры вдыхаемого воздуха (табл.1.1.).

Таблица 1.1.

Зависимость выдыхаемого воздуха от температуры вдыхаемого

Температура окружающего воздуха, $t_В$, °С	Температура выдыхаемого воздуха, °С
1	2
26 и выше	35 - 37
10 - 25	32 - 35
Ниже 10	27 - 32

1.2. Система терморегуляции организма человека (физическая и химическая)

Терморегуляция – совокупность физиологических процессов, поддерживающих внутреннюю температуру тела на постоянном уровне.

Температура органов и тканей, как и всего организма в целом, зависит от интенсивности образования тепла и от величины теплопотерь.

Теплообразование зависит от интенсивности химических реакций обмена веществ, рост которого при охлаждении тела обеспечивается **химической тер-**

Витебский государственный технологический университет

морегуляцией, которая осуществляется изменением интенсивности окислительных процессов, вызванных микровибрацией мышц (сокращениями). Химическая терморегуляция имеет важное значение для поддержания постоянства температуры тела, как в нормальных условиях, так и при изменении температуры окружающей среды.

У человека усиление теплообразования вследствие увеличения интенсивности обмена веществ отмечается, в частности, тогда, когда температура окружающей среды становится ниже **оптимальной температуры** или **зоны комфорта**. При обычной легкой одежде эта зона находится в пределах 18-20 °С, а для обнаженного человека 28 °С [3].

Монотонный микроклимат – это микроклимат на рабочем месте (рабочей зоне), параметры которого на протяжении рабочей смены, за исключением периодов перерывов в работе, находятся в пределах одного класса.

К увеличению теплообразования ведет небольшая двигательная активность (на 50 – 80 %), а тяжелая мышечная работа - на 400 – 500 %.

Физическая терморегуляция регулирует отдачу тепла организмом посредством физических процессов – теплопроводности, конвекции, излучения и испарения. Осуществляется изменением температуры кожи, благодаря расширению (сужению) кожных сосудов, изменению интенсивности потоотделения и дыхания, являющихся реакцией на изменение температуры внешней среды, влажности воздуха и других факторов.

На холоде кровеносные сосуды кожи сужаются; большое количество крови поступает в сосуды брюшной полости и тем самым ограничивается теплоотдача. Поверхностные слои кожи, получая меньшее количество теплой крови, излучают меньше тепла – теплоотдача уменьшается.

Охлаждающий микроклимат – сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место изменение теплообмена организма, приводящее к образованию общего или локального дефицита тепла в организме (>0,87 кДж/кг) в результате снижения температуры «ядра» и (или) «оболочки» тела. Температура «ядра» и «оболочки» тела – соответственно температура глубоких и поверхностных слоев тканей организма.

При повышении температуры окружающей среды сосуды кожи расширяются, количество циркулирующей в них крови увеличивается. Это способствует теплоотдаче посредством радиации и конвекции [3].

Нагревающий микроклимат – сочетание параметров микроклимата (температура и влажность воздуха, скорость движения воздуха, тепловое излучение), при котором происходит нарушение теплообмена человека с окружающей средой, выражающееся в накоплении тепла в организме выше верхней границы оптимальной величины (>0,87 кДж/кг) и (или) увеличении доли потерь тепла испарением пота (>30 %) в общей структуре теплового баланса, появлении общих или локальных дискомфортных теплоощущений.

Терморегуляция происходит рефлекторно благодаря раздражению температурных рецепторов кожи и слизистых оболочек, возникновению нервных импульсов, возбуждающих нервные центры.

Витебский государственный технологический университет

Одежда уменьшает теплоотдачу. Потере тепла препятствует тот слой неподвижного воздуха, который находится между одеждой и кожей, т.к. воздух – плохой проводник тепла. Теплоизолирующие свойства одежды тем выше, чем более мелкозерниста ее структура, содержащая воздух. Этим объясняются хорошие теплоизолирующие свойства шерстяной и шелковой одежды. Температура воздуха под одеждой достигает 30 ^{o}С. Наоборот, обнаженное тело теряет тепло, потому что температура воздуха у его поверхности все время сменяется. Поэтому температура кожи обнаженных частей тела намного ниже, чем одетых.

Для поддержания постоянства температуры тела существенное значение имеет потоотделение. В летние месяцы температура окружающего воздуха в средних широтах нередко равна температуре тела человека. Это означает, что организм человека, живущего в этих условиях, не может отдавать образующееся в нем самом тепло путем радиации и конвекции. Единственным путем для отдачи тепла остается испарение воды. При среднем теплообразовании в сутки 10 048 – 11723 кДж (2400 – 2800) и расходе на испарение 1 г воды с поверхности тела 2,43 кДж (0,58 ккал), для поддержания температуры тела человека на постоянном уровне необходимо испарение 4,5 л воды. При очень тяжелой работе выделение пота у рабочих горячих цехов может составить 12 л за день [3].

Непроницаемая для воздуха одежда препятствует испарению пота: слой воздуха между одеждой и телом быстро насыщается парами и дальнейшее испарение пота прекращается.

Таким образом, постоянство температуры тела поддерживается путем совместного действия, с одной стороны, механизмов, регулирующих интенсивность обмена веществ и зависящее от него теплообразование (химическая регуляция тепла), а, с другой, - механизмов, регулирующих теплоотдачу (физическая терморегуляция тепла).

1.3. Уравнение теплового баланса организма с окружающей средой

Основное назначение одежды – это защита организма человека от неблагоприятных воздействий внешней среды (ветер, туман, дождь и др.), а также обеспечение теплового комфорта, который является условием нормальной жизнедеятельности человека. Необходимым условием сохранения длительного теплового комфорта является поддержание теплового баланса.

Тепловой баланс достигается путем терморегуляции организма и применением требуемой для данных условий одежды с искусственно регулируемым микроклиматом пододежного воздуха, характеризуемого температурой и влажностью.

Основным показателем теплового комфорта человека является **средневзвешенная температура поверхности тела (кожи).** При этом учитывается, что пододежное пространство систематически вентилируется в связи с выделе-

Витебский государственный технологический университет

нием кожи человека испарений, влаги и углекислоты, которые должны удаляться.

В процессе постоянного обмена веществ в организме человека в результате распада сложных химических соединений освобождается энергия. Она превращается в тепловую, электрическую и механическую энергии и обеспечивает протекание всех форм деятельности организма. Исходя из первого и второго законов термодинамики, тепловой баланс организма человека в общем виде может быть описан уравнением

$$Q_{т.п} + Q_{т.н.} = Q_{РАД} + Q_{конв} + Q_{конд} + Q_{исп.д} + Q_{исп.дых} + \\ + Q_{исп.п} + Q_{дых.н} \pm \Delta Q_{т.с},$$

где $Q_{т.п}$ – теплопродукция человека, Вт;

$Q_{т.н}$ – внешняя тепловая нагрузка (например, вследствие солнечной радиации), Вт;

$Q_{РАД}$ – потери тепла радиацией, Вт;

$Q_{конв}$ – потери тепла конвекцией, Вт;

$Q_{конд}$ - потери тепла кондукцией, Вт;

$Q_{исп.д}$ – потери тепла испарением диффузионной влаги с поверхности кожи, Вт;

$Q_{исп.дых}$ – потери тепла испарением влаги с верхних дыхательных путей, Вт;

$Q_{исп.п}$ - потери тепла испарением выделяемого пота, Вт;

$Q_{дых.н}$ – потери тепла вследствие нагревания вдыхаемого воздуха, Вт;

$\Delta Q_{т.с}$ – изменение теплосодержания организма относительно его комфортного уровня (дефицит или накопление тепла в организме), Вт.

Для проектирования одежды важным является то, что человек может испытывать комфортное ощущение и при некотором нарушении теплового равновесия. Это результат существования «резерва» тепла организма человека, который используется им в случае охлаждения (1272 – 2448 ккал) и находится во внешних слоях тканей организма, на глубине 2 - 3 см от кожи. Величина его зависит от веса человека и температуры тела:

$$\Delta Q_{т.с} = C \cdot P \cdot (0,7t_T + t_K),$$

где C – удельная теплоемкость тела человека, равная в среднем 0,83 ккал/кг·град;

P – масса тела человека, кг;

t_T – температура тела, °С;

t_K – температура кожи, °С.

Витебский государственный технологический университет

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ

2.1. Характеристика системы свойств материалов для одежды

Одним из условий улучшения качества одежды является правильный подбор материалов для ее изготовления.

При разработке системы свойств материалов, влияющих на микроклимат под одеждой и тепловое состояние человека (рисунок 2.1), использован принцип адекватности свойств материалов удовлетворяемым потребностям в трех подсистемах [6]:

1 – «человек – одежда»,

2 – «человек – одежда – климатическая среда»,

3 – «человек – одежда – предметная среда».

В подсистеме «человек - одежда» имеют значение свойства материалов, связанные с их безвредностью, чистотой кожи и пододежного пространства.

Безвредность связана с отсутствием выделения вредных веществ аллергического характера, электризуемостью материалов.

Чистота кожи и пододежного пространства обеспечивается поглощением выделений кожи и удержанием их до чистки и удаления во внешнюю среду.

В подсистеме «человек – одежда – климатическая среда» большое значение имеют свойства материалов:

- влияющие на **газовый состав** пододежного пространства, **влажность кожи и воздуха** под одеждой;
- обеспечивающие **тепловую изоляцию** организма человека от воздействия низких или высоких температур окружающего воздуха;
- обеспечивающие защиту пододежного пространства от проникания **загрязняющих частиц;**
- свойства **проницаемости для ультрафиолетовых лучей** и легких ионов.

В подсистеме «человек – одежда – предметная среда» важны свойства, обеспечивающие защиту тела человека от вредного воздействия предметной среды.

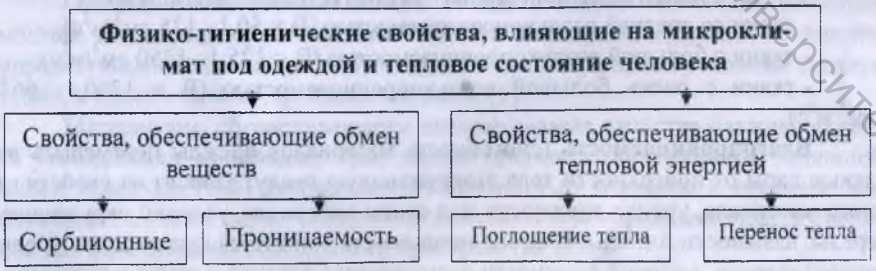

Рис.2.1. Система свойств материалов, влияющих на микроклимат под одеждой и тепловое состояние человека

Витебский государственный технологический университет

2.2. Сорбционные свойства материалов и проницаемость

Тепловое состояние организма человека существенно зависит от способности материалов одежды **поглощать и отдавать парообразную и жидкую влагу**. Значимость этих свойств особенно велика при интенсивной физической нагрузке, повышенной температуре окружающей среды и других факторов.

Наибольшее значение для материалов одежды имеют такие свойства, как: поглощение парообразной влаги (влагопоглощение), жидкой влаги(капиллярность и водопоглощение), влагоотдача, водоупорность (для верхнего слоя материала в демисезонной и зимней одежде).

На самочувствие человека влияет способность материалов выводить капельно-жидкую влагу. Показатели водопоглощения имеют значение для материалов одежды, близко расположенных к поверхности тела человека. Увеличение водопоглощения этих материалов положительно влияет на микроклимат под одеждой и самочувствие человека. При низкой влагоотдаче материал становится мокрым на ощупь, прилипает к поверхности тела человека.

Скорость влагоотдачи существенно влияет на тепловое состояние человека: высокая скорость влагоотдачи может привести к чрезмерному охлаждению поверхности тела человека и простудным заболеваниям.

Воздухопроницаемость материалов одежды определяется рядом факторов: процессом диффузии воздуха, его конвекцией под влиянием тепла, выделяемого телом человека, возникновением разности давлений вследствие движения наружного воздуха и движений человека, изменением объемов частей одежды – «эффект мехов».

Существенное значение в прохождении воздуха через материалы имеет возникновение перепада давлений. При создании рациональной одежды выявляют оптимальные значения воздухопроницаемости материалов.

При этом учитывают интенсивность физической деятельности человека, особенности конструкции одежды, параметры окружающей среды. Материалы для одежды в зависимости от показателей воздухопроницаемости условно разделены на группы /2/:

- ветрозащитные материалы (В = 3,6 – 25 дм^3/м^{2}с);
- ткани с малой воздухопроницаемостью (В = 25,1 –50 дм^3/м^{2}с);
- ткани со средней воздухопроницаемостью (В = 50,1 –125 дм^3/м^{2}с);
- ткани с большой воздухопроницаемостью (В = 125,1 –1250 дм^3/м^{2}с);
- ткани с очень большой воздухопроницаемостью (В = 1250,1 –6677 дм^3/м^{2}с).

Влагопроницаемость (способность материалов одежды перемещать водяные пары от поверхности тела в окружающую среду) зависит от свойств самого материала, уровня влажности под слоем материала, условий окружающей среды, влажности одежды. Влагопроницаемость снижается при высоком уровне потоотделения, высокой влажности окружающего воздуха и самих материалов.

Показатель **паропроницаемости** характеризует только количество пропускаемой влаги и не отражает способности материалов одежды поглощать парообразную влагу в процессе влагопередачи. Количество этой влаги зависит от

Витебский государственный технологический университет

волокнистого состава и существенно влияет на тепловые ощущения человека. В связи с указанным используют показатель суммарной влагопроводности, учитывающий общее количество парообразной влаги, которое материал способен удалить из пододежного пространства:

$$B_{СУМ} = \frac{B_{СР}}{S \cdot t} \quad \text{или} \quad B_{СУМ} = \frac{B_{СР}}{S \cdot t \cdot \Delta p},$$

где $B_{СР}$ – общее количество влаги, вступившей во взаимодействие с образцом (поглощенной и пропущенной), г;

S – площадь образца;

t – продолжительность взаимодействия, час.;

Δp – разность парциальных давлений пара с внутренней и наружной сторон образца, Па.

Для материалов различного назначения и волокнистого состава $B_{СУМ}$ = 56 –135 г/м^2 час.

2.3 Теплозащитные свойства материалов

Теплозащитные свойства характеризуются **теплопроводностью** – способностью материалов проводить тепло. Степень теплопроводности материалов характеризуется **коэффициентом теплопроводности λ**[Вт/м•°С]. Коэффициент теплопроводности зависит от объемной массы материала, влажности, температуры воздуха, воздухопроницаемости, направления теплового потока.

Теплозащитная способность материалов находится в обратной зависимости от коэффициента теплопроводности. По уменьшению теплопроводности волокна можно расположить в следующем порядке: капрон, искусственные волокна, лен, хлопок, натуральный шелк, шерсть. Для материалов одежды λ = 0,033 ÷ 0,070 Вт/м•°С.

Материалы, входящие в пакет теплозащитной одежды, должны отвечать всем требованиям, предъявляемым к ним.

Основные материалы должны обладать износостойкостью, несминаемостью, стойкостью к воздействию света и загрязнению, простотой очистки, определенными защитными свойствами, соответствующими условиям эксплуатации, а также отвечать требованиям моды [5].

Материалом, обеспечивающим теплозащитные свойства одежды, является **утепляющая прокладка**. Она должна обладать определенной толщиной, малой поверхностной плотностью, стабильностью толщины в процессе эксплуатации, а также малой теплопроводностью и влагопроводностью, достаточной для выведения из пододежного пространства влаги.

Утепляющая прокладка создает воздушную прослойку между слоями одежды. Эта воздушная прослойка и обеспечивает теплоизоляцию, и, следовательно, чем больше воздуха может удержать в себе утепляющий слой, тем лучше будет термоизоляция.

Витебский государственный технологический университет

Сравнительно недавно наиболее популярным утеплителем был синтепон – первый синтетический утеплитель, который 30 лет назад стали использовать при изготовлении теплых курток. Однако синтепон плохо «дышит», а после первой стирки теряет до 28 % своих тепловых свойств. Поэтому современные производители, занимающиеся производством одежды, используют такие виды утеплителей, как:

- **флисовые** материалы (Polartec, Tetcnopile и др.);
- **органические** (пух утиный, гусиный, гагачий);
- **неорганические** (Thinsulate, Thermolite и др.).

Несмотря на большое количество новых синтетических утеплителей, **пух** по-прежнему остается самым теплым, но одновременно легким утепляющим слоем. Эти свойства можно объяснить структурой пуха, состоящего из отдельных пушинок, которые с одной стороны отталкиваются, а с другой при давлении входят друг в друга, переплетаются.

Очень важно, чтобы в изделии использовался пух водоплавающих птиц, т.к. такой пух имеет природную смазку, препятствует впитыванию влаги. Самым теплым является гагачий пух, но он очень дорог, т.е. добывается не путем ощипывания птиц, а по пушинке вокруг их гнезд. Поэтому в массовом производстве используется гусиный, который также является отличным природным теплоизолятором.

Пуховой утеплитель используется в разных соотношениях пуха и пухового пера. Наиболее популярны два соотношения:

- 80 % пуха, 20 % пухового пера,
- 90 % пуха, 10 % пухового пера.

Первый вариант более ноский, второй – более теплый.

К недостаткам пуха относят то, что он хорошо впитывает влагу и после этого теряет свои свойства и долго сохнет. Поэтому в новых моделях пуховиков предлагается использовать в качестве основного материала ткань, обладающую одновременно свойствами водоотталкивающими и воздухопроницаемостью.

К неорганическим утеплителям относят Thinsulate (тинсулейт). Thinsulate – общее фирменное название для целого семейства утеплителей: сверхлегкий, влагонепроницаемый, эластичный, сверхтеплый. Он состоит из микроволокон, которые в 50-70 раз тоньше человеческого волоса. Вокруг каждого волокна – слой воздуха, который и греет, улавливая тепло тела. Комбинация полиэфирных и полиолефиновых волокон делает структуру максимально приближенной к структуре натурального пуха.

Данный утеплитель воздухопроницаемый, не отсыревающий, легко стирается в домашних условиях, практически не теряя своих свойств (усадка менее 10 % после 20 стирок).

В отличие от других утеплителей, просто замедляющих процесс потери тепла с помощью создаваемой ими воздушной прослойки, данный материал играет **активную** роль в этом процессе, поглощая избыточное тепло во время увеличения нагрузки и, отдавая его, когда она заканчивается.

Витебский государственный технологический университет

Материал работает по принципу **изменения фазового состояния вещества**, содержащегося в волокнах этого утеплителя. Мельчайшие частицы этого вещества, подобные воску, при нагреве превращаются в жидкость, а при отдаче тепла переходят в твердое состояние.

Таким образом, при использовании данного утеплителя создается возможность уменьшения объема одежды и получения большей свободы движений.

Основное назначение **подкладки** – снижение износа и загрязняемости, а также улучшение эстетического вида одежды. Хотя подкладка не играет существенной роли в теплозащитных свойствах одежды, она оказывает влияние на параметры микроклимата в пододежном пространстве.

Для оценки теплозащитных свойств материалов и пакетов одежды служит **термическое сопротивление R** – величина, обратная коэффициенту теплопроводности. Термическое сопротивление возрастает с увеличением толщины материалов (**Rм = 20,2•10^{-3}δ**), воздухопроницаемости и влажности.

Для определения теплозащитных свойств материалов расчетным методом используют формулу: **R = δ/λ** [м^2•°С/Вт].

Наиболее полно теплозащитные свойства материалов характеризует **суммарное термическое сопротивление**

$$R_{СУМ} = R_М + R_П = \frac{\delta}{\lambda_Э} + \frac{1}{\alpha},$$

где ***Rм = δ/λ$_Э$*** - термическое сопротивление материалов одежды [м^2•°С/Вт];

Rп = 1/α – сопротивление теплоотдачи с наружной поверхности материала во внешнюю среду [м^2 •°С/Вт];

λ$_Э$ – эффективный коэффициент теплопроводности (учитывает теплоотдачу путем проведения и конвекции внутри материалов), Вт/м•°С;

α - коэффициент теплоотдачи с поверхности материала (характеризует теплообмен между поверхностью материала и более холодной внешней средой путем конвекции и излучения), Вт/м•°С.

В качестве примера в таблице 2.1. приведены граничные значения физиолого-гигиенических свойств сорочечно–платьевых тканей.

Таблица 2.1

Граничные значения физиолого-гигиенических свойств сорочечно–платьевых тканей

Показатель	Граничные значения показателя для оценки			
	«плохо»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
1	2	3	4	5
Гигроскопичность,%	5,0	5,0 – 7,4	7,5 – 9,9	10
Воздухопроницаемость, дм^3/м^{2}с	150	150 - 449	450 - 749	750
Паропроницаемость, м$^{-1}$/ м^{2}с	0,5	0,5 - 1,24	1,25 –1,99	2
Время высыхания, мин.	30	30 - 21	20 - 11	10

Витебский государственный технологический университет

Большое значение имеют **массообменные свойства** основных материалов, так как накопление влаги в одежде снижает ее теплозащитные свойства.

Для характеристики тепломассобоменных свойств материалов принимают: **коэффициент теплопроводности λ(Вт/м•К), тепловое сопротивление R(м²•К/Вт), воздухопроницаемость Вр(дм³/м²•с), паропроницаемость Вh(г/м²•ч), пароемкость Е(%)** [7].

2.4. Материалы для защиты от повышенных температур

В обеспечении безопасности эксплуатации специальной одежды в условиях открытого пламени, искр, эффекта загорания, горячего пара, загрязнения (горючие газы, сажа, пыль) доминирующая роль принадлежит специальным защитным материалам. При этом они должны обладать рядом специфических свойств, таких, как термостойкость и термостабильность, теплоотражательная способность, постоянная огнеупорность, неплавкость и негорючесть, малая теплопроводность, малая линейная плотность, хорошие гигиенические свойства.

Теплостойкость характеризует физические изменения полимера при его нагревании, **термостабильность** – химические превращения под действием температуры и окружающей среды.

В последнее время рекомендуют использовать **многослойные пакеты теплоизолирующего материала** [8]. Рынок предлагает целый класс термостойких химических волокон арамид (ароматический полиамид), фенилон, терлон, оксалан, армос и др. Эти волокна обладают хорошими механическими свойствами, термической и термоокислительной стабильностью.

Температура длительной эксплуатации термостойких волокон приведена в таблицах 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2.

Температура длительной эксплуатации термостойких волокон

Наименование нити	Температура длительной эксплуатации, °С
1	2
Фенилон	250
Оксалон	250 - 300
Аримил	30 - 350
Терлон	250
Армос	300 - 350

Для изготовления огнезащитной одежды также широко используют традиционные негорючие материалы – стекловолокно (бета-стекло), асбест, тефлон. Температура эксплуатации данных волокон указана в таблице. Однако данные материалы имеют большую плотность, обладают низкими показателями комфортности, устойчивости к истиранию.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 2.3.

Температура эксплуатации волокон для производства защитной одежды [8]

Наименование волокна	Температура эксплуатации, °С
1	2
Стекловолокно	(-165) – (+480)
Асбестовая пряжа	(-110) – (+1300)
Тефлон	(-220) – (+250)
Номекс	(-38) – (+250)
Оксалон	(-35) – (+300)

Термостойкие волокна обладают низким удельным весом, высоким сопротивлением истиранию, повышенными теплозащитными свойствами и др. Добавление в состав термостойкой ткани природных волокон позволяет снизить толщину и массу ткани, увеличивает ее теплозащитные, физико-механические и гигиенические свойства.

Для оценки степени горючести материалов используют наиболее универсальную характеристику пожарной опасности материала – **кислородный индекс (КИ):** показатель в процентах минимального содержания кислорода в азотокислородной смеси, при которой образец материала способен еще к самостоятельному горению после локального зажигания этого образца в верхней части.

Оценку тканей осуществляют по различным критериям, но чаще выделяют три основных [7].

Первый критерий – предельно допустимая температура на внутренней стороне материала, защитного пакета или в подкостюмном пространстве и время ее достижения. В литературных источниках приводят предельно допустимые значения температуры: от +45°С до +50°С.

Второй критерий – изменение физико-механических показателей материалов за время достижения предельно допустимой температуры (снижение разрывной нагрузки и сопротивления раздиранию, термическая усадка, потеря отражательных свойств). От **термической усадки** зависят теплозащитные и эргономические показатели, при ее снижении более чем на 5% уменьшаются величина воздушных зазоров и время прогрева теплозащитного пакета. Потеря **отражательных свойств** ухудшает тепловую защиту и срок службы изделия.

Третий критерий – термическое разрушение материалов, а также время начала термического разрушения. К термическим разрушениям относят прогар, обугливание, оплавление, воспламенение, остаточное горение и тление.

При этом оценивают размеры термических разрушений, глубину, место расположения на средстве защиты. В зависимости от величины теплового воздействия допустимое время работы определяют либо временем достижения предельно допустимой температуры, либо временем начала термического разложения.

Новым направлением является создание системы термостойких текстильных материалов, активно реагирующих на окружающую среду за счет встроенных сенсоров. В данных материалах сочетаются высокопрочные тек-

Витебский государственный технологический университет

стильные волокна с электронными конструктивными элементами и микромеханическими компонентами.

Для термозащитных целей представляет интерес новое направление совершенствования свойств волокон, заключающееся в их «**легировании**», например, никелем/титаном. Из таких волокон получают материалы, способные **принимать при перегревании предварительно заданную форму** в зависимости от температуры. Эта новая форма сохраняется до достижения температуры перехода. Если температура перехода превышена, то материал возвращается к своей первоначальной структуре.

Подобные «легированные» материалы уже начинают применяться для термозащитной одежды, т.к. при усиленном термовоздействии благодаря изменению их формы образуется дополнительная воздушная прослойка и, следовательно, повышается термосопротивление.

2.5. Световозвращающие материалы для одежды

Световозвращающий материал – это материал, который является рефлектором, обладающим световозвращающими отражательными свойствами [9].

Как известно, все поверхности взаимодействуют со светом по-разному. Часть света поглощается, а часть отражается. Чем больше света поглощается, тем более тускло выглядит материал. Отражающая способность поверхности тоже играет важную роль в восприятии.

Существует **три вида отражения света**:

- **диффузное,**
- **зеркальное,**
- **световозвращающее**.

Диффузное отражение – это отражение с рассеиванием света во многих направлениях. Хотя часть света отражается обратно в направлении источника света, около 90 % отражается в других направлениях.

Зеркальное отражение происходит по принципу: угол падения равен углу отражения. В темноте зеркальные предметы видны только, если наблюдатель с источником находится перпендикулярно зеркальной поверхности.

При светоотражении отраженные лучи света направлены к их источнику. Такого эффекта можно добиться применением системы из двух зеркал и более, расположенных относительно друг друга так, чтобы угол поворота отраженного света составлял 180°.

Для изготовления световозвращающих материалов в основном применяют элементы двух видов: призматические и сферические щирокоугольные линзы.

Призматические элементы выполняют в виде кубических пирамид. Лучи света, попадая внутрь призмы, последовательно отражаются от трех граней, пока не выйдут в направлении источника света.

Витебский государственный технологический университет

Световозвращающие материалы имеют сложную структуру и состоят из подложки, которая представляет собой ткань (синтетическую или смесовую с содержанием хлопковых волокон) или синтетическую пленку, на которой закреплены специальные микроскопические линзы или призмы, возвращающие световой поток к его источнику.

В зависимости от типа материала, на одном квадратном сантиметре поверхности размещается от 7000 до 16000 призм.

При другом подходе, световозвращающие материалы представляют собой систему мельчайших стеклянных широкоугольных линз, наклеенных на прочную основу с отражающим слоем, и защищенных прозрачным силиконовым лаком от внешних воздействий в процессе эксплуатации.

В качестве основы применяют следующие материалы:

- хлопок-полиэстер,
- нейлон,
- клеевые основы (самоклеящиеся, активизируются от температуры или давления).

Раньше световозвращающие материалы выполняли лишь декоративную функцию и не светились издалека мягким предупреждающим светом. Считалось, что световозвращающие материалы – роскошь. Они были очень дорогими, а одежда традиционно была недорогой и практичной.

В последнее время детали из материала, светящегося в темноте, появляются не только на сигнальной рабочей одежде. Благодаря высокой степени силы отражения света качественные светоотражающие ленты обеспечивают идентификацию объектов при плохой видимости.

Использование светоотражающих материалов позволяет решить проблему повышения видимости в сложных условиях дорожного движения и недостаточной освещенности. Большое значение имеют светоотражающие материалы в специальной одежде для пользователей при выполнении ими работ в условиях движущегося транспорта на автомобильных и железных дорогах, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, при тушении пожаров и пр.

Как показывают исследования, на 90 % действия водителя автотранспортных средств зависят от получаемой им информации. В темное время суток человеческий глаз воспринимает лишь 5 % того, что он состоянии различать днем. В среднем в мире более половины всех происшествий со смертельным исходом происходит с наступлением темноты. Решению этой проблемы помогут **световозвращающие элементы** на одежде и обуви [49].

Применение элементов **пассивной безопасности** на одежде и аксессуарах, таких как световозвращающие материалы (для повышенной видимости в темное время суток) и флуоресцентные материалы (для повышения видимости днем в сумерки) позволяет пешеходу «светиться» в свете фар автомобиля уже с расстояния 130-140 метров, что снижает показатель дорожного травматизма.

Белорусским государственным институтом стандартизации и сертификации разработан стандарт СТБ ГОСТ Р 12.4.219-2001 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная сигнальная повышенной видимости. Технические требования».

Витебский государственный технологический университет

Данный стандарт распространяется на специальную одежду для выполнения дорожных работ. Улучшение ее видимости достигается путем **повышения контраста между специальной одеждой и фоном**, а также посредством увеличения рабочей площади сигнальных элементов и высоким уровнем световозвращения.

В зависимости от способа производства световозвращающие материалы могут иметь различные технические характеристики. Одним из требований к световозвращающим материалам является их **безопасность для здоровья человека.**

Световозвращающие материалы, предназначенные для изготовления детской одежды и одежды для подростков, должны иметь заключение соответствующих органов, Министерства здравоохранения.

В 2004 г. в рамках плана государственной стандартизации БелГИСС разработан стандарт СТБ 1516-2004 (ГОСТ Р 51835-2001) «Световозвращающие элементы детской и подростковой одежды», который устанавливает:

- требования к эксплуатационным характеристикам световозвращающих материалов,
- методы испытаний этих материалов,
- содержит указания по их расположению на одежде.

В стандарте устанавливается порядок проведения испытаний по определению коэффициентов световозвращения, устойчивости световозвращающих материалов к физико-механическим воздействиям и др.

В республике имеется возможность проводить все виды испытаний, в том числе и по определению коэффициентов световозвращения.

Некоторые предприятия нашей республики уже приступили к пошиву такой одежды. Среди них ЗАО Оршанская промышленно-торговая фирма «Світанак» и Витебское СП ООО «БеллЬимбо», которые одни из первых в республике инициировали пошив одежды, повышающей безопасность детей в условиях недостаточной видимости.

Форменная одежда пожарных, правоохранительных органов, служб спасения и множества других требует специальной **световозвращающей маркировки**. Для этой цели выпускаются **термотрансферные световозвращающие пленки.**

Разные виды светоотражающих элементов (лент, эмблем, логотипов) отличаются способом их крепления к одежде. Они бывают **пришивные и термоклейкие**. Термоклейкие вырезаются из большого листа светящегося материала и прикрепляются к одежде таким образом: клеевая основа укладывается на ткань костюма, прижимается термопрессом на несколько секунд при температуре +215 °С.

Сила прижатия и необходимое время определяются в результате испытаний. После того, как серебристая деталь приклеена, сверху снимается прозрачна пластиковая пленка, предохраняющая отражающие бусины-призмочки от повреждения [50].

Отдельным классом материалов являются **светоотражающие ткани**, применяемые при изготовлении униформ, рабочей и специальной одежды, а

Витебский государственный технологический университет

также при пошиве обычной детской и взрослой одежды (например, комбинезоны, брюки, куртки, различного рода спортивная одежда, одежда для туризма и путешествий, сумки и т.д.).

В ряде случаев световозвращающаяся ткань разрабатывается не как дорогая экзотика, а как нормальный рабочий материал, который может быть использован в недорогой одежде. По своей структуре предлагается ткань достаточно тонкая, но прочная, типа «плащевки» с водоотталкивающей пропиткой. Она имеет **одну** световозвращающую сторону, а **вторая** (изнаночная) сторона не имеет никаких покрытий. Ткань используется для нанесения на поверхность изделия соответствующих элементов, надписей (типа ДПС).

Детали из световозвращающих материалов на одежде необходимо располагать таким образом, чтобы они не были закрыты при движении человека и способствовали зрительному восприятию силуэта человека в свете фар приближающегося автомобиля.

Сигнальную спецодежду подразделяют на три класса в зависимости от площади установленных сигнальных элементов. Минимальные площади сигнальных элементов из фоновых и световозвращающих материалов для каждого класса одежды должны быть не менее значений, указанных в таблице 2.4.

Таблица 2.4.

Минимальные площади сигнальных элементов одежды

	Одежда		
	3-го класса	2-го класса	1-го класса
1	2	3	4
Фоновый	0,8	0,50	0,14
Световозвращающий	0,2	0,13	0,10
Комбинированный	-	-	0,20

Одежда должна одновременно содержать элементы необходимой площади, изготовленные их фонового и световозвращающего материала, или содержать только элементы необходимой площади, изготовленные из комбинированного материала.

Требования к конструкции такой одежды следующие: элементы фонового материала должны горизонтально обхватывать торс.

Детали из световозвращающего материала на одежде необходимо располагать таким образом, чтобы они не были закрыты при движении человека и способствовали зрительному восприятию силуэта человека в свете фар приближающегося автомобиля.

Полосы световозвращающего материала должны быть шириной не менее 50 мм; для плечевых лямок и поясов – не менее 30 мм.

►Изделия должны иметь следующее число световозвращающих полос:

- **комбинезоны** – не менее двух горизонтальных полос световозвращающего материала вокруг торса на расстоянии не менее 50 мм друг от друга;

Витебский государственный технологический университет

- **куртки, жилеты и жилет-накидки** – две горизонтальные полосы световозвращающего материала вокруг торса на расстоянии не менее 50 мм друг от друга и полосы световозвращающего материала, соединяющиеся с верхней полосой на торсе спереди и сзади через плечи. Нижний край нижней полосы на торсе должен быть расположен на расстоянии не менее 50 мм от низа изделия.

► Допускается:

- куртки, жилеты и жилет-накидки могут иметь одну горизонтальную полосу световозвращающего материала вокруг торса и полосы световозвращающего материала, соединяющиеся с полосой на торсе спереди и сзади через плечи. Нижний край горизонтальной полосы должен быть расположен на расстоянии не менее 50 мм от нижнего края куртки, жилета или короткой куртки.

► Альтернативно:

- куртки, жилеты и жилет-накидки могут иметь две горизонтальные полосы световозвращающего материала вокруг торса на расстоянии не менее 50 мм друг от друга. Нижний край нижней полосы на торсе должен быть расположен на расстоянии не менее 50 мм от нижнего края куртки, жилета или жилет-накидки.

На длинных рукавах комбинезонов и курток должны быть две охватывающие полосы световозвращающего материала, расположенные на том же уровне, что и полосы на торсе. Верхняя полоса должна обхватывать верхнюю часть рукава между плечом и локтевым сгибом, а нижняя полоса должна быть расположена на расстоянии не менее 50 мм от нижнего края рукава.

Полукомбинезоны, брюки с нагрудником, брюки с поясом должны иметь две горизонтальные полосы световозвращающего материала, охватывающие горизонтально каждую ногу, на расстоянии не менее 50 мм друг от друга. Верхний край верхней полосы должен быть расположен на расстоянии не более 350 мм от нижнего края брюк, а нижний край нижней полосы – на расстоянии не менее 50 мм от нижнего края брюк.

Полукомбинезоны, брюки с нагрудником должны иметь одну полосу световозвращающего материала вокруг торса.

Жилет-накидка должна быть спроектирована таким образом, чтобы во всех размерах изделий боковой зазор между материалами составлял не более 50 мм.

Ширина крепежных элементов на фоновых, световозвращающих специализированных и комбинированных материалах не должна превышать 50 мм.

Бретели с поясом должны иметь световозвращающие полосы (из специализированного или комбинированного материала) по поясу и на бретелях. Ширина полос должна быть не менее 30 мм.

Технические характеристики световозвращающих материалов включают:

- нормативные значения коэффициента светоотражения;
- требования к сохранению светоотражающих характеристик материалов в процессе эксплуатации.

Витебский государственный технологический университет

В международной практике коэффициент световозвращения определяют по методу СИЕ 54 [9], при котором угол освещения и угол наблюдения находятся на противоположных сторонах линии, соединяющей источник света с центром образца.

Коэффициент световозвращения рассчитывают по формуле

$$R' = R/A,$$

где **R** – коэффициент, равный отношению силы света, испускаемой поверхностью, к освещенности поверхности, кд/лк;

A – площадь световозвращающей поверхности.

Коэффициент световозвращения материалов определяют при углах освещения 5°, 20°, 30°, 40°.

Угол наблюдения принимают в зависимости от требований по ограничению скорости движения автомобильного транспорта.

В таблице 2.5 приведены значения коэффициентов световозвращения, принятые в европейских странах для световозвращающих (специализированных) материалов, которые предназначены для изготовления профессиональной одежды.

Таблица 2.5 – Значения коэффициентов световозвращения

Угол наблюдения	Минимальный коэффициент световозвращения кд/(лк•м^2) при угле освещения, град.			
	5	20	30	40
1	2	3	4	5
12′	250	220	135	50
20′	120	100	75	50-
50′	25	15	12	30
1′30″	10	7	5	4

Рекомендации по уходу за световозвращающими материалами следующие:

- температура стирки не должна превышать +60 °С;
- количество циклов чистки, при котором гарантировано сохранение отражающих свойств, не более 50;
- категорически запрещается применение отбеливающих агентов;
- нельзя применять моющие средства на основе растворителей микроэмульсий;
- после стирки изделий необходимо прополаскивать от остатков моющих средств во избежание уменьшения отражающего блеска;
- сушить в сушильной машине при температуре, не превышающей +70 °С.

Применение световозвращающих материалов в одежде будет способствовать снижению травматизма в сложных дорожных и производственных условиях.

Витебский государственный технологический университет

3. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ХОЛОДА

3.1. Воздействие холода на организм человека. Моделирование переноса тепла через простой слой и пакет одежды

Охлаждение тела человека начинается, когда температура воздуха падает ниже 17°С. Для разных частей тела человека характерна нормальная неодинаковая температура. Потеря тепла происходит главным образом путем конвекции и излучения и лишь незначительно через испарение. При температуре выше 25°С тело в результате конвекции и излучения поглощает больше тепла, чем теряет, поэтому функции теплоотдачи полностью переходят к системе испарения. В зоне комфорта люди могут адаптироваться к изменениям любого из рассматриваемых факторов на 20%, а в условиях чрезвычайного холода – на 35%.

Продолжительность сопротивления человека холоду зависит от вида одежды. Для обеспечения комфортных условий человеку в производственных условиях осуществляют оценку спецодежды в **единицах теплового сопротивления** (ед. тсо). **Ед. тсо** – тепловое сопротивление такой одежды, которая пропускает поток тепла, равный 1 ккал/м^2•час при разности температур 0,18 °С. 1 ед. тсо требуется для обеспечения комфортных условий человеку, сидящему в нормально вентилируемой комнате при 21°С с влажностью воздуха не менее 50%.

- легкая спецодежда – 1 ед. тсо;
- спецодежда, состоящая из куртки и шерстяного белья, – 2 ед. тсо;
- спецодежда со средним утеплением – 3 ед. тсо;
- спецодежда с большим утеплением – 4 ед. тсо.

Тепловые свойства одежды определяются величиной теплового сопротивления пакета и наличием в нем многослойных воздушных прослоек, благодаря которым в состоянии покоя создается основная часть суммарного теплового сопротивления. При движении человека и ветре их роль снижается.

Перемещение тепла в одежде, как и в любой среде, происходит только при разности температур на отдельных ее участках. Перемещение тепла происходит от большей температуры к меньшей.

Для математического описания **процесса теплопередачи от поверхности кожи человека через одежду во внешнюю среду** можно воспользоваться:

1) **законом Фурье** (передача тепла в твердом теле);
2) обобщенным **законом Ньютона** (охлаждение).

Закон Фурье следует применять к тепловому потоку внутри одежды, а закон Ньютона - к явлениям, происходящим на границе между ее поверхностью и внешней средой.

По **закону Фурье** тепловой поток в каком-нибудь месте однородного твердого тела выражается формулой

Витебский государственный технологический университет

$$q = \lambda \cdot \frac{\Delta t}{\delta'} = \frac{t_K - t_{НАР}}{\delta'},$$

где q – тепловой поток – количество тепла, протекающее в единицу времени от одной изотермической поверхности с температурой $(t+\Delta t)$ к другой изотермической поверхности с температурой t;

δ' - расстояние между изотермическими поверхностями;

λ – коэффициент теплопроводности;

t_K - температура кожи под одеждой;

$t_{НАР}$ - температура наружной поверхности одежды.

Величину, обратную коэффициенту теплопроводности, называют **тепловым сопротивлением простого слоя:**

$$R = \frac{1}{\lambda}, \quad [\text{м}^2 \cdot {}^0\text{C} / \text{Вт}].$$

Чем больше тепловое сопротивление материала, тем выше его теплоизоляционные свойства.

Тепловое сопротивление одежды представляет собой некоторую среднюю величину от теплового сопротивления основного материала (волокна) и воздуха, содержащегося в порах.

Поскольку тепловое сопротивление прямо пропорционально толщине слоя, можно записать: $R = \delta / \lambda$. Тогда количество тепла прошедшего через слой ткани $q = (t_1 - t_2) / R$.

Согласно обобщенному **закону Ньютона**, количество тепла, теряемое в единицу времени элементом наружной поверхности в окружающую среду, пропорционально разности температур поверхности и среды $t_{СР}$:

$$q = \alpha\,(t_{НАР} - t_{СР}),$$

где α – коэффициент теплоотдачи.

Следовательно, **процесс передачи тепла от поверхности тела через одежду в окружающую среду** состоит из двух частей:

1) передачи тепла **от внутренней поверхности одежды к наружной** при перепаде температур от t_K до $t_{НАР}$;

2) **от наружной поверхности одежды в воздух** при перепаде температур $(t_{НАР} - t_{СР})$.

Тогда тепловое сопротивление **простого** слоя: $R' = \delta / \lambda'$; **сложного** – $R_Э = R' + R'' + R'''$.

Суммарное тепловое сопротивление, соответствующее переходу тепла от кожи во внешнюю среду,

Витебский государственный технологический университет

$$R_{СУМ} = R_Э + R_П,$$

где $R_Э$ – сопротивление простых слоев (эквивалентное);

$R_П$ – сопротивление отдаче тепла от наружной поверхности одежды.

Таким образом, сопротивление теплопередачи слоя однородного материала является суммарным и включает:

1) сопротивление тепловосприятию при переходе тепла от пододежного слоя воздуха к внутренней поверхности одежды $R_В$;

2) сопротивление при прохождении тепла через слой материала $R_М$;

3) сопротивление теплоотдачи $R_П$ при переходе тепла от наружной поверхности слоя материала к наружному воздуху.

Общее сопротивление слоя материала:

$$R_{ОБЩ} = R_В + R_М + R_П = \frac{1}{\alpha_В} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}.$$

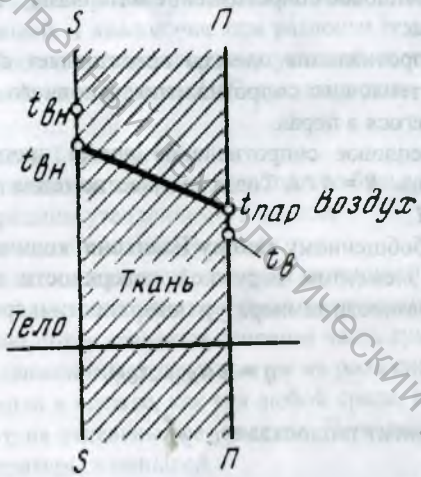

Рис.3.1. Общая схема изменения температуры при теплопередаче через однородный слой материала

Обычно теплозащитная одежда представляет собой **«сложный слой»**, образованный чередованием простых слоев ткани и воздушных прослоек, имеющих различные толщины δ', δ'', δ''', ... и различные теплопроводности λ', λ'', λ''' (рис.3.2).

Витебский государственный технологический университет

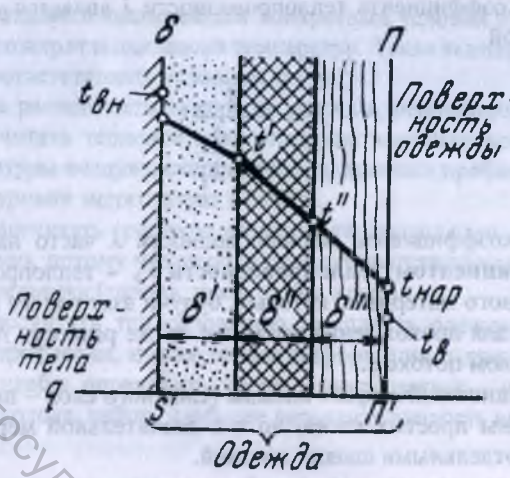

Рис.3.2. Схема передачи тепла через сложный слой ткани (пакет одежды)

Тепловое сопротивление такой одежды равно сумме сопротивлений всех ее слоев:

$$R' + R'' + R''' + ...$$

Каждое из этих сопротивлений, в свою очередь, равно

$$R' = \frac{\delta'}{\lambda'};\ R'' = \frac{\delta''}{\lambda''};\ R''' = \frac{\delta'''}{\lambda'''}$$

Сумму сопротивлений всех слоев одежды можно заменить сопротивлением некоторого эквивалентного слоя:

$$R_э = R' + R'' + R''' + ...$$

Под **эквивалентным тепловым сопротивлением одежды** ($R_э$) понимают тепловое сопротивление такого воображаемого однородного слоя, который при толщине $\delta = \delta' + \delta'' + \delta''' + ...$, при том же проходящем через него тепловом потоке q, создает ту же разность температур $(t_1 - t_2)$, как и рассматриваемый пакет одежды, слои которого имеют сопротивления R', R'', R''', ...

Формула для переноса тепла внутри одежды (пакета) примет вид:

$$q = \frac{t_1 - t_2}{R_э}$$

БІБЛІЯТЭКА
УА "ВІЦЕБСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ
ТЭХНАЛАГІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ"
інв. № 9-828

Витебский государственный технологический университет

Величина коэффициента теплопроводности λ является условной и определяется формулой

$$\lambda = \frac{\delta}{\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}}.$$

Величину коэффициента теплопроводности λ часто называют **эквивалентным коэффициентом теплопроводности** $\lambda_Э$ - теплопроводность такого условно однородного материала, который, будучи взят той же величины, создает те же условия для прохождения тепла, т.е. ту же разность температур $(t_1 - t_2)$ при том же тепловом потоке q.

Теплоизоляционный эффект одежды (сложного слоя – пакета) зависит не только от толщины простых слоев, но и в значительной мере от воздушных прослоек между отдельными слоями и кожей.

Коэффициент теплопроводности λ зависит от толщины воздушной прослойки, температуры воздуха в ней, разности температур на поверхности прослойки и места положения ее в одежде.

Полное сопротивление одежды, соответствующее переходу тепла от кожи (где температура равна t_1) во внешнюю среду (где температура t_B), **называют суммарным тепловым сопротивлением:**

$$R_{СУМ} = R_Э + R_П,$$

где $R_Э$ – сопротивление пакета одежды,

$R_П$ – сопротивление поверхности пакета одежды.

С учетом теплового сопротивления воздушных прослоек $R_{В.П}$:

$$R_{СУМ} = R_Э + R_П + R_{В.П}.$$

В ответ на воздействие холода физиологические реакции человека могут лишь в некоторой степени уменьшить теплопотери, обусловленные этим воздействием. Основная же роль защиты от охлаждения принадлежит так называемой «поведенческой» терморегуляции, направленной, в частности, на выбор одежды с теплоизоляцией, соответствующей условиям эксплуатации.

Грамотно защититься от холода можно, зная, какой теплоизоляцией должна обладать одежда, чтобы в течение определенного времени препятствовать охлаждению. Если человек работает на холоде 2 часа, то ему не нужна одежда, защищающая его 8 часов, т.к. более длительная защита достигается за счет дополнительных материалов и большего веса, что уменьшает **комфортность**.

Витебский государственный технологический университет

Можно создавать костюмы для конкретных условий труда, определенного уровня энергозатрат и диапазона температур. Такая экипировка будет в большей степени соответствовать условиям труда.

Методика расчета теплоизоляции одежды, рекомендованная ЦНИИШП, позволяет рассчитать тепловое сопротивление изоляции комплекта одежды с учетом температуры воздуха, скорости ветра, времени пребывания на открытых территориях и уровня энергозатрат в работе.

Просто рассчитать среднюю величину теплоизоляции одежного комплекта – недостаточно, потому что необходимо соответственным образом утеплить все части тела человека (голову, руки, спину и т.д.).

Чтобы рассчитать теплоизоляцию комплекта одежды для специалиста определенной профессии, нужна точная информация о данной профессии, условиях труда; чтобы определить уровень энергозатрат - продолжительность пребывания на холоде, район, наиболее вероятная скорость ветра и др.

3.2. Метод теплового расчета одежды, предложенный ЦНИШПом

Исходными данными для теплового расчета одежды по данному методу являются следующие [40]:

V_B – наиболее вероятная скорость ветра;

t_B - средняя температура воздуха, при которой предполагается эксплуатация одежды;

M – средняя величина энергозатрат рабочего;

τ – время, в течение которого рабочий непрерывно должен находиться на холоде;

$t_{С.В.К}$ – средневзвешенная температура кожи человека;

$q_{С.В.Т}$ - средневзвешенный тепловой поток с поверхности тела человека;

S – площадь тела человека.

При расчете теплового сопротивления одежды следует исходить:

1) из того, что одежда обеспечивает **тепловое равновесие** организма с окружающей средой (главным образом при выполнении интенсивной физической работы); в этом случае человек оценивает свои теплоощущения как «комфорт»;

2) либо из предпосылки, что **теплоотдача несколько превышает теплообразование**, т.е. человек несколько охлаждается (преимущественно при нахождении в состоянии относительного покоя при выполнении легкой физической работы). В этом случае рекомендуется вести расчет теплового сопротивления одежды исходя из того, что к концу пребывания на рабочем месте человек оценивает свои теплоощущения как «прохладно».

Показатели, необходимые для расчета теплового сопротивления одежды определяют следующим образом:

Витебский государственный технологический университет

1) сведения о температуре и скорости движения воздуха запрашивают у соответствующих метеостанций, либо используют справочные табличные данные;

2) энергозатраты человека определяют экспериментально либо по справочным данным;

3) средневзвешенную температуру кожи человека вычисляют по формулам:

$t_{С.В.К} = 36,07 - 0,0354 \cdot M / S$, [°C] - для состояния теплового комфорта,

$t_{С.В.К} = 34,7 - 0,044 \cdot M / S$, [°C] - для состояния «прохладно»,

где M – энергозатраты, Вт;

S – площадь поверхности тела человека, м^2, определяется по графику в зависимости от роста и массы тела;

4) для определения средневзвешенного теплового потока используют формулу

$$q_{С.В.Т} = \frac{0,72 \cdot M + \frac{0,8 \cdot Д}{\tau} - Q_{дых} + 6,3}{S}, \text{ [Вт/м}^2\text{]},$$

где $Д$ – дефицит тепла в организме, Дж; для теплоощущений «комфорт» $Д \leq 122 \cdot 10^3$ Дж (29 ккал), «прохладно» - $Д = 209 \cdot 10^3$ Дж $\pm 84 \cdot 10^3$ Дж (50 ккал±20ккал);

$Q_{дых}$ – теплопотери на нагрев вдыхаемого воздуха, Вт;

τ - время пребывания на холоде, с;

5) Потери тепла на нагрев вдыхаемого воздуха $Q_{дых}$ определяют по табличным данным;

6) Суммарное тепловое сопротивление одежды рассчитывают следующим образом:

$$R_{СУМ} = \frac{t_{С.В.К} - t_В}{q_{С.В.Т}}, \text{ [°C} \cdot \text{м}^2\text{]}.$$

При наличии ветра учитывают поправку на действие ветра:

$$C = (0,07B + 2,0) \cdot V + 5, \text{ [\%]},$$

где C – снижение теплового сопротивления одежды, %;

V – скорость ветра, м/с;

B – воздухопроницаемость пакета материалов одежды, дм^3/м^2•с, в зависимости от скорости ветра для основного материала рекомендуются следующие значения воздухопроницаемости: при V<2м/с B = 7 – 60 дм^3/м^2•с; V = 2- 4 м/с B = 7 – 20 дм^3/м^2•с; V>4 м/с B = 7 – 10 дм^3/м^2•с.

Витебский государственный технологический университет

В соответствии с рассчитанным суммарным тепловым сопротивлением одежды определяют среднюю толщину пакета одежды (δ_{CP}). Для этого используют зависимость суммарного теплового сопротивления одежды, представленную в табличной или графической форме.

Помимо средней толщины пакета одежды необходимо еще знать толщину различных участков одежды, предусмотреть тепловую защиту всех областей тела. Неодинаковый эффект утепления различных областей тела человека обусловлен:

- различием радиусов кривизны областей тела;
- неодинаковой степенью прилегания одежды на различных участках тела;
- особенностями реакций терморегуляции организма.

Толщину пакета одежды по участкам тела (туловище, плечо и предплечье, бедро, голень) определяют в соответствии с коэффициентом распределения толщины пакета материалов одежды (показателем эффективности утепления):

$$\delta_{уч} = ПЭУ \cdot \delta_{CP}$$

Показатель эффективности утепления (ПЭУ) – это отношение суммарного теплового сопротивления одежды, определенного на данном участке, к средневзвешенной величине теплового сопротивления одежды. ПЭУ определяют в зависимости от средней толщины пакета одежды (табл.3.1).

Таблица 3.1.

Показатели эффективности утепления

Области тела человека	Средняя толщина пакета одежды, δ_{CP}		
	6 – 12	13 – 14	25 – 36
1	2	3	4
Голова	0,50	0,49	0,39
Туловище	1,26	1,30	1,45
Плечо+предплечье	1,13	1,24	1,23
Кисть	0,74	0,66	0,55
Бедро	1,13	1,08	1,07
Голень	0,90	0,81	0,86
Стопа	0,83	0,77	0,52

Теплоизоляционный материал должен располагаться в соответствии со значениями ПЭУ. Определяют количество предметов нижележащих слоев одежды (в соответствии с видом участка) [10].

В качестве примера в таблице 3.2 приведены нормативные значения суммарного теплового сопротивления одежды утепленного костюма, состоящего из куртки и брюк [31, 32].

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.2.

Суммарное тепловое сопротивление пакета материалов утепленного костюма в условиях естественной конвенции

Климатический пояс	Суммарное тепловое сопротивление пакета материалов утепленного костюма, °С м²/Вт, не менее	
	куртка	брюки
1	2	3
Особый	0,77	0,69
IV	0,83	0,80
III	0,64	0,57
I - II	0,51	0,50

3.3. Метод теплового расчета одежды, предложенный Г.М.Кондратьевым

По данному методу осуществляется приближенный тепловой расчет одежды [10]. При этом метаболизм организма человека связывается с тепловым воздействием внешней среды при условии, что одежда обеспечивает человеку **ощущение комфорта**. За **критерий комфорта** принята средняя температура кожи t_1 = **33°С**.

Теплозащитная способность одежды характеризуется двумя безразмерными показателями – ***N*** и ***I***.

По данному методу человеческий организм рассматривается как термостатированная система с внутренним источником тепла, а одежда - как тепловой барьер между поверхностью кожи и внешней средой.

Тепловое сопротивление одежды предложено определять по формуле

$$R = 0{,}175 \cdot I,$$

где ***I*** – показатель теплоизоляционной способности данной одежды – показывает, во сколько раз теплозащитная способность рассматриваемой одежды больше теплозащитной способности той легкой одежды, в которую одет субъект, пребывающий в условиях нормального метаболизма.

Чем больше ***I***, тем теплее одежда:

$$I = \frac{0{,}15 \cdot (33 - t_B)}{N - \frac{5{,}7}{\alpha}},$$

где t_B – температура внешней среды, °С;

α – коэффициент теплоотдачи с поверхности одежды в окружающую среду, зависящий от скорости ветра и выбираемый по таблице [10], Вт/м²·°С;

Витебский государственный технологический университет

N – показатель тепловой нагрузки, выражает, во сколько раз теплопотери кожи под одеждой при данных условиях работы организма больше теплопотерь при основном метаболизме (т.е. чем холоднее организму, тем напряженнее борьба организма с холодом):

$$N \approx 0{,}78M/100,$$

где M – теплопродукция человека, Вт;

Определяют **оптимальную температуру** $T_{о.т.}$ для данного вида работы и одежды:

$$T_{о.т.} = \frac{33 - M \cdot \left(5{,}2 + \frac{29{,}64}{\alpha}\right)}{100}.$$

где *33* – средняя температура кожи человека, °С.

Пользуясь уравнениями Г.М.Кондратьева, можно определить, каким тепловым сопротивлением должна обладать одежда, обеспечивающая ощущение комфорта при известной теплопродукции M и состоянии окружающей среды (t_B и α).

К **недостаткам** данного метода относят следующее:

- метод не учитывает локальных особенностей теплообмена и местного дискомфорта (обувь, рукавицы, головные уборы);
- температура кожи, равная 33°С, не соответствует действительной температуре кожи при некоторых видах деятельности;
- метод значительно упрощает существующий процесс передачи тепла через одежду;
- применяемые в расчетах формулы достоверны только для плоских слоев с малой кривизной, а в одежде не всегда так;
- расчет применим только при длительной работе и не учитывает кратковременные условия.

3.4.Тепловой расчет одежды по методике П.А.Колесникова

Согласно методике П.А.Колесникова, схема проектирования одежды состоит из **семи обязательных этапов** [11].

Первый этап. Устанавливают, в каких метеорологических условиях будет эксплуатироваться одежда (t_B, V_B, величина солнечной радиации).

Второй этап. Выбирают значения теплопродукции человека при данных условиях его физической активности, устанавливают: площадь поверхности тела S, массу тела m, рост человека P и оценивают значение коэффициента полезного действия к.п.д.

Витебский государственный технологический университет

Третий этап. Задаются допустимым дефицитом тепла и уровнем температуры кожи t_K и устанавливают возможную **продолжительность пребывания человека** в заданных метеоусловиях.

Четвертый этап. Определяют потери тепла организма человека для данных климатических условий и физической активности:

- расход тепла на нагрев вдыхаемого воздуха, испарение влаги, испарение влаги с поверхности тела и из дыхательных путей;

- радиационно-конвективные потери тепла с обнаженных и защищенных одеждой участков тела.

Расчет ведут в следующей последовательности:

1. Определяют количество тепла $Q_{дых}$, расходуемого на нагрев вдыхаемого воздуха:

   - для средних температур $Q_{дых} = 0{,}30 \cdot 10^{-3} \cdot V(33 - t_B)$;
   - для низких температур $Q_{дых} = 0{,}30 \cdot 10^{-3} \cdot V(30 - t_B)$.

где $0{,}30 \cdot 10^{-3}$ – коэффициент, учитывающий объемную массу воздуха при нормальных условиях;

V – объем воздуха, вдыхаемого в 1 сек, приведенный к нормальным условиям, м^3: $V = M / K$;

M – теплопродукция, примерно равная теплообразованию человека в покое, в комфортных температурных условиях, и соответствующая 58,15 Вт;

K – калорический эквивалент 1м^3 вдыхаемого воздуха.

Данные расхода тепла на нагрев вдыхаемого воздуха берут по таблице в зависимости от t_B и энергозатрат [11].

2. Расход тепла на испарение влаги с поверхности тела $Q_{исп}$ и из дыхательных путей $Q_{дых.н}$ может быть принят равным:
   - для состояния **«тепло»** - $(0{,}3\text{-}0{,}4)M$;
   - для **комфортных** условий – $(0{,}121\text{-}0{,}29)M$, в среднем $(0{,}24\text{-}0{,}25)$;
   - для состояния **«прохладно»** - $(0{,}16\text{-}0{,}2)M$;
   - для состояния **«холодно»** - $(0{,}1\text{-}0{,}16)M$.
3. Радиационно-конвективные теплопотери $Q'_{р.к}$ с обнаженных частей тела (голова, лицо, кисти рук) рассчитывают по формуле

$$Q'_{р.к} = S_{обн} \cdot \alpha_{обн} (t_K - t_{ср}),$$

где $S_{обн}$ – величина обнаженной площади тела, м^2;

$\alpha_{обн}$ – коэффициент теплоотдачи с обнаженной поверхности тела, Вт/м^2·°С;

t_K – средневзвешенная температура кожи открытых участков тела, °С;

$t_{ср}$ – температура среды (воздуха и предметов), °С.

Витебский государственный технологический университет

4. Радиационно-конвективные теплопотери $Q''_{Р.К.}$ с поверхности тела, защищенной одеждой, определяют вычитанием перечисленных выше теплопотерь из общей теплопродукции, Вт:

$$Q''_{Р.К} = (M - Q_Р + Д) - (Q_{Р.К.} + Q'_{Р.К} + Q_{ДЫХ} + Q_{ИСП}),$$

где $Q_Р$ – тепло, получаемое вследствие солнечной радиации;
$Д$ – дефицит тепла, Вт.

5. Плотность теплового потока с поверхности тела человека, защищенной одеждой:

$$Q_{ОД} = \frac{Q''_{Р.К}}{S_{ОД}}, \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

6. Определяют средневзвешенную величину теплового потока $Q_{СР.ВЗВ}$ по всей поверхности тела человека:

$$Q_{СР.ВЗВ} = \frac{Q''_{Р.К} + Q'_{Р.К}}{S_{ОД}}.$$

Пятый этап. Определяют суммарное тепловое сопротивление одежды:

$$R_{СУМ} = \frac{t_К - t_{СР}}{Q_{ОД}}, \text{ (м}^2\cdot{}^\circ\text{С/Вт)},$$

где $t_К$ – средневзвешенная температура кожи, °С;
$t_{СР}$ – температура среды, °С;
$Q_{ОД}$ – плотность теплового потока с участков тела, закрытых одеждой, Вт/м^2.

Шестой этап. Рассчитывают суммарное тепловое сопротивление отдельных предметов комплекта теплозащитной одежды и толщину их пакета (головные уборы, перчатки, обувь, одежда). При этом учитывают, что тепловые потоки и температура кожи на разных участках тела различны (табл.3.3).

Указанное в таблице распределение тепловых потоков и температур на поверхности тела человека, одетого в комплект комнатной одежды, взято в условиях **дискомфорта первой степени**.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 3.3

Соотношение плотности тепловых потоков и температуры кожи на поверхности тела человека

Участок тела	Плотность теплового потока, Вт/м^2	Температура участка, °С	Площадь участка, %, от площади всей поверхности тела
1	2	3	4
Голова и прилегающая к ней часть шеи	18,1	32	7,36
Туловище и прилегающая к нему часть шеи	22,2	32,3	35,50
Плечо и предплечье (рука)	7,8	30,9	13,40
Кисть	6,3	20,7	4.50
Бедро и ягодица	20,7	31,5	20,30
Голень	16,7	32,7	12,50
Стопа	8,3	25,0	5,44

П.А.Колесниковым предложены **три степени дискомфортности** человека:

- **первая степень** – когда человеку прохладно, но это не опасно для здоровья, он может переносить эту прохладу, пока не появится ощущение холода ($Д = 167,3 \cdot 10^3$ Дж);

- **вторая степень** – такое тепловое состояние организма, длительное пребывание в котором опасно для здоровья ($Д = 334,4 \cdot 10^3$ Дж);

- **третья степень** отражает состояние, когда человеку очень холодно ($Д = 752,4 \cdot 10^3$ Дж).

В справочных таблицах приводятся данные, определяющие суммарное тепловое сопротивление одежды для различных значений энергозатрат человека, температуры окружающей среды и времени пребывания на холоде.

Седьмой этап. Производят подбор предметов одежды в соответствии с установленной толщиной пакета одежды на различных участках тела.

3.5. Новые технические средства для согревания переохлажденных в экстремальных ситуациях

Подведение тепла к организму человека в условиях холода должно быть обоснованным, с учетом оптимальной топографии. Выявлены закономерности, в соответствии с которыми теплообменники в костюме необходимо в первую очередь размещать на тех участках тела, через которые можно подвести наибольшее количество тепла и, следовательно, получить при их нагреве более выраженный рефлекторный эффект (например, на спине вдоль позвоночника, спереди – вдоль грудной клетки).

Витебский государственный технологический университет

В настоящее проводятся работы по созданию новых перспективных технических средств обогрева людей, переохлажденных в экстремальных ситуациях. В качестве примера можно привести разработку **активных средств обогрева** [12].

К указанным способам можно отнести обогрев человека с помощью **гибких электронагревателей, конвективно-воздушный и кондуктивный** способы обогрева. В частности, предложены нагревательные элементы в текстильном полотне в виде **мононити** (отдельной проволоки) или в виде **комплексной крученой нити** (в которую также входит металлическая нагревательная нить).

Обогрев человека осуществляется техническими средствами за счет внутренних **теплоносителей** (электрического тока в нагревательном элементе и вентиляции подкостюмного пространства потоком теплого воздуха).

Предложены **три варианта расположения теплоносителей в изделиях,** использующих теплоизоляцию, состоящую из двух слоев (внутреннего – искусственного меха и наружного – упрочненной капроновой ткани).

В **первом варианте** между телом и изоляцией располагается воздушный вентилирующий зазор (рис.3.3.), во **втором варианте** – электронагреватель (рис.3.4.). В свою очередь, электронагреватель размещается между двумя теплозащитными и двумя изолирующими слоями – **третий вариант** (рис.3.5.).

Используемые обозначения:

■ **на рисунке 3.3:**

q_1 - тепловой поток, направленный от вентилируемого воздуха к телу человека, Вт;

q_2 - тепловой поток, направленный от вентилируемого воздуха в окружающую среду, Вт;

t_1 – температура кожных покровов человека, °С;

t_3 – температура внутреннего слоя теплоизоляции, °С;

t_4 – температура наружного слоя теплоизоляции, °С;

t_6 – температура окружающей среды, °С;

■ **на рисунке 3.4:**

q_1 – тепловой поток, направленный от нагревателя к телу человека;

q_2 – тепловой поток, направленный от нагревателя в окружающую среду;

t_2 – температура нагревателя, °С;

t_1, t_3, t_4, t_6 – как на рисунке **3.3;**

■ **на рисунке 3.5:**

q_1, q_2 - как на рисунке **3.4;**

q_3 – тепловой поток, направленный от вентилируемого воздуха к телу человека, Вт;

q_4 – тепловой поток, направленный от вентилируемого воздуха в окружающую среду, Вт;

t_5 – температура воздушного потока, °С;

t_1, t_2, t_3, t_4, t_6 – как на рисунке **3.3** и **3.4**;

$S_1 = S_4$ – толщина теплозащитных слоев нагревателя, м;

$S_2 = S_3$ – толщина изолирующих слоев нагревателя, м;

S_5 – толщина внутреннего слоя теплоизоляции, м;

Витебский государственный технологический университет

S_6 – толщина наружного слоя теплоизоляции, м;

$\lambda_1=\lambda_4$ – коэффициенты теплопроводности теплозащитных слоев нагревателя, Вт/(м·°С);

$\lambda_2=\lambda_3$ – коэффициенты теплопроводности теплозащитных слоев нагревателя, Вт/(м·°С);

λ_5 – коэффициент теплопроводности внутреннего слоя теплоизоляции, Вт/(м·°С);

λ_6 – коэффициент теплопроводности наружного слоя теплоизоляции, Вт/(м·°С);

При эксплуатации электрообогревающее устройство (например, жилет) должно **плотно прилегать** к телу человека. Теплоотдача от жилета к поверхности тела осуществляется проведением (кондукцией). Уравнение теплового баланса в этом случае будет иметь вид:

$$K_{12}(t_2 - t_1) = N + K_{25}(t_5 - t_1),$$

где K_{12} – коэффициент теплопередачи от нагревателя к телу человека, Вт/м^2;

K_{25} – коэффициент теплопередачи от нагревателя к вентилируемому воздуху, Вт/м^2;

N – мощность нагревателя, Вт; t_1 – **температура кожных покровов человека, °С;** t_2 – **температура поверхности нагревателя, °С;**

t_5 – температура подаваемого воздуха, усредненная по сечению канала, °С.

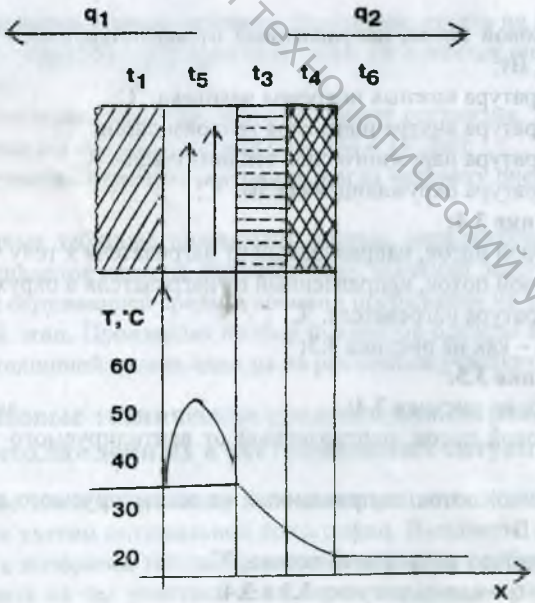

Рис.3.3. Изменение температуры воздушного потока в пакете материалов с обогревом в первом варианте расположения теплоносителей

Витебский государственный технологический университет

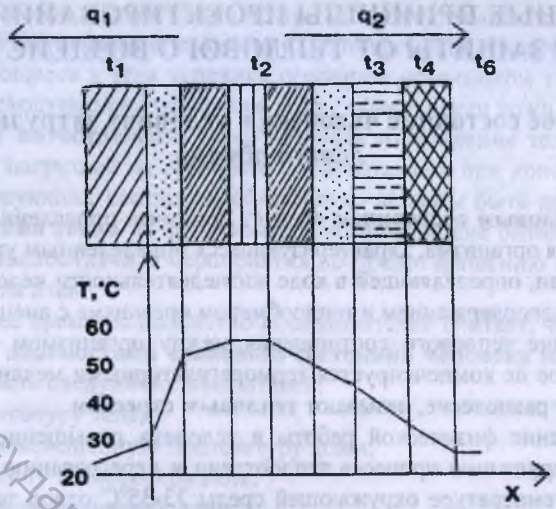

Рис.3.4. Изменение температуры воздушного потока в пакете материалов с обогревом во втором варианте расположения теплоносителей

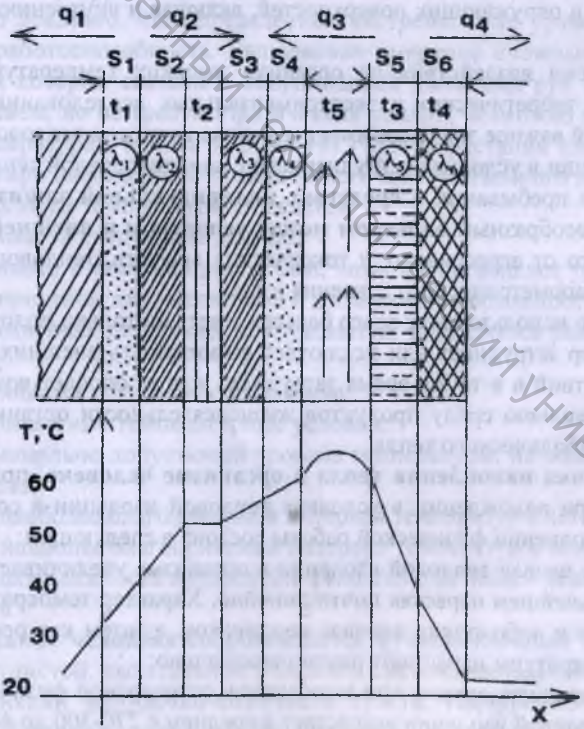

Рис.3.5. Изменение температуры воздушного потока в пакете материалов с обогревом в третьем варианте расположения теплоносителей

Витебский государственный технологический университет

4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

4.1. Тепловое состояние человека в условиях затрудненного теплового обмена

Под **тепловым состоянием** следует понимать проявление функционального состояния организма, характеризующееся определенным уровнем системы терморегуляции, определяющей в ходе жизнедеятельности человека соотношение между теплосодержанием и теплообменом организма с внешней средой.

Изменение теплового соотношения между организмом и окружающей средой, которое не компенсируется терморегуляторными механизмами и нарушает тепловое равновесие, называют **тепловым стрессом**.

Выполнение физической работы в условиях повышенной температуры приводит к нарушению процесса теплоотдачи и перегреванию организма. Например, при температуре окружающей среды 33-35°С отвод тепла становится крайне затрудненным, поскольку теплоотдача конвекцией, излучением и теплопроводностью определяется разностью температур тела и окружающей среды (воздуха и окружающих поверхностей, включая и внутреннюю поверхность одежды).

Проблема воздействия на организм высоких температур нуждается в дальнейших теоретических и экспериментальных исследованиях. Среди этих исследований важное значение имеет изучение вопросов теплового состояния и теплорегуляции в условиях затрудненного с внешней средой теплообмена, в частности, при пребывании в **средствах индивидуальной защиты** (СИЗ). СИЗ являются своеобразным **барьером между человеком и внешней средой**, ограждающим его от агрессивных и токсических веществ, теплового воздействия, изменения барометрического давления и т.д.

Однако использование этого барьера имеет не только положительное значение. Барьер затрудняет или исключает возможность внешних неблагоприятных воздействий и в то же время затрудняет или исключает возможность удаления во внешнюю среду продуктов жизнедеятельности организма, в первую очередь метаболического тепла.

Кинетика накопления тепла в организме человека, прирост температуры тела при нахождении в условиях тепловой изоляции в состоянии покоя или при выполнении физической работы состоит в следующем:

- с начала тепловой изоляции в организме увеличивается количество тепла, в дальнейшем нарастая почти линейно. Характер температурных показателей «ядра» и «оболочки» вначале неодинаков, а затем как ректальная, так и кожная температуры нарастают почти параллельно;
- теплопродукция при выполнении стандартной физической работы в условиях тепловой изоляции возрастает в среднем с 270-300 до 400 Вт.

Механизм терморегуляции, увеличивая теплоотдачу в результате рефлекторного расширения периферических сосудов, и соответственно усиливая

Витебский государственный технологический университет

кровоснабжение кожи, создает условия, при которых повышается теплоотдача за счет усиления **конвекции и излучения**. Одновременно увеличивается потоотделение, являющееся в этих условиях основным источником теплоотдачи за счет энергии, расходуемой на испарение пота с поверхности кожи.

Усиленное потоотделение может вызвать **охлаждение** тела, что сопряжено с большой нагрузкой на организм. Следовательно, при конструировании, например, изолирующих костюмов, обязательно должны быть предусмотрены **условия выведения тепла из организма**, обеспечивающие оптимальные соотношения путем теплоотдачи и мероприятия по предотвращению или уменьшению притока тепла извне.

В настоящее время большинство исследователей считает, что для наиболее достоверной **диагностики теплового состояния человека** можно использовать совокупность следующих показателей:

- температуру тела,
- средневзвешенную температуру кожи,
- величину теплосодержания,
- скорость теплонакопления,
- частоту сердечных сокращений.

Влияние температуры на работоспособность человека еще полностью не изучено. Однако доказано, что определенные экстремальные уровни температуры снижают работоспособность. Выполнение умеренно сложных операций, например таких, которые связаны с координацией движений рук или со зрительным вниманием, но не требуют физических усилий, возможно при довольно высоких температурах, вплоть до 30°С. Но при возрастании сложности задания, особенно при необходимости физического или умственного напряжения, допустимый максимум температуры снижается.

Можно привести следующие данные:

50°С – терпимо в течение одного часа; намного превышает уровень температуры, благоприятной для умственной и физической деятельности;

30°С - умственная деятельность ухудшается, замедляется реакция, появляются ошибки;

25°С – начинается физическое утомление;

18°С – оптимальные температурные условия;

11°С – минимально допустимый уровень температуры, начинается окоченение органов тела;

18–25°С – наиболее благоприятный интервал температур в летнее время;

17–22°С - наиболее благоприятный интервал температур в зимнее время.

Нормальная влажность воздуха для большинства людей лежит в пределах от 30 до 70 %.

Перегревание человека сопровождается функциональным напряжением сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем, нарушением моторно-секреторной функции желудочно-кишечного тракта. Перегревание человека может привести к резкому снижению физической и умственной работоспособности.

Витебский государственный технологический университет

При продолжительном воздействии высоких температур отдача тепла затруднена, происходит значительное накопление тепла в организме, т.е. увеличение теплосодержания, которое приводит к явлениям теплового перегрева (**гипертермии**). При этом наступает тепловое истощение, характеризующееся мышечной слабостью, утомлением, могут возникнуть болевые судороги ряда мышц в связи с дефицитом соли и недостатком воды.

При наличии ветра больших скоростей увеличивается запыленность воздуха, что способствует загрязнению поверхности тела, снижается потоотделение (вследствие закупорки потовых желез). Нарушается работа сальных желез, кожа становится сухой, менее теплопроводной. Это обусловливает дополнительную нагрузку на аппарат терморегуляции.

Небольшая подвижность воздуха (V=0,5-1 м/с) способствует удалению тепла путем испарения пота. При V=0 слой воздуха, непосредственно соприкасающийся с телом, быстро насыщается влагой и препятствует дальнейшему интенсивному испарению пота. Выделение вместе с потом хлоридов может привести к появлению функционального расстройства нервной системы.

При дальнейшем интенсивном росте температуры тела наступает тепловой удар, он характеризуется внезапной потерей сознания, которому предшествует головокружение, тошнота, рвота. Женщины менее устойчивы к тепловым нагрузкам, чем мужчины. У женщин меньше потоотделение, что обусловливает меньшую теплоотдачу.

При различной температуре кожи человек испытывает различные теплоощущения (табл.4.1).

Таблица 4.1.

Теплоощущения и средняя температура поверхности кожи человека

Теплоощущения	Средняя температура поверхности кожи, °С
1	2
Очень жарко	37
Неприятно жарко	36
Жарковато	35
Нормально	34
Чуть прохладно	33
Холодновато	31
Неприятно холодно	30
Очень холодно	29

Пределом переносимости тепловой нагрузки человеком исследователи считают величину, равную количеству тепла, при котором появляются симптомы теплового перегрева, отнесенные к единице поверхности тела или к одному килограмму массы тела.

Витебский государственный технологический университет

При повышении температуры тела до 38,6-39,0°С появляются рассеянность, беспокойство, спутанность сознания. В состоянии относительного покоя частота сердечных сокращений при этом достигает 130, а при физической работе – 180 ударов в минуту [27].

Исследования показали, что предельно допустимым значением ректальной температуры является 38,6-38,9°С.

Для оценки нагревающего микроклимата в помещении (вне зависимости от периодов года), а также на открытой территории в теплый период года используется интегральный показатель – **тепловая нагрузка среды (ТНС-индекс).**

Тепловое облучение тела человека (< 25 % его поверхности), превышающее 1000 Вт/м^2, характеризует условия труда как вредные и опасные, даже если ТНС-индекс имеет допустимые параметры.

При облучении большей поверхности тела необходимо производить соответствующий пересчет с учетом доли (в %) каждого участка тела: голова и шея – 9 %, грудь и живот – 16 %, спина – 18 %, ноги – 39 %, руки – 18 %.

При облучении тела человека свыше 100 Вт/м^2 необходимо использовать средства индивидуальной защиты (в т.ч. лица и глаз).

Таким образом, сохранение человеком высокой работоспособности и удовлетворительного самочувствия при продолжительном пребывании в индивидуальном снаряжении связано с необходимостью обеспечения постоянной нормализации температурного гомеостаза организма.

Наиболее экономична отдача тепла путем излучения, конвекции и теплопроводности. Охлаждение тела в результате интенсивного потоотделения сопряжено с большой нагрузкой на организм. Следовательно, в каждом конкретном случае необходимо изучать соотношение путей теплоотдачи от организма в окружающую среду, чтобы правильно подбирать условия, которые обеспечили бы сохранение теплового баланса.

4.2. Требования к спецодежде для защиты от повышенных температур. Примеры конструкций

Защита от нагрева и огня является наиболее часто востребуемой функцией специальной одежды. Одежда, защищающая от термических нагрузок, необходима во многих отраслях промышленности, общественных предприятиях и в армии. Среди многообразных видов защитной одежды термозащитное снаряжение занимает третье место.

Условия эксплуатации спецодежды для защиты от повышенных температур определяются факторами производственной среды.

Во избежание чрезмерного (опасного) общего перегревания и локального повреждения (ожог) должна быть регламентирована продолжительность периодов непрерывного инфракрасного облучения человека и пауз между ними. Это предполагает применение спецодежды согласно ГОСТ ССБТ 12.4.176 «Одежда специальная для защиты от теплового излучения», ГОСТ ССБТ 12.4.045 «Костюмы мужские для защиты от повышенных температур» и использование

Витебский государственный технологический университет

средств коллективной защиты от инфракрасных излучений согласно ГОСТ ССБТ 12.3.123 «Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений» (СИЗ предохраняет от острого локального поражения и лишь частично от общего перегревания).

Рекомендуется принимать на работу в нагревающей среде лиц не моложе 25 лет и не старше 40.

Проводятся работы по совершенствованию спецодежды с учетом конкретных условий труда рабочих различных «горячих» профессий. Поставленные задачи по защите человека от повышенных температур решаются путем **создания материалов и конструкций, испытания новых материалов, а также разработки оптимальных конструкций.**

Основными и самыми опасными факторами, отрицательно влияющими на условия труда рабочих в горячих цехах, является инфракрасное излучение, выделяемое в процессе плавки, искры и брызги расплавленного металла и выбросы горячего газа и пламени.

Низкая защитная эффективность спецодежды может привести к ожогам, снижению работоспособности, ухудшению здоровья человека, а инфракрасное излучение в избытке – к катаракте, иммунодепрессии. Поэтому главной задачей проектировщиков спецодежды является улучшение защитных свойств новых моделей одежды.

Одним из существенных недостатков применяемой в настоящее время спецодежды является низкая стойкость ниточных соединений к воздействию повышенных температур. Использование огнестойких арамидных ниток значительно увеличивает стойкость ниточных соединений и срок эксплуатации данного вида спецодежды [13-15].

В соответствии с требованиями стандартов системы безопасности труда, спецодежда для защиты от теплового излучения должна обладать тепловыми свойствами, исключающими возможность нагрева ее внутренней поверхности на любом участке до температуры 40°С при непрерывной эксплуатации более 10 минут. Спецодежда должна обеспечивать показатели теплового состояния человека, не превышающие уровней, приведенных в стандартах (в зависимости от энергозатрат человека) [34].

Тепловое состояние человека оценивается следующими показателями:

- температурой «ядра» тела (ректальной), °С, измеряемой in rectum на глубине 10-15мм;
- средней температурой поверхности кожи, °С, измеряемой в 11 областях поверхности тела;
- влагопотерями, г/ч, определяемыми взвешиванием раздетого человека до и после окончания исследований;
- теплоощущениями в баллах (1 – комфортно, 2 – слегка тепло, 3 – тепло, 4 – жарко, 5 – очень жарко);
- частотой сердечных сокращений в мин.

Специальную одежду для защиты от воздействия высоких температур (200°С и выше) можно разделить на две группы:

Витебский государственный технологический университет

1. Спецодежда, основанная на **пассивных методах** защиты тела человека от повышенных температур, проектирование которой основано на подборе пакетов одежды с теплозащитными свойствами. Однако такая одежда предназначается для эксплуатации в течение пяти-шести минут вследствие метаболизма тепла и выделения углекислого газа в подкостюмное пространство.

Такая одежда не обеспечивает комфорт носки, поскольку большинство видов защитной одежды носится ежедневно в течение 8 часов, а она превращается по сути дела в скафандр, толщина пакета которого 6-8 см. Человек в данной одежде не может работать, т.к. в ней возможно совершать максимум одну-две операции. Для указанной одежды применяют термостойкие материалы.

2. Спецодежда, основанная на **активных методах** защиты тела человека от повышенных температур (системы с **принудительным искусственным охлаждением**). При создании такой одежды в подкостюмное пространство вводят устройства, обеспечивающие съем тепла путем **конвективного или кондуктивного** теплообмена.

К недостаткам кондуктивных систем относят возможность получения травм (ожогов вследствие сильного разогревания воды).

Существуют системы с **локальным охлаждением** с помощью хладагентов (например, использующие охлаждающие панели в специальных карманах). При этом увеличивается теплоотдача с отдельных участков тела, уменьшается скорость накопления тепла в организме человека. Основным недостатком данных систем является утяжеление одежды. Предложены также **комбинированные системы.**

Тенденции развития защитной от нагрева и огня одежды заключаются в следующем:

- повышенное применение высококачественных огнестойких температуроустойчивых волокон и оптимизированных смесей волокон;
- дальнейшее развитие огнезащитной отделки текстильных материалов;
- применение новых материалов;
- создание многослойных конструкций одежды со специальными промежуточными деталями;
- разработка многофункциональных конструкций одежды с комбинированными защитными функциями;
- улучшение комфорта носки без ухудшения защитного действия благодаря легким, эффективным термоизолирующим материалам;
- разработка новых стандартов и соответствующих требований к защитной одежде.

Анализ общих тенденций рынка специальной одежды и разработок в этой области показал, что прежде всего нужно ориентироваться на **выполнение многофункциональных требований**. Например, наряду с повышенным термоизолирующим действием требуется герметичность по отношению к воде и химикатам, контактная защита от электричества и/или надежное антистатическое действие против образования искры зажигания во взрывоопасных зонах.

К новым разработкам в области создания спецодежды с комплексными теплозащитными функциями можно отнести следующие:

Витебский государственный технологический университет

- создание защитной одежды против сильного электромагнитного облучения, например, вблизи мощных антенн с опасностью пробоя дуги;
- разработка экранирующей высокоэффективной защитной одежды для работы с деталями, находящимися под напряжением до 8700 киловольт;
- создание защитной одежды для электромонтеров, работающих на энергообеспечивающих установках, находящихся под напряжением, у которых возможно возникновение экстремально сильного пламени от дуги.

При создании термозащитной одежды требуются новые технические решения, способные разрешить основное противоречие между высоким уровнем защиты и удобством, хорошими эксплуатационными свойствами. Например, существующая сегодня спецодежда для пожарных обеспечивает хорошую защиту от экстремального воздействия пламени, но при этом остается толстой и тяжелой.

Статистические данные свидетельствуют, что большинство тяжелых несчастных случаев у пожарных связано с сосудистой системой, т.к. вследствие чрезвычайно высокого напряжения не в полной мере реализуются нормальные физические ощущения и рефлексы.

Поэтому компактность и небольшой вес термозащитной одежды нужно обеспечить как за счет новых термозащитных материалов, так и новых ее конструкций. В этом плане предложено оснастить защитную одежду различными сенсорами с получением активных элементов с сигнальной системой.

Современное состояние технологии электронной промышленности позволяет дополнять текстильные материалы миниатюрными сенсорами с коммутационными системами и элементами жизнеобеспечения.

4.3. Одежда с вентиляцией

При создании комфортной одежды для труда и отдыха необходимо обеспечивать **управляемый воздухообмен поверхности тела человека с окружающей средой**. Известно, что на интенсивность этого процесса влияет воздухопроницаемость тканей, а также конструктивные особенности одежды, способствующие или препятствующие воздухообмену в системе «человек – одежда – окружающая среда».

В процессе эксплуатации одежды:

1) воздух, нагреваемый телом, расширяется, создавая повышенное давление в пододежном пространстве; он поднимается вверх и стремится под давлением проникнуть в окружающее пространство (технологическую среду) через любую неплотность в одежде. При этом избыточное давление в пододежном пространстве достигает 20 Па, а скорость воздуха при выходе возле шеи составляет 0,4-0,5 м/сек;

2) воздух охлаждается на поверхности внешней одежды; это вызывает циркуляцию воздуха внутри пододежного пространства;

Витебский государственный технологический университет

3) при движениях человека постоянно изменяется объем пододежного пространства, и одежда функционирует как кузнечные меха. В окружающее пространство выбрасывается грязный воздух;

4) из-за разности температур в окружающем и в пододежном пространствах на нижней стороне одежды конденсируется влага – это еще больше снижает воздухопроницаемость текстильных материалов.

Одежда с вентиляцией должна проектироваться так, чтобы обеспечивалось равномерное распределение воздуха по всей поверхности тела, чтобы позволить поту равномерно испаряться со всей поверхности. Вентилируемый воздух должен быть сухим (парциальное давление водяного пара от 5 до 7 *мм рт. Ст.*), его температура должна поддерживаться в пределах 17-28°С.

Для улучшения вентиляционных свойств конструкции проектируют специальные конструктивные элементы для вентиляции пододежного пространства. Как показали исследования, **вентиляционные отверстия** могут быть:

- **щелевидные с застежкой-«молнией»** (в рельефных швах переда, спинки, передних швах рукавов, на передних и задних частях брюк);
- **щелевидные в виде пропусков** (в настрочных и рельефных швах переда и спинки, передних швах рукавов, шаговых швах брюк);
- **ромбовидные отверстия** (в нижней части проймы и вверху шаговых швов брюк);
- **ластовицы специальной конструкции,** терморегулирующие по принципу мехов (в нижней части проймы);
- **отверстия по нижнему краю кокеток** (на переде и спинке, задних частях брюк под коленом).

Щелевидные элементы с застежкой-«молнией» являются наиболее эффективными, по сравнению с отверстиями в виде пропусков в настрочных швах. По сравнению с брюками на притачном поясе лучшая вентиляция в области талии обеспечивается в брюках на бретелях с увеличенной прибавкой на свободное облегание к обхвату талии. Больший воздушный зазор создает кокетка с вентиляционным отверстием, расположенная так, чтобы она опиралась на выступающие точки груди и лопаток.

При выполнении работником движений более теплый и влажный воздух из пододежного пространства вытесняется воздухом внешней среды. Внешний воздух подсасывается в пододежное пространство спецодежды через **входные отверстия**, а пододежный воздух вытесняется во внешнюю среду через **выходные отверстия**.

Общепринятые количественные критерии вентиляции воздуха под одеждой до сих пор не разработаны, в то время как современная одежда по гигиеническим критериям во многих случаях оказывается неэффективной.

В литературе [42] предложены уравнения теплового и влажностного баланса, позволяющие формально рассчитать суммарную площадь любых вентиляционных элементов и открытых отверстий в одежде. Данные уравнения предложены в качестве основы для разработки методики аналитического расчета размеров вентиляционных элементов в спецодежде на этапе проектирования.

Витебский государственный технологический университет

Улучшению пододежной вентиляции способствует увеличение прибавок на свободное облегание, а также создание управляемых во времени и пространстве геометрических параметров воздушной прослойки.

Использование вентиляционных элементов в сочетании с воздушными прослойками позволяет значительно интенсифицировать теплообмен в системе «человек – одежда – окружающая среда».

По данным разных авторов [16, 29], человек в обычной одежде выделяет от 10 до 100 млн. частиц, в т. ч. примерно 0,5-1,5 млн. микроорганизмов. Эти частицы имеют разные размер и характер:

- частицы, переносимые воздухом, размером от десятых микрон до нескольких миллиметров;
- влажно-жировые частицы размером от нескольких микрон до нескольких десятков микрон;
- частицы, несущие бактерии – от нескольких микрон до 10-20 микрон.

Количество частиц зависит от индивидуальных особенностей и здоровья человека, его пола, характера физических нагрузок, времени суток .

Современная практика выбора текстильных материалов и конструкции одежды для **чистых помещений (ЧП)** предусматривает **максимальную закрытость пододежного пространства.**

Главной функцией одежды для ЧП является **защита технологической среды и производимого продукта** от загрязнений, которые продуцирует человек. Загрязнения должны остаться внутри одежды, в пододежном пространстве и на внутренней поверхности одежды.

Для гармонизации барьерных и физиолого-гигиенических свойств такой одежды предложено включать в конструкции одежды **вентиляционные фильтрующие устройства** и использовать **многослойные системы одежды и системы одевания**. Требования к конструкции такой одежды очень специфичны. Дизайн одежды должен обеспечить максимальную замкнутость пододежного пространства, предотвратить массообмен с наружным воздухом. Естественные **зазоры** в одежде у шеи и особенно кистей рук, а также в области **застежек** должны быть эффективно уплотнены.

Под **комфортностью одежды** в данном случае следует понимать достаточный отвод от тела человека влаги (пота), тепла, углекислого газа, обеспечение конвекции воздуха в пододежном пространстве, обеспечение вентиляционного процесса.

4.4. Требования к летней одежде

При эксплуатации одежды в условиях повышенной температуры и солнечной радиации основной задачей является уменьшение потока радиации на поверхность тела человека. Это может быть достигнуто:

- применением материалов с **низкой теплопроводностью**;
- использованием материалов, **максимально отражающих солнечные лучи** (например, металлизированных), но имеющих необходимую воздухопроницаемость;

Витебский государственный технологический университет

- подбором **цвета** материалов (белый цвет больше отражает поток лучистой энергии, чем окрашенный материал).

Для поддержания теплового баланса организма человека в условиях нагревающей среды необходимо испарение влаги с поверхности тела и верхних дыхательных путей. Поэтому при проектировании одежды с целью повышения испарения выделившегося пота стремятся к тому, чтобы одежда не прилегала плотно к телу человека.

С этой целью обеспечивают образование воздушного слоя вокруг тела, способствующего испарению влаги непосредственно с кожи. Образующийся слой водяного пара между кожей и одеждой уменьшает воздействие солнечной радиации. Выполнить это требование можно с помощью выбора необходимой прибавки на свободное облегание.

Пододежное пространство должно вентилироваться за счет материалов (B≥330-370 дм^3/(м^2·с) и конструкции. Материалы одежды должны быть гигроскопичны (W≥7%), легко впитывать и отдавать влагу в окружающую среду, быть влагоемкими, легко впитывать пот препятствовать его стеканию, т.е. увеличивать эффективность влагопотерь.

Для работающих в жарком сухом климате рекомендуется двухслойная одежда (белье + верхняя одежда), это уменьшает нагревающее действие внешней среды и загрязнение верхней одежды выделившимся потом.

Таким образом, для защиты человека от теплового воздействия необходимо:

- **разработать материалы**, уменьшающие внешнюю тепловую нагрузку;
- создать рациональные конструкции одежды, обеспечивающие во-первых, **съем тепла с поверхности тела** и, во-вторых, **уменьшающие приток тепла извне** путем использования рациональной конструкции пакета материалов, а также обоснованного расположения различного рода защитных **накладок**;
- применять при проектировании спецодежды **системы принудительного искусственного охлаждения.**

5. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БЫТОВОЙ ОДЕЖДЕ

Современная одежда является **многослойной**, состоящей из пакета материалов, каждый слой которого осуществляет последовательную фильтрацию воздуха. Поскольку одежду можно рассматривать как **систему**, обеспечивающую комфортность, возможно представление варианта данной системы в виде **трех компонентов**:

- **нижнее белье;**
- **промежуточная одежда;**
- **верхняя одежда.**

Белье покрывает примерно 80% поверхности тела человека, оказывает непосредственное влияние на температуру и деятельность кожного покрова. За

Витебский государственный технологический университет

день с поверхности кожи человека выделяется до 40 г кожного сала и 0,5 – 1 л пота. В жаркое время года выделение пота увеличивается до 5 – 6 л в сутки.

Основная функция белья – поглощать и отводить от тела влагу (пот) и тепло, а также поглощать и задерживать жировые и микробные выделения.

Поскольку большую часть загрязнений составляют **влажно-жировые частицы**, особое значение имеет выбор текстильных материалов для белья. При загрязнении тканей их воздухопроницаемость падает почти на 20%, масса увеличивается на 12%, толщина – на 28%, повышается теплопроводность.

Из современных материалов наиболее подходящими являются двухслойные трикотажные материалы, так называемый интегрированный трикотаж. В них один слой состоит из гидрофобных ультратонких синтетических нитей. **Этот слой прилегает к телу, поглощает и транспортирует влагу ко второму слою.** Второй слой образован гидрофильными волокнами. **Из этого слоя происходит испарение влаги.** Тело человека остается сухим. Конструкция белья должна обеспечивать хороший контакт трикотажа с телом. При этом конструкция текстильного материала должна обеспечивать переменный контакт с телом (на 30 – 50% его поверхности).

История нижнего белья и купальных костюмов основывается на «тройственном» союзе – моды, санитарии и гигиены, причем вначале тон задавала мода, а соображения целесообразности и здоровья для европейцев оставались на втором месте. Нижнее белье – специальная нательная рубаха – впервые появилось в Росси в X веке.

Бюстгальтер, первоначально в форме корсета, появился в XIV веке в Испании. Он мало чем походил на современное корсетное изделие и скорее напоминал железную клетку. Корсет сдавливал циркуляцию крови в организме женщины и являлся причиной ранней чахотки – девочек с 9 лет заставляли облачаться в него.

Женщина XIX века носила до 20 предметов белья: нижняя юбка, панталоны, корсет, корсетный лиф, нижняя юбка кружевная, нижняя юбка из тафты, нижняя юбка для шуршания. В начале XX века бюстгальтер был отделен от корсета и запатентован в 1914 г.

Благодаря лайкре бюстгальтер стал мягким и в то же время скрывающим мелкие недостатки фигуры. В настоящее время на рынке большой ассортимент моделей и конструкций данного предмета белья. Однако не все изделия отвечают главным гигиеническим требованиям – форма чашечек обязательно должна быть такой, чтобы прикрывать сосковые точки фигуры, причем на их уровне не должно быть швов.

Прочную поддержку бюсту должны обеспечивать удобные бретели и боковая часть стана. Более глубокие чашечки способствуют уменьшению давления на мышцы грудной клетки.

Нижнее белье используется также и в лечебных целях. Например, бюстгальтер, чашечки которого дублированы фитопакетом, в состав которого входят целебные травы (до 22 компонентов). Выделяемые компонентами эфирные соединения очень активны и легко проникают через тонкую кожу груди в капиллярно-лимфатическую систему молочных желез.

Витебский государственный технологический университет

Помимо бюстгальтеров на основе трав спроектированы пояса различного назначения.

Разработаны изделия, в материалы для изготовления которые внедрены биотехнические препараты, (бюстгальтер, пояс, пижамные брюки, постельное белье). Эти современные материалы, получают из разнообразного природного биосырья, используемого в фармакологии, измельченного с помощью высоких технологий на супермелкие частицы. Такие материалы излучают биоволны, обладающие мощным положительны воздействием на человеческий организм и не имеющие побочных эффектов. Они оказывают оздоравливающее воздействие на различные органы людей с различными заболеваниями.

Бюстгальтер стал неотъемлемой частью **купального костюма**. В начале XX века купальник представлял собой как бы легкое платье без длинной юбки. Вместо нее взорам публики предстали элегантные штанишки: панталоны, шаровары. Мужчины начинали с обтягивающих комбинезонов из хлопчатобумажной трикотажной ткани, промышленное производство которой возникло в конце XIX столетия. Значительные изменения купальный костюм претерпел в 30-е годы XX века. Тогда появились прообразы современной «водной одежды»: закрытые (цельные) и открытые (раздельные) женские купальники. Материалы для изготовления мужских плавок использовались только натуральные, поскольку синтетических тогда не существовало.

В середине XX века появились бикини, которые в настоящее время наряду с закрытыми купальниками стали стандартной «формой» участниц различных конкурсов красоты. Почти за полвека существования бикини менялись не только материал, из которого их изготавливали, но и его фактура, колористическое оформление, покрой, силуэт бюстгальтеров и плавок.

Главное требование, которое предъявляют к современным купальным костюмам, – **комфорт**: купальник должен соответствовать фигуре и при этом быть приятным для кожи, обладать высокой экологической и гигиенической безопасностью.

Большое значение сегодня придается материалам, из которых изготавливаются купальники. Модели известных марок создаются только из высокотехнологичных материалов, в состав которых входит лайкра и микрофибра.

В современных купальных костюмах активно применяется так называемый тактиль, который используется для производства спортивной одежды и элитного нижнего белья и по своим качествам намного превосходит обычный трикотаж, хотя на ощупь мало чем от него отличается.

К новым разработкам можно отнести:

- **купальники с коррекцией фигуры**; материалы для таких изделий обладают утягивающими свойствами, но при этом не дают ощущения сдавленности и усталости;
- купальные костюмы, у которых при соприкосновении с морской водой сходит краситель и изделие становится абсолютно **прозрачным**, а то и вовсе исчезает, растворяется без остатка;

Витебский государственный технологический университет

- материал, **не пропускающий ультрафиолет**; не намокает и не просвечивается; чаще бывает светлых тонов – белого, реже бледно-голубого или бледно-розового.

Функция промежуточной одежды – снизить загрязняющую нагрузку на верхнюю одежду, увеличить сорбционную емкость пододежного пространства по отношению к частицам, переносимым воздухом, обеспечить дальнейший транспорт тепла и влаги к верхней одежде.

Особенно важно наличие промежуточного слоя на плечах и в области подмышек. В этих местах наиболее вероятна миграция частиц волокон и других твердых частиц к внешней поверхности одежды при механическом трении кожи и тканей друг о друга.

Промежуточная одежда также способствует **регулированию объема пододежного пространства и циркуляции воздуха** в нем. Этим снижаются вредные физиологические воздействия на человека.

Чтобы обеспечить циркуляцию воздуха, покрой и конструкция промежуточной одежды должны создавать прилегание в области талии.

Воздухопроницаемость промежуточной одежды может быть достаточно высокой (70 – 200 $дм^3/см^2 \cdot с$).

Основная функция верхней одежды – служить барьером для проникновения вредных частиц в пододежное пространство и из него в окружающую среду.

Верхнюю одежду изготавливают из достаточно плотных материалов. Конструкция верхней одежды должна обеспечивать направленную циркуляцию воздуха в пододежном пространстве и регулируемую вентиляцию.

Верхняя одежда должна быть достаточно объемной, иметь хорошее прилегание в области шеи и запястий. По линии талии одежда должна прилегать к промежуточной одежде. Это обеспечит в пододежном пространстве два объема для циркуляции воздуха – верхний и нижний.

Таким образом, внутренняя система одежды выполняет функции буфера, транспортного устройства и фильтра для тепло- и паровыделений, также частиц более 0,5 мкм перед выходом влажного теплого воздуха из пододежного пространства.

При проектировании бытовой одежды различного ассортимента предметом изучения являются физиолого-гигиенические требования, предъявляемые к ней.

Гигиенические свойства одежды зависят от ее загрязняемости.

Загрязнение одежды происходит изнутри (жидкими и газообразными продуктами жизнедеятельности кожи) и снаружи (от внедрения пыли и загрязняющих веществ).

Различают загрязнение одежды:

- **механическое** (пыль, грязь),
- **химическое** (газы),
- **бактериальное**.

Витебский государственный технологический университет

Загрязняемость одежды зависит от структуры поверхности самой одежды. Меньше загрязняется одежда с гладкой поверхностью. Различные подрезы, рельефы, сборки, складки, накладные карманы увеличивают загрязняемость одежды.

Определенную роль играет **газопоглощаемость** тканей. Величина поглощения газов зависит от их концентрации и влажности ткани. Шерстяные ткани поглощают газов больше, чем хлопчатобумажные, и медленнее их выделяют. Способность тканей сорбировать газы (пары) из воздуха зависит также от структуры ткани и характера ее обработки.

Одежда и белье, помимо механического и химического загрязнения, подвергаются загрязнению микроорганизмами и паразитами.

Через загрязненную одежду могут предаваться брюшной тиф, дизентерия и другие инфекции. Опасность такой передачи определяется длительностью выживания микроорганизмов на ткани. Ввиду эпидемической опасности зараженной одежды ее необходимо дезинфицировать.

Липофильные свойства волокон предопределяют способность тканей удерживать запахи и плохо отстирываться. Стирка обычными средствами позволяет снизить бактериальную загрязненность, например, капроновых чулок лишь на 10 %.

Для гигиенической оценки одежды из тканей на основе химических волокон чрезвычайно важна **химическая стабильность текстильных материалов**. Полимерные материалы могут выделять некоторые вредные вещества (незаполимеризовавшиеся мономеры и другие исходные продукты синтеза). Помимо того, в воздух и воду из массы полимера могут мигрировать растворители, стабилизаторы, теплоносителя, антиэлектростатические препараты и другие вещества, использованные в процессах получения, формирования, отделки волокон и тканей.

В одежде из синтетических тканей в пододежном пространстве образуется область повышенной влажности, в такой одежде быстро наступает перегревание, особенно летом. Не успевающий испариться пот накапливается на коже, и при трении одежды могут возникнуть потертости и раздражения.

Зимой, когда относительная влажность воздуха в помещении мала, дает о себе знать **статическое электричество**. Оно вызывает ощущение покалывания, одежда прилипает к телу. При этом меняется ритм сердечных сокращений, появляется склонность к спазмам сосудов, изменению артериального давления, развивается утомление, возникает головная боль.

Статическое электричество влияет и на свойства ткани – она притягивает к себе пыль и микрофлору. Гигиенические свойства такой ткани резко снижаются.

В нашей стране осуществляется строгий гигиенический контроль за качеством синтетических материалов, предназначенных для одежды. Образцы тканей подвергаются сложным исследованиям.

При гигиенической оценке химически стабильных тканей проводятся **токсикологические исследования** с применением специфических и чувствительных тестов. Непосредственный контакт одежды с кожей заставляет изучать

Витебский государственный технологический университет

реакцию кожи лабораторных животных на воздействие водных вытяжек из образцов тканей. Это исследование ставит своей задачей выявление местного раздражающего и сенсибилизирующего действия. Кожные реакции на вытяжки из тканей исключают применение исследуемой ткани.

Окончательным этапом токсикологических исследований становится изучение кожно-резорбтивного действия, т.к. некоторые вещества (например, фосфорорганические) оказывают общее токсическое действие при попадании на кожу без местной кожной реакции.

6. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОДЕЖДЕ ДЛЯ ДЕТЕЙ

6.1. Общие требования к одежде для детей

Детская одежда должна отвечать ряду специфических требований. У детей кожа тоньше и нежнее, чем у взрослых, более подвержена влиянию окружающей среды, содержит больше кровеносных сосудов.

У взрослого человека на один килограмм массы приходится 221 см^2 площади тела, у детей: 15 лет – 378 см^2, 10 лет – 423 см^2, 6 лет – 456 см^2, новорожденных – 707 см^2.

Вследствие изменения соотношений между площадью тела и его массой, а также более быстрого кругооборота крови, в детском организме обусловливается **повышенная теплоотдача**.

Особенности терморегуляции детского организма создают возможности более легкого, чем у взрослого, нарушения теплового состояния, **как в сторону перегревания, так и охлаждения**.

Следует учитывать и то, что дети обладают большой подвижностью, у них слабо развиты мышцы, поэтому они быстро утомляются.

В детской одежде различают три слоя: белье, платье (или костюм) и верхнюю одежду.

Требования к конструкции одежды различны в зависимости от ее назначения.

Охлаждение организма, как и **накопление излишнего тепла**, особенно при неблагоприятных погодных условиях (в зоне так называемых «нулевых температур»), ведет к ухудшению его функционального состояния, снижению сопротивляемости, что способствует возникновению заболеваний.

Пот увлажняет одежду, в результате чего ее теплозащитные свойства существенно снижаются, резко возрастают теплопотери в окружающую среду и может наступить как бы вторичное охлаждение организма.

Верхняя зимняя одежда должна достаточно **плотно прилегать** к нижележащим слоям одежды и иметь возможно более замкнутую конструкцию для предохранения от проникновения холодного воздуха под одежду.

Летняя одежда, особенно предназначенная для жаркой погоды, должна быть свободной, обеспечивая хорошую **вентиляцию** пододежного пространства.

Витебский государственный технологический университет

Оптимальные условия использования обычной зимней одежды с учетом погодных условий, уровня двигательной активности и общего числа слоев одежды в области туловища приведены в таблице 6.1.

Общими для любой детской одежды являются следующие требования: **легкость, мягкость, удобный покрой, исключающий сдавливание поверхности тела, отсутствие вредного воздействия на организм ребенка.**

Таблица 6.1.

Рекомендации к использованию обычной зимней верхней одежды во время прогулки детей в зависимости от погодных условий с учетом двигательной активности [18]

Погода	Вид деятельности	Верхняя одежда	Общее число слоев
1	2	3	4
+3-3°, ветер до 2 м/с	Спортивные занятия (подвижные игры)	Лыжный костюм	3
Ветер 3-7 м/с	"	Лыжный костюм, ветрозащитная куртка	4
+3-3°, ветер до 2 м/с	Игры средней подвижности	Утепленная куртка с брюками	3
Ветер 3-7 м/с	"	"	4
-4-10°, ветер до 2 м/с	"	Стандартное зимнее пальто или шуба	4-3
Ветер 3-7 м/с	"	"	5-4
-11-15°, ветер до 2 м/с	"	"	5-4
Ветер 3-7 м/с	Подвижные игры, интенсивная ходьба	"	5-4
-16-20°, ветер до 2 м/с	"	"	5-4
Ветер 3-7 м/с	"	Шуба	5

Тесная и тяжелая одежда, сдавливающая кожные покровы и находящиеся в них кровеносные и лимфатические сосуды, приводит к ухудшению питания соответствующих органов и тканей.

Так, сдавливание грудной клетки понижает функцию внешнего дыхания, брюшной полости – органов пищеварения и т.п. Ношение девочками-подростками тесных бюстгальтеров приводит к патологическим изменениям грудных желез и т.д.

Витебский государственный технологический университет

Неблагоприятное воздействие на кровообращение оказывает использование в области конечностей тесных манжет и резинок. Длительное ношение такой одежды может привести к нарушению роста и развития организма.

Уровень физической активности организма ребенка в значительной мере зависит от его теплового состояния. Для нормальной работы организма и оптимальных теплоощущений необходимо **состояние теплового равновесия**, т.е. в каждый данный момент **теплоотдача должна быть равна теплопродукции**. Для обеспечения этого равновесия организму, как правило, не требуется выраженного напряжения физиологических механизмов, что определяет состояние теплового комфорта.

В **холодное время года**, во время пребывания детей на открытом воздухе возрастает **роль одежды** в поддержании состояния теплового комфорта. При условии соответствия одежды метеорологическим условиям эксплуатации и виду деятельности прогулка будет способствовать укреплению здоровья ребенка, оказывать закаливающее воздействие.

В связи с указанными особенностями организма детей, одежда для них должна быть **более теплой и легкой** по сравнению с одеждой для взрослых. Детская одежда должна быть более **свободной, не стеснять движений ребенка, не нарушать кровообращения**.

Особенно важными для детей являются такие свойства одежды, как защита кожных покровов от загрязнений и механических повреждений и обеспечение комфортного теплового состояния организма путем создания вокруг него оптимального микроклимата.

В холодный период года, продолжающийся на значительной территории нашей страны несколько месяцев, дети большую часть времени проводят в помещении.

Во избежание охлаждения или перегрева одежда детей в помещении должна соответствовать температуре воздуха и обеспечивать возможность закаливающего эффекта (за счет обнажения части поверхности тела).

В результате исследований теплового состояния детей дошкольного возраста установлено, что **комфортное тепловое состояние** при изменении температуры воздуха обеспечивается соответствующими **наборами предметов одежды**. Например, тепловой комфорт детей в одежде, предназначенной для помещений, зависит от возрастной группы, состояния здоровья ребенка и температуры воздуха в помещении (таблица 6.2).

Таблица 6.2.

Рекомендации по использованию одежды для детей, предназначенной для помещений [39]

tв, °С	Возрастная группа							
	ясельная		мл.школьная		ст. школьная		подростковая	
	зд.	ч.б.	зд.	ч.б.	зд	ч.б.	зд.	ч.б.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16-17	З	Н/д	Ж	Н/д	Е	З	Д	Е
18	Ж	Н/д	Е	З	Д	Ж	Г	Д
19	Е	З	Д	Ж	Г	Е	Г	Г

Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	Д	Ж	Г	Е	В	Д	В	Г
21	Г	Е	В	Д	В	Г	В	В
22	В	Д	В	Г	Б	В	Б	Б
23	В	Г	Б	В	Б	Б	А	Б
24	Б	В	А	Б	А	А	А	А

Примечание: в таблице 6.2 используются обозначения: **зд.** – здоровые дети; **ч.б.** – часто болеющие дети.

Предметы одежды:

А – хлопчатобумажные майки и трусы или легкое платье с короткими рукавами, носки; босоножки;

Б – х/б белье легкое, платье легкое с короткими рукавами, носки, босоножки;

В – х/б белье, платье из тонких х/б тканей с длинными рукавами, гольфы, босоножки;

Г – х/б белье, платье с длинными рукавами, колготы, босоножки;

Д – белье х/б, платье полушерстяное (п/ш) с длинными рукавами, колготы, босоножки;

Е – белье х/б, платье с длинными рукавами чистошерстяное (ч/ш), тонкая трикотажная кофта, колготы п/ш, туфли;

Ж – белье утепленное, платье ч/ш с длинными рукавами, толстая трикотажная кофта, колготы п/ш, туфли;

З – белье утепленное, шерстяное платье с длинными рукавами, две кофты или кофта и жилет, колготы п/ш, носки, туфли;

Н/д – запрещается пребывание в комнатной одежде.

6.2. Гигиеническая характеристика материалов, используемых для изготовления детской одежды

Комфортность состояния и самочувствие ребенка в большой степени зависят от свойств материалов, из которых изготовлена одежда, особенно контактирующая с кожными покровами. Для детской одежды разрешается использовать ткани, произведенные из натуральных волокон, а также с добавкой химических волокон, но в строгом соответствии с требованиями санитарных норм и правил.

Так, в материалах, из которых изготавливают **белье**:

- для новорожденных, детей ясельного, младшего, дошкольного возраста (до 30 размера) не должно быть синтетических волокон (ПЭ – лавсан, ПАН – нитрон, ПА – капрон)_ и ацетатных волокон;
- для детей более старшего возраста одежда может быть выполнена из «капровискозного» полотна и полотна из хлопколавсановой пряжи, но с содержанием капрона и лавсана на более 40 %;

Витебский государственный технологический университет

- из хлопчатобумажного полотна с капроновой нитью и ластик (не более 28 %).

Для производства **летней и зимней одежды (2 слой)**:

- для новорожденных, детей ясельного возраста запрещается применение синтетических тканей;

- для дошкольников и школьников содержание синтетических и искусственных волокон в тканях должно быть не более 35-40 %;

- для детей старшего школьного возраста при изготовлении верхних трикотажных изделий допускается применение как чистых синтетических волокон, так и в сочетании с натуральными и искусственными.

В третьем слое утепленной одежды для детей:

- младшего ясельного возраста используются только натуральные материалы;

- в других возрастных группах допускается применение материалов, содержащих до 50 % синтетических и искусственных волокон.

В качестве **подкладки** для третьего слоя применяются только натуральные ткани.

При изготовлении одежды для детей ясельного, дошкольного и младшего школьного возраста (до 40 размера) не допускается использование синтетических швейных ниток.

Важно, чтобы одежда не закупоривала кожу от проникновения воздуха для нормальной ее деятельности. Тесная одежда препятствует нормальному течению жизненных функций организма: затрудняет дыхание, пищеварение, лимфо- и кровообращение, может способствовать нарушению правильных форм тела в младшем возрасте, когда скелет наиболее податлив механическим воздействиям.

Сужение сосудов значительной части тела дает дополнительную нагрузку сердцу, что сказывается на всех органах тела, работающих при излишнем напряжении кровяного давления. Поэтому стесняющие тугие пояса, лифы, стягивающие грудную клетку, высокие тесные воротнички исключаются.

Слишком длинная одежда, как и тесная, затрудняет движение и делает детей неуклюжими.

Дети различных возрастных групп имеют разные размеры и пропорции тела. Основная масса одежды при правильном покрое ложится на плечи и обеспечивает правильное распределение тяжести. Необходимо учитывать массу одежды, т.к. тяжелая одежда утомляет ребенка, мешает быть активным.

Гигиенические свойства материалов, применяемых для изготовления одежды, определяются структурой (толщина, плотность, характер переплетения нитей) и специфическими особенностями исходных волокон.

Для того, чтобы одежда выполняла свое назначение и **способствовала укреплению здоровья детей**, она должна удовлетворять ряду гигиенических требований. Однако не может быть единых требований к одежде и тканям, ее составляющим, безотносительно к их конкретному назначению.

Так, **бельевые ткани** и **ткани легких платьев**, близко прилегающие к коже, должны обладать высокой **воздухо- и паропроницаемостью**, хорошей

Витебский государственный технологический университет

гигроскопичностью для того, чтобы не препятствовать удалению из пододежного пространства углекислого газа, пота и ряда других продуктов обмена, выделяемых кожей.

Для изготовления детского белья и легкого платья незаменимы тонкие, мягкие **хлопчатобумажные и льняные ткани** (батист, полотно, ситец, сатин и т.п.). Они отличаются сравнительно небольшой пористостью, что определяет их высокую теплопроводность и низкие теплозащитные свойства. Такие ткани обладают хорошей гигроскопичностью (20%), высокой воздухо- и паропроницаемостью, хорошей смачиваемостью (гидрофильность их свыше 90%). Светлые льняные и хлопчатобумажные ткани хорошо пропускают ультрафиолетовую радиацию.

Более толстые х/б ткани: байка, фланель, вельвет, шотландтка и т.п. - имеют большую пористость, за счет чего теплозащитные свойства их значительно выше, чем тонких. Воздухопроницаемость, наоборот, существенно ниже (100 $дм^3/м^2с$). Гигроскопичность и паропроницаемость несколько ниже по сравнению с тонкими тканями, но достаточно высоки (15%). Эти ткани рекомендуется использовать при изготовлении легкой детской одежды, предназначенной для помещений в холодный период года или прогулки в прохладные дни в теплое время.

Шелковые ткани чаще всего легче и мягче хлопчатобумажных. Гигроскопичность шелковых тканей лишь несколько ниже, чем у х/б, воздухопроницаемость достаточно высока. Эти ткани менее сминаемы, за счет чего имеют лучший внешний вид. Их рекомендуется использовать для нарядной детской одежды.

Шерстяные ткани имеют, как правило, значительную толщину и пористость, что обеспечивает им высокие теплозащитные свойства. Этому же способствует и хорошая упругость шерстяных тканей.

Гигроскопичность шерсти выше, чем у хлопка, льна и шелка. Быстро поглощая влагу, шерсть медленно ее отдает, что затрудняет частую стирку соответствующих изделий. Прочность их значительно ниже, чем х/б. Шерстяные ткани, благодаря высоким теплозащитным свойствам, рекомендуется использовать для изготовления детской верхней одежды, предназначенной для холодного времени года.

Для **верхней одежды** высокая воздухопроницаемость крайне нежелательна, т.к. приводит к резкому падению теплозащитных свойств одежды даже при небольшом ветре. Гигроскопичность верхней одежды также должна быть **небольшой**, чтобы одежда возможно меньше адсорбировала водяные пары из атмосферы.

Синтетические волокна получают из синтетических высокомолекулярных соединений, в связи с чем состоящие из них материалы называют также **полимерными**. Эти волокна имеют определенные положительные качества. Так, полиэфирное волокно (лавсан), обладая хорошей упругостью и малой сминаемостью, обеспечивает соответствующим тканям высокие теплозащитные свойства, почти не уступающие шерсти.

Витебский государственный технологический университет

Объемная синтетическая пряжа (полиакрилонитрильное волокно), за счет видоизмененной, очень рыхлой структуры, отвечает необходимым гигиеническим требованиям и создает теплозащитный эффект, также не уступающий шерсти.

Полиамидное волокно (капрон), ввиду своей высокой прочности, повышает износоустойчивость ткани, что особенно ценно для верхней одежды [18].

Степень неблагоприятного влияния **химических веществ** на организм ребенка выражена значительно больше, чем на организм взрослого, так как растущий организм характеризуется своеобразием защитно-адаптационных механизмов, их относительной незрелостью. Поэтому полимерные материалы, предназначенные для детей, должны отвечать особенно высоким требованиям.

Ткани из синтетических волокон, особенно из полиамидных, имеют ряд существенных недостатков: обладая очень низкой гигроскопичностью (0-5%), они гидрофобны и липофильны. В связи с этим жировые вещества, выделяемые кожей, поглощаясь волокнами, закупоривают поры ткани, что ведет к ухудшению ее гигиенических свойств и, в первую очередь, резкому снижению воздухо- и паропроницаемости.

Поэтому использование синтетических волокон для изготовления предметов одежды, близко соприкасающихся с кожными покровами ребенка (белье, легкое платье), совершенно **недопустимо**.

Низкие сорбционные свойства химических материалов (за исключением вискозных) способствуют накоплению электрических зарядов на поверхности изделий, значительно превышая допустимые уровни напряженности электрического поля.

Кроме того, при деструкции основные виды синтетических и искусственных материалов выделяют в окружающую среду ряд химических веществ (акрилонитрил, этиленгликоль, метиленхлорид, уксусная кислота и др.), представляющие собой потенциальную опасность для организма ребенка.

В связи с неблагоприятными как физическими, так и химическими свойствами синтетических волокон, использование в большинстве изделий ассортимента тканей для детской одежды **со 100% вложением синтетических волокон недопустимо.**

Неблагоприятное воздействие на растущий организм могут оказывать и некоторые вещества (**аппреты**), используемые промышленностью для отделки и улучшения внешнего вида тканей.

Поэтому **использование аппретов, обладающих токсическим действием, при производстве материалов, предназначенных для детской одежды, недопустимо**.

Синтетические волокна могут использоваться при изготовлении детской одежды лишь **в смеси с натуральными, при строгой регламентации процентного вложения** в материалы для одежды различного назначения.

Более желательно использовать примеси синтетических волокон не в тканях, а в **трикотажных полотнах,** поскольку структура последних обеспечивает относительно благоприятные физико-гигиенические свойства материала.

Витебский государственный технологический университет

Трикотажное полотно по сравнению с тканью из тех же волокон обладает рядом положительных гигиенических свойств. Благодаря петлистой, высокопористой и воздушной структуре, оно имеет высокую воздухо- и паропроницаемость, низкую минимальную водоемкость (около 40%), большую гибкость и мягкость. При этом трикотажное полотно обеспечивают одежде более высокие теплозащитные свойства, чем ткань.

Наиболее высокими теплозащитными свойствами обладают **натуральный мех** и различные материалы, применяемые в зимней одежде в качестве утеплителя (в том числе искусственный мех). Благодаря наличию мездры, мех имеет низкую воздухопроницаемость. Влагоемкость его также невелика. Недостатком является его тяжесть (овчина), невысокая прочность (кролик, белка).

6.3. Гигиенические требования, предъявляемые к детской одежде в разные сезоны года

Летняя одежда. Летом в зависимости от метеорологических условий дети носят одно- или двухслойную одежду. **Первый слой одежды** составляет **белье** (рубашка без рукавов или майка, трусы). **Второй** – легкое платье (для девочки – **платье** или **юбка с блузкой**, для мальчиков - короткие штанишки и рубашки). В прохладную погоду возможно ношение дополнительного **третьего слоя** – трикотажной кофты либо свитера, колгот.

Белье не должно препятствовать удалению из пододежного пространства (между кожей и внутренним слоем одежды) продуктов обмена веществ, в противном случае нарушается нормальное кожное «дыхание» и нормальная деятельность организма.

Для этого бельевые ткани должны быть мягкими, тонкими, иметь высокую воздухопроницаемость (200 – 500 $дм^3/м^2с$), хорошую гигроскопичность (20%), высокую паропроницаемость (около 90%) и смачиваемость (гидрофильность). Они должны быстро высыхать.

Белье должно иметь свободный покрой, не сдавливать кожу ребенка, не иметь толстых рубцов. В трусах и ночной одежде резинка должна вдеваться только сзади.

Перетягивание верхней части живота тугими резинками, ремнями, корсажами может вызвать нарушение координации движения мышц, поддерживающих позвоночник, и способствовать появлению сколиоза, кифоза.

Кроме того, стягивание резинками талии, кистей рук нарушает кровообращение, создает застой крови в капиллярах кожи, ограничивает ее питание. Длительное воздействие резинки создает условия для расширения вен. Поэтому при ношении колготок (рейтуз, курточек и т.п.) необходимо соблюдать следующее правило: резинку, стягивающую талию ребенка, делать слабой, чтобы она лишь слегка прилегала к телу ребенка, не давила и не стягивала бы кожи.

Трикотажное хлопчатобумажное белье имеет ряд преимуществ (высокая мягкость, высокие показатели воздухо- и паропроницаемости), но в связи с тем, что оно более плотно прилегает к коже, чем ткань, и при потоотделении легко

Витебский государственный технологический университет

легко прилипает к ней, его не следует использовать при высокой температуре воздуха.

Ночью ребенок должен спать в длинной свободной ночной рубашке (до пят) или пижаме с мягкой, свободной резинкой. Детское белье рекомендуется изготовлять из светлых, лучше всего белых тканей.

В материалах, используемых для изготовления **белья для новорожденных, ясельного и дошкольного возраста детей**, запрещено использовать капровискозное полотно и полотно из хлопколавсановой пряжи с содержанием капрона и лавсана более 40%, а также хлопчатобумажное полотно в сочетании с капроновой текстурированной нитью эластик (не более 23%).

Легкие платья. Как и белье, платья должны иметь свободный покрой, с короткими рукавами (без резинки или манжеты) или без рукава со свободным вырезом у шеи. Горизонтальные членения желательно проектировать выше или ниже линии талии – это обеспечивает большую свободу движений.

Юбка должна быть широкой и короткой (выше колен). Юбка, брючки, шорты должны удерживаться широкими бретелями. Недопустимы стягивающие резинки, пояса и т.п.

Цвет в летней одежде должен быть светлый, т.к. светлые ткани хорошо пропускают ультрафиолетовые лучи, необходимые для здоровья ребенка, и отражают тепловые. В условиях юга, где резко повышена ультрафиолетовая радиация, более целесообразна одежда красного и голубого цвета, т.к. она в меньшей степени, чем белая, пропускает ультрафиолетовые лучи.

Ткани, используемые для летних платьев, должны быть также, как и бельевые, мягкими, обладать высокой воздухо- и паропроницаемостью, высокой теплопроводностью, должны хорошо стираться и гладиться, не теряя при этом своих качеств (х/б и льняные ткани – ситец, сатин, батист и т.п.). В жаркую погоду для постоянной носки не рекомендуются шелковые ткани.

В летней одежде для детей новорожденных и ясельного возраста запрещается использование материалов с добавлением синтетических волокон. Для изготовления детской одежды первого слоя до 30 размера включительно рекомендуется использовать натуральные ткани.

Зимняя одежда. Защищая ребенка от переохлаждения, одежда не должна препятствовать нормальной жизнедеятельности организма: теплоотдаче, газообмену, испарению влаги, возможности двигаться и др.

Степень утепления детской одежды должна быть прямо пропорциональна охлаждающему воздействию среды (в первую очередь температуре и скорости движения воздуха) **и обратно пропорциональна энергозатратам.**

Зимняя одежда **многослойна**: белье, платье, трикотажная кофта, колготы; на улице – дополнительно свитер, рейтузы, верхняя одежда. Каждый новый слой в одежде увеличивает ее теплозащитные свойства и одновременно утяжеляет ее. При этом **эффективность каждого последующего слоя одежды (считая от поверхности тела) меньше предыдущего**.

Так, у ребенка, находящегося в помещении, температура кожи в области туловища повышается за счет увеличения слоев одежды с двух до трех примерно на 1,5 градуса, а с трех до четырех – только на 0,5 градуса. Во время прогул-

Витебский государственный технологический университет

ки наиболее существенный теплозащитный эффект дает добавление к одежде четвертого слоя (белье, платье, трикотажная кофта, верхняя одежда). Пятый слой, например, еще одна кофта, оказывает значительно меньший эффект, а шестой – практически его не имеет, при этом ограничивается подвижность ребенка. Следовательно, излишне многослойная и тяжелая одежда нежелательна для детей.

К белью в холодное время года предъявляются те же требования, что и летом. В это время года рекомендуется белье из х/б трикотажа, обладающего благоприятными гигиеническими свойствами и одновременно более низкой теплопроводностью, чем соответствующие ткани. Во время занятий физкультурой на открытом воздухе под спортивный костюм рекомендуется надевать белье из шерстяного трикотажа.

Легкая одежда детей в помещении определяется температурой воздуха. При достаточно высокой температуре воздуха (выше 20°С) одежда детей должна приближаться к летней. С понижением температуры воздуха в помещении теплозащитный эффект одежды должен повышаться (таблица 6.3).

Таблица 6.3.

Рекомендации к одежде для детей дошкольного возраста в условиях помещения при различной температуре воздуха (умеренная двигательная активность)

Тв,°С	Предметы одежды	Допустимое число слоев в области туловища	Ориентировочное тепловое сопротивление одежды, °С· м²/Вт
1	2	3	1
16 - 17	Х/б белье, п/ш или ч/ш платье, трикотажная кофта, колготы, туфли или теплые тапочки	3 - 4	0,23 – 0,28
18 - 20	Х/б белье, платье п/ш или из толстой х/б ткани платье, колготы, туфли	2 - 3	0,18 – 0,22
21 - 22	Х/б белье, платье из тонкой х/б ткани с короткими рукавами, гольфы, колготы, туфли или босоножки	2	0,13 – 0,17
23 и выше	Тонкое х/б платье или без него; легкое платье летнее без рукавов, носки, босоножки	1 - 2	0,07 – 0,12

Для детского легкого зимнего платья рекомендуется использовать толстые х/б ткани (фланель, байка, вельвет, шотландка), ч/ш и п/ш (с добавлением хлопка и вискозы), ткани из различной пряжи (х/б, шерстяной, вискозной). Допустимо использование шерстяных тканей с примесью волокна нитрон (не более 35%) и вискозолавсановой пряжи (**не более 40% лавсана**).

Целесообразно использовать в детской одежде верхние трикотажные изделия: кофточки, джемперы, жилеты, костюмы. Для детей старшего ясельного

Витебский государственный технологический университет

и более старшего возраста допускается применение п/ш пряжи (50% ч/ш и 50% нитрона) и полиакрильной пряжи, как в чистом, так и в сочетании с натуральными и искусственными (вискозное) волокнами.

Верхняя одежда. Зимняя детская одежда с повышенными теплозащитными свойствами, предназначенная для суровых климатических условий, должна иметь **замкнутую конструкцию** (комбинезон, полукомбинезон) с защитными приспособлениями от проникновения холодного воздуха под одежду.

Толщина одежды должна быть увеличена по сравнению со стандартной одеждой за счет добавления дополнительного слоя утеплителя до 16-18 мм пальто и 8 – 10 мм в брюках. Воздухопроницаемость такой одежды должна составлять не более 60 $дм^3/м^2 \cdot с$ (при 196 Па). Тепловое сопротивление в условиях относительно спокойного воздуха при температуре – 30-40°С – около 0,7 $м^2 \cdot °С/Вт$.

Стандартное зимнее пальто в аналогичных условиях обеспечивает тепловое сопротивление почти в четыре раза меньше (около 0,2 $м^2 \cdot °С/Вт$). Для районов, климат которых характеризуется сочетанием мороза и выраженного ветра, воздухопроницаемость одежды может быть еще более понижена – до 10–20 $дм^3/м^2 \cdot с$. Это может быть достигнуто либо заменой основной ткани на более плотную, либо введением в пакет одежды ветрозащитного слоя.

При изготовлении детской верхней одежды допускается для основной ткани использование материалов с добавлением синтетических и искусственных волокон, кроме одежды для детей ясельного возраста (содержание синтетических волокон не более 50%).

Для утеплителя допускается использование материалов с добавлением синтетических и искусственных волокон не более 50% в одежде для детей старшего ясельного и дошкольного возраста.

Для младшего ясельного возраста примесь синтетических волокон в утеплителе запрещается. В качестве **подкладки** должны использоваться материалы из натуральных и вискозных волокон. **Синтетические материалы использовать для подкладки запрещается.**

В соответствии с «Положением о порядке государственной гигиенической регистрации и сертификации товаров народного потребления, химических и биологических веществ, материалов и изделий из них, продуктов питания, продовольственного сырья на территории Республики Беларусь», **обязательной сертификации** подлежат следующие товары для детей:

- изделия бельевые для новорожденных, детей ясельного и дошкольного возраста;
- колготы, чулки, гольфы, носки;
- белье нижнее для мальчиков и девочек;
- изделия для новорожденных;
- костюмы купальные и плавки;
- ткани и трикотажные полотна бельевые х/б и смешанные детского ассортимента.

Сертификаты соответствия на детскую одежду должны соответствовать требованиям СанПиН (санитарных правил и норм) N42-125-4390-87.

Витебский государственный технологический университет

7. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

7.1. Характеристика опасных и вредных факторов производственной среды (ОВПФ)

На протяжении всей жизни человек постоянно испытывает, меняющиеся по своей интенсивности и длительности, воздействие разнообразных **факторов окружающей и производственной среды**. **Факторы окружающей среды** по своей природе подразделяют на химические, физические, биологические и социальные [2].

Химические элементы или соединения, входящие в состав воздуха, почвы, воды и пищевых продуктов, могут быть природного или антропогенного происхождения.

К **физическим** факторам окружающей среды относят:

- солнечную радиацию,
- атмосферное давление,
- температуру,
- влажность и подвижность воздуха,
- ионизирующее излучение,
- вибрацию,
- шум и др.

Начиная с определенных уровней интенсивности, указанные физические факторы могут вызвать нарушения в организме человека (мутагенные эффекты, лучевую, высотную и вибрационные болезни, тепловой удар и др.).

К **биологическим** факторам относят:

- патогенные микроорганизмы,
- гельминты,
- грибы и др.

В определенных условиях биологические факторы являются причиной инфекционных и аллергических заболеваний, пищевых отравлений и пр.

Подразделение элементов окружающей среды на природные и **социальные** имеет условное значение, поскольку действие на человека природных факторов реализуется через призму социально-экономических условий общества.

К **определяющим признакам опасных и вредных факторов относят:**

- возможность непосредственного отрицательного действия на организм человека;
- осложнение нормального функционирования органов человека;
- возможность нарушения нормального состояния производственного процесса, в результате которого могут возникнуть аварии, травмы и др.

ОВПФ качественно разнородные:

1) часть из них **создана человеком** (к ним относят искусственно синтезированные химические вещества, продукты микробного синтеза, искусственное освещение и др.);

Витебский государственный технологический университет

2) факторы **естественного происхождения**, интенсивность действия которых в условиях производства приобрела новые качества (например, инфракрасное излучение от расплавленного металла, шум оснащения, повышенное барометрическое давление, электрическое и магнитное поле, ионизирующее излучение);

3) комбинация факторов производственной среды и факторов трудового процесса.

Материальными носителями вредных и опасных факторов являются:

- объекты, формирующие производственный процесс,
- факторы окружающей среды,
- предметы, средства и продукты технологического процесса и т.д.

Для разработки научно обоснованных требований к проектируемой специальной одежде в качестве исходной используется информация об условиях труда.

Условия труда – **это совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. К условиям труда предъявляются определенные требования безопасности.**

Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса приведены в приложении А.

К **активным** относят факторы, влияющие на человека благодаря своей энергии.

Страдательно-активные - это факторы, активизирующиеся за счет энергии, носителями которой являются человек или окружающие предметы (острые недвижимые предметы, неровность, наклон и подъем поверхности, по которой перемещается человек или оборудование).

К **пассивным** относят факторы, влияющие опосредованно, связанные с коррозией материалов, недостаточной прочностью конструкций, повышенными нагрузками на оборудование и др. Формой проявления этих факторов могут быть разрушения, взрывы и другие аварии.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях может привести к профессиональному заболеванию, снижению работоспособности (или) отрицательному влиянию на потомство.

Ведущий производственный фактор – фактор, специфическое действие которого на организм работника проявляется в наибольшей мере при комбинированном действии ряда факторов.

Опасный производственный фактор – это производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья или смерти.

ОВПФ характеризуются:

- вероятностью появления, временем возникновения,
- степенью воздействия на человека,

Витебский государственный технологический университет

- размерами зоны действия.

Вредными производственными факторами могут быть [48]:

►**Физические факторы**:

- температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение;
- ионизирующие электромагнитные поля и излучения, в том числе лазерное и ультразвуковое;
- производственный шум, ультразвук, инфразвук;
- вибрация (локальная, общая);
- освещение.

►**Аэрозоли (пыли).**

►**Электрические заряженные частицы воздуха – аэроионы**.

►**Химические факторы**.

►**Биологические факторы**.

►**Ионизирующие излучения.**

Химические факторы – токсические вещества различного агрегатного состояния, способные вызвать какие-либо виды общего, местного или отдаленного неблагоприятного воздействия на организм, в т.ч. некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты(, полученные химическим синтезом и (или) для контроля которых используют методы химического анализа.

Биологические факторы – микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в препаратах, микроорганизмы (бактерии, грибы, риккетсии, вирусы).

►К **факторам, характеризующим напряженность труда**, относят:

- интеллектуальные,
- сенсорные,
- эмоциональные нагрузки,
- степень монотонности нагрузок,
- режим работы.

В зависимости от количественной характеристики (уровня, концентрации и др.) и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Оценка условий труда с учетом комбинированного действия производственных факторов (химических веществ, физических, биологических и др.) по степени вредности и опасности устанавливается[48]:

- по наиболее высокому классу по степени вредности;
- в случае сочетанного действия трех и более факторов, относящихся к классу 3.1 (таблица 7.2), общая оценка условий труда соответствует классу 3.2;
- при сочетании двух и более классов 3.2, 3.3. и 3.4 – условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 7.1.

Примерная форма гигиенической оценки условий труда на рабочем месте

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный (экстремальный)
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Химический							
Биологический							
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия							
Шум							
Инфразвук							
Ультразвук							
Вибрация общая							
Вибрация локальная							
Электромагнитные поля и неионизирующее излучение							
Ионизирующее излучение							
Микроклимат							
Освещение							
Тяжесть труда							
Напряженность труда							
Общая оценка условий труда							

В таблице 7.2 показаны классы условий труда по показателю температуры воздуха, характерной для нашей климатической зоны (III).

Таблица 7.2.

Классы условий труда по показателю температуры воздуха (°С, нижняя граница) для открытых территорий в холодный период года и в холодных (неотапливаемых) помещениях

Климатическая зона	Теплоизоляция одежды, кло	Класс условий труда					
		Допустимый	Вредный				Опасный (эстрем.)
		2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
III	0,51	-15,9	-21,3	-23	-26	-37	<-37,0

В настоящее время большое внимание уделяется решению проблем **гигиенического нормирования** – установлению в законодательном порядке безвредных и безопасных для человека уровней воздействия вредных факторов окружающей среды: предельно допустимых концентраций (ПДК) химических

ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

веществ и пыли, предельно допустимых уровней (ПДУ) физических факторов [1].

Гигиенический норматив – это максимальный физиологически безопасный для организма количественный уровень вредного фактора. Различают оптимальный, допустимый, максимально допустимый и максимально переносимый уровни гигиенического нормирования.

Большинство установленных гигиенических нормативов представляют собой максимально допустимые, а не оптимальные величины (например, процент содержания синтетических волокон в материалах для детской одежды).

Гигиенические нормативы условий труда (предельно допустимая концентрация - ПДК, предельно допустимый уровень – ПДУ) – уровни вредных производственных факторов, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений [48].

В качестве примера в таблицах 7.3 и 7.4 приведены регламентируемые стандартами нормы проницаемости микроорганизмами тканей, материалов для изготовления специальной защитной одежды [36] и нормы пылепроницаемости [37].

Таблица 7.3.

Нормы проницаемости микроорганизмами тканей, материалов и швов специальной защитной одежды

Группа защиты	Общее количество колониеобразующих микроорганизмов в воздухе рабочей зоны, тыс./м^2	Нормы допустимой проницаемости микроорганизмами тканей, материалов и швов, %
1	2	3
I	Св. 100	0 - 1
II	50 – 100	Св. 1 до 5 включ.
III	15 – 50	Св. 5 до 9 включ.
IV	5 – 15	Св. 9 до 14 включ.
V	До 5	Св. 14 до 22 включ.

Таблица 7.4.

Нормы пылепроницаемости тканей, предназначенных для изготовления специальной защитной одежды

Группа защиты	Запыленность воздуха рабочей зоны, мг/м^3	Нормы пылепроницаемости тканей, г/м^2
1	2	3
I	До 30 вкл.	Св. 25 до 40 включ.
II	Св. 30 до 100 включ.	Св. 10 до 25 включ.
III	Св. 100 до 200 включ.	Св. 5 до 10 включ.
IV	Св. 200	До 5 включ.

Витебский государственный технологический университет

Контроль над вредными факторами производственной среды осуществляется на основе нормативных и методических документов, примеры приведены в таблице 7.5.

Таблица 7.5.

Примеры нормативных и методических документов по контролю над вредными факторами производственной среды

Статус документа	Наименование документа
1	2
ГН9-105 РБ 98	Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожных покровов вредными веществами
ГОСТ 12.01.045	Электрические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
СанПиН МЗ РБ № 11-16-94	Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля на рабочих местах
СанПиН МЗ РБ № 9-85 РБ 98	Постоянное магнитное поле. Предельно допустимые уровни на рабочих местах

Работа в условиях превышения гигиенических нормативов должна осуществляться с использованием средств индивидуальной защиты (СИЗ). Использование СИЗ уменьшает уровень профессионального риска повреждения здоровья, но не изменяет класс условий т руда работников.

7.2. Задачи и этапы создания специальной одежды

Главной целью проектирования спецодежды следует считать **обеспечение надежности**, т.е. необходимого ресурса защитных свойств, гарантирующего выполнение спецодеждой целевых функций в течение определенного периода эксплуатации.

Человек в процессе работы включен в систему **«человек – спецодежда – производственная среда»**. В **идеальном случае** спецодежда выполняет полностью свою функцию, она является барьером, препятствующим воздействию ОВПФ и обеспечивает тепловой баланс тела, не препятствует полному выведению продуктов обмена веществ (метаболизма) из пододежного пространства, не оказывает никакого механического воздействия на человека.

В действительности взаимодействие элементов системы имеет другой характер: человек выполняет трудовые операции с различной скоростью, амплитудой, в различном темпе. При этом размеры и форма частей тела постоянно изменяются. В результате спецодежда может вызвать раздражение кожи, либо оказывать сопротивление перемещению, давить на тело. Вследствие растягивающих, сжимающих, истирающих и других воздействий со стороны челове-

Витебский государственный технологический университет

ка в спецодежде возникают механические напряжения, вызывающие ее разрушение.

На практике спецодежда не обеспечивает полного отведения продуктов метаболизма в окружающую среду, часть из них задерживается в пододежном пространстве. Это приводит к ухудшению самочувствия человека, снижению долговечности изделий (вследствие химического взаимодействия материалов спецодежды и продуктов жизнедеятельности человека).

Спецодежда не всегда обеспечивает полную изоляцию человека от воздействия факторов среды. Часть из них воздействует на организм, вызывая ответные реакции (изменения в центральной нервной системе, обмене веществ и др.).

Создание спецодежды необходимого качества зависит как от свойств применяемых материалов, так и от ее конструктивного построения. Процесс проектирования и выбора конструктивных форм современных изделий имеет ряд особенностей, связанных, главным образом, с защитными функциями одежды, и требует учета в комплексе эргономических, гигиенических, защитных, эксплуатационных, эстетических требований, а также экономичности и технологичности изделия, разработки фирменного стиля конкретной организации.

Исходные (**технические, гигиенические** и т.д.) требования к спецодежде разрабатываются совместно физиологами, гигиенистами, теплофизиками, материаловедами и содержат необходимые данные о защите работающих конкретных групп профессий от целого комплекса вредных факторов.

Большое внимание сегодня отводится **эстетическим** требованиям к разрабатываемой одежде, определяющим ее **композиционное** (пропорции, стиль, силуэт) и **колористическое** (цветовая гамма материалов, фурнитуры, комплектующих) решения, включая вопросы разработки эмблемы или логотипа, подчеркивающих фирменный стиль конкретного потребителя и т.д.

Исходными требованиями для разработки спецодежды являются:

- назначение спецодежды и область ее применения;
- условия эксплуатации;
- параметры и характеристика новой спецодежды и применяемых материалов;
- технико-экономическое обоснование необходимости разработки новой спецодежды.

С учетом указанных исходных требований процесс создания новых видов спецодежды включает следующие **этапы** [19] :

- разработка конструкции изделия с учетом материалов (пакета материалов);
- разработка конструкторско-технологической документации;
- изготовление экспериментальных образцов и опытных партий изделий;
- проведение комплексных (лабораторных, стендовых, натуральных и т.д.) исследований материалов и изделий;
- разработка проекта нормативной и (или) технической документации.

Витебский государственный технологический университет

При проектировании спецодежды для **конкретного предприятия** осуществляется **системный подход,** который предполагает выполнение следующих **этапов**:

1. Классификация всех цехов и участков предприятия по характеру работы и виду ОВПФ, действующих на каждом участке.
2. Классификация всех профессий по условиям труда и виду ОВПФ, действующих на исполнителей.
3. Группировка всех профессий по условиям труда и виду ОВПФ.
4. Разработка ассортимента одежды для каждой профессии (комбинезон, полукомбинезон, халат и др.).
5. Разработка моделей внутри каждой ассортиментной группы. Модели проектируются с учетом современного дизайна и все конструктивные детали имеют функциональной назначение.
6. Выбор материалов со специальными защитными свойствами и определенной цветовой гаммой. Цвет одежды может служить фактором совершенствования организации труда путем выделения групп работников в зависимости от выполняемой работы.

Например, в учреждениях здравоохранения целесообразно применение цветовой индикации профессиональной одежды персонала различных подразделений – операционного блока, отделений родильного, реанимации, интенсивной терапии, инфекционного, детского.

7. Выбор конструктивного решения всех деталей и узлов с учетом характерных поз и движений исполнителя, амплитуды экстремальных движений человека. Нельзя брать конструкцию для бытовой одежды и без изменений использовать ее для спецодежды. Следует проектировать дополнительные складки, например, идущие от плечевых швов или кокеток, либо на окате рукава и др.

При проектировании спецодежды в современных условиях обязательным этапом становится разработка коллекции моделей комплектов в целом. При этом учитывается используемый ассортимент материалов с заданными свойствами, конкретные условия трудовой деятельности и тенденции современной моды.

В последнее время на рынке появились новые материалы, разработанные по **конверсионным технологиям**. Свойства этих материалов и гамма цветового исполнения позволили подойти к созданию **спецодежды нового поколения** (многокомплектной и многофункциональной).

В настоящее время необходимо создавать престижную отечественную одежду специального назначения, соответствующую международным требованиям.

Одной из особенностей проектирования современной спецодежды является **использование компьютерной техники** с применением специальных программ, ориентированных на разработку:

- коллекции моделей с помощью компьютерной графики;
- конструкции и конструкторско-технологической документации, а также поиск оптимальных решений технологических задач с помощью САПР;

Витебский государственный технологический университет

- нормативных и технических документов и др.

Основной **тенденцией дальнейшего развития ассортимента спецодежды** является **унификация** видов спецодежды по защитным функциям для более 400 тысяч профессий работающих.

Разрабатываются **стандарты**, в которых жестко регламентируется:

- внешний вид (художественно-техническое решение);
- конструктивное решение одежды (даны измерения изделий по основным конструктивным участкам);
- ее комплектность (куртка, брюки, головной убор и т.п.);
- основные и вспомогательные материалы для промышленного изготовления.

Возможными (по согласованию изготовителя с потребителем) **изменениями**, допускаемыми указанными стандартами, являются следующие:

- замена материалов на другие, по качеству не ниже рекомендуемых стандартами;
- модификация вида, формы и места расположения отделочных элементов (карманов, воротников, застежек и др.).

Унифицируются технология обработки и сборки изделий, а также базовые конструкции специальной одежды.

7.3 Особенности проектирования конструктивных элементов спецодежды

При разработке спецодежды, при проектировании конструктивных элементов учитывают ряд особенностей:

- разработка конструктивных элементов спецодежды должна отвечать требованиям **технологичности**;
- в связи с тем, что заряды **статического электричества** на одежде создают ощущение дискомфорта, снижают работоспособность, создают повышенную пожаро- и взрывоопасность, в технические требования на проектирование спецодежды (например, для защиты от нефти и нефтепродуктов) необходимо обязательно включать **показатели электризуемости материалов** и ряд специфических требований к конструкции;
- при определении **формы и расположения карманов** руководствуются требованиями техники безопасности (исключают возможность попадания внутрь карманов агрессивных веществ);
- при определении **мест разъемных соединений** учитывают характер и топографию воздействия ОВПФ, а также характерные движения работающих;
- при использовании **ниточных соединений** не проектируют швы в местах интенсивного воздействия ОВПФ, поскольку материалы прокалываются иглой;
- целесообразно создание спецодежды с **защитными свойствами в швах**, т.е. в местах неразъемных соединений; использование клеевых и свар-

Витебский государственный технологический университет

ных методов соединений, а также герметизации ниточных швов (это пригодно для условий труда, где возможна разгерметизация оборудования, и, следовательно, контакт рабочего с агрессивными и токсическими веществами);

- учитывают **комплектность одежды**, например, если рабочий наклоняется и поднимает руки вверх, то куртка должна перекрывать пояс брюк не менее чем на 15-20 см;
- учитывать специфику труда, например, если большинство операций выполняется сидя на корточках и необходимо часто вытирать руки (операторы на нефтеперерабатывающих предприятиях), то предусматривают карман для ветоши, расположенный на спинке куртки ниже талии и др.

Особенности проектирования конструктивных элементов одежды определяются ее специфическим назначением по выполнению защитных функций. Наличие у материалов, используемых для изготовления специальной одежды, специфических защитных свойств приводит к необходимости разработки совершенно новых технологий соединения при ее изготовлении. При этом в ряде случаев необходимо изменить операции ниточных соединений, разработать принципиально новую схему подготовки и придания определенных свойств не только материалу, но и швейному изделию.

В связи с указанным далее приведены примеры конструкторско-технологических решений для специальной одежды различного назначения.

▲ **Одежда для защиты от общих производственных загрязнений и механических повреждений**, как и любая другая одежда, должна обладать антропометрическим соответствием фигуре человека. В качестве примера такой одежды предложен **комбинезон** для работников автосервиса– изделие, объединяющее **в одно целое** стан с рукавами и брюки [54]. Она опирается как на плечевой пояс, так и на нижнюю часть тела и, соответственно, имеет ограниченную возможность перемещения по фигуре. Такой комбинезон защищает рабочего от вредных воздействий окружающей и производственной среды.

▲ **Водозащитные изделия** используются для изготовления специальной одежды нефтяников, пожарных, геологов, рыбаков, работников водоканалов. При пошиве изделий из водоотталкивающих или водонепроницаемых материалов в результате перфорирования их иглой происходит резкое снижение водозащитных функций. Таким образом, швейное производство вступает в противоречие со сферой текстильного отделочного производства, выпускающего материалы с водоотталкивающей отделкой для водозащитных изделий. Это оказывает негативное влияние на эксплуатационные и функциональные свойства одежды.

Исходная водоупорность у тканей с водоотталкивающими отделками составляет 2500 Па, у водонепроницаемых материалов с покрытиями – до 4000-10000 Па. А водоупорность мест ниточных соединений в водозащитных изделиях составляет не более 1200-1800 Па, в зависимости от толщины исходных материалов и конструкции швов.

Ниточное соединение при рациональном выборе параметров обеспечивает необходимую прочность изделия, однако не обеспечивает герметичности,

Витебский государственный технологический университет

которая может быть достигнута различными способами в зависимости от свойств основных материалов. В экстремальных условиях человека защищает не ткань, а одежда и, как следствие, технология ее изготовления. Ниточные соединения в данном случае не обеспечивают герметичности.

В связи с указанным при изготовлении водозащитных изделий следует разработать схему подготовки и придания водонепроницаемости не ткани, а швейному изделию — включить герметизирующую обработку в процессе стачивания.

В настоящее время не разработано универсальной технологии герметизации швов, которая может быть использована при переработке в изделия различных по свойствам материалов. Выбор способа герметизации определяется:

- свойствами применяемых материалов,
- условиями эксплуатации изделий,
- требованиями заказчиков, желающих получить конкурентоспособное и надежное изделие.

Образование водонепронепроницаемых швов возможно с использованием следующих технологий:

1. **Ниточно-клеевая технология**. Реализуется в течение продолжительного периода при изготовлении изделий из прорезиненных материалов: на поверхность швов с лицевой или изнаночной стороны с помощью бензинового клея наклеивается герметизирующая лента из основного материла. Недостатками этого способа являются:

- высокая трудоемкость изделий,
- большая толщина и жесткость швов,
- токсичность клея,
- необходимость дополнительных специально оборудованных производственных площадей для осуществления герметизации и последующей сушки изделий,
- пожароопасность производства.

2. **Гидрофобная обработка ниток**. Дает лишь частичный эффект, т. к. не заполняются полностью отверстия ниткой от проколов материалов иглой, и вода проходит между соединяемыми слоями.

3. **Сварная, ниточно-сварная, ниточно-термоклеевая технология.** Основана на использовании **термопластичных свойств материалов** при технологиях, которые основаны на использовании термопластичных свойств материалов. Однако зачастую трудоемкость таких изделий высокая, возможны выделения в рабочую зону продуктов разложения полимеров и контакт работника с горячими органами оборудования.

Недостатки данных способов:

- возникают сложности с обеспечением безопасности производства;
- прочность подобных соединений в ряде случаев не соответствует нормативной, т.к. происходит деструкция полимера в зоне герметизации;
- реализация способов герметизации, основанных на термопластичных свойствах материалов, требует дополнительных энергозатрат;

Витебский государственный технологический университет

- применение этих способов для герметичных швов невозможно при переработке термореактивных материалов (например, прорезиненных) в изделия.

4. **Реализация герметизации швов в процессах влажно-тепловой обработки** при заутюживании или разутюживании соединительных швов (для изделий из материалов, обработанных в сфере отделочного производства водоотталкивающей отделкой).

В этом случае зона ниточного соединения обрабатывается активной паровой средой, содержащей гидрофобизующие агенты, по природе однородные отделочным препаратам. В результате происходит гидрофобизация швейной нити и одновременное блокирование герметиком отверстий от проколов материала иглой.

5. **Изготовление специальных водозащитных изделий из ткани без отделки в сфере текстильного отделочного производства**. Вся остальная обработка, включая заключительную отделку, осуществляется в сфере швейного производства. Основу процесса составляет окончательная ВТО одежды, дополненная гидрофобной обработкой поверхности швейного изделия с герметизацией ниточных соединений. Для этого используется комплексный рабочий агент – паровая химически активная среда, содержащая диспергированный раствор гидрофобизирующего соединения.

В этом случае **в одном технологическом процессе параллельно осуществляются операции водоотталкивающей отделки текстильных материалов деталей одежды, герметизация мест ниточных соединений и влажно-тепловой обработки швейного изделия**.

Нанесение гидрофобизирующего технологического раствора на лицевую поверхность водозащитного изделия производится по специальной программе с учетом интенсивности намокания в реальных условиях эксплуатации. Однако не всегда а процессах изготовления специальной водозащитной одежды используется ВТО, особенно в условиях малых предприятий.

6. **Герметизация швов, осуществляемая параллельно со стачиванием**. Используется на материалах, обладающих воздухопроницаемостью, т.к. обеспечивает водонепроницаемость в течение непродолжительного времени в соответствии с водоупорностью основного материала. В данном случае предусматривается блокирование отверстий от проколов иглой гидрофобизирующимим парафинсодержащими веществами.

7. **Герметизация швов из водонепроницаемых материалов с полимерными покрытиями**. При проектировании технологии герметизации швов из водонепроницаемых материалов с полимерными покрытиями необходимо обеспечить следующие условия:

- склеивание припусков швов соединяемых слоев материала; это исключит попадание воды через воздушную прослойку между слоями, образованную из-за неплотного прилегания слоев при стачивании;
- гидрофобизацию швейной нити;
- заполнение отверстий от прокола материала иглой.

Витебский государственный технологический университет

Исходя из изложенного, можно сделать вывод, что самой надежной является **комбинированная герметизация**. Для ее реализации необходимо выбрать оптимально подходящие герметизирующие вещества и спроектировать устройства для их нанесения или подачи в область шва одновременно с образованием ниточных соединений.

Комбинированная герметизация включает:

- гидрофобизацию игольной нити при стачивании с помощью устройства, расположенного на корпусе швейной машины;
- параллельное со стачиванием склеивание припусков швов двусторонней аутогезионной пленкой, подаваемой между соединяемыми слоями материала синхронно со скростью шитья.

Соединение деталей с одновременной комбинированной герметизацией соединений позволяет получить швы с водоупорностью более 400 Па.

Взаимодействие предприятий-изготовителей материалов и швейных предприятий, выпускающих водозащитную одежду, обеспечивает максимальное соответствие специальных изделий условиям эксплуатации.

▲ **Защита от электромагнитных излучений.** На современном этапе жизнедеятельности человека все активнее внедряется техника, работающая в самых различных диапазонах частот и режимов электромагнитных излучений (ЭМИ). Для человека и дома, и на работе нарастающее электромагнитное загрязнение становится долговременным фактором воздействия, которого не существовало 15-20 лет назад. Суммарная напряженность электромагнитного поля (ЭМП) в местах его деятельности увеличилась по сравнению с естественным фоном от 100 до 10000 раз.

В быту на человека интенсивно воздействуют ЭМП все расширяющейся номенклатуры используемых бытовых электроприборов (холодильники, телевизоры, мобильные телефоны, печи, радиаторы, кондиционеры и др.). На производстве он подвергается интенсивному воздействию ЭМИ:

- технологического оборудования различного назначения, используемого СВЧ-излучения,
- переменных и импульсных магнитных полей,
- ЭМП медицинских терапевтических и диагностических установок,
- средств визуального отбражения информации на электронно-лучевых трубках,
- промоборудования на электростанции.

Лица, длительно находящиеся в СВЧ-поле, могут высказывать жалобы на слабость, быструю утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна, боли в сердце.

По данным ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения), к числу возможных отдаленных последствий биологического действия ЭМП на население относят заболевание раком, изменения в поведении, потерю памяти, болезнь Паркинсона и Альцгеймера, СПИД и др.

Согласно требованиям СанПИН, нахождение персонала в местах, где интенсивность ЭМИ РЧ-диапазона превышает допустимые уровни для минималь-

Витебский государственный технологический университет

ной продолжительности воздействия, разрешается только с использованием средств индивидуально защиты (СИЗ).

Наиболее интенсивно работы по развитию методов и средств индивидуальной защиты проводились в 60-70-е г.г. Было создано довольно много вариантов конструкций СИЗ от ЭМИ (комбинезоны, халаты, накидки, однослойные и многослойные СИЗ и т. п.). В те же годы разработан ряд радиозащитных материалов с отражающими и поглощающими свойствами.

В последующие годы интерес к разработке этих изделий упал, а в 90-е годы – возродился.

Для разработки конструкций защитной спецодежды от ЭМИ необходимо иметь следующие данные:

- нормативные документы, определяющие требования к СИЗ;
- методики измерений экранирующей эффективности РМЗ и СИЗ;
- базовую комплектацию спецодежды;
- характеристику конструктивных недостатков ранее разработанных СИЗ (головы, глаз, а также других частей тела человека), снижающих защитные, гигиенические, эргономические и другие показатели;
- защитные показатели конструкции СИЗ;
- способы оценки защитных показателей СИЗ;
- результаты научных работ по изучению физики процессов внутри замкнутых экранированных объемов, а также исследований по распределению удельной поглощенной мощности в основных частях тела человека;
- разработанные новые защитные материалы.

Эффективная защита от ЭМИ обеспечивается использованием специальных СИЗ – **экранирующих комплектов** нового поколения, в которых используется принципиально новая экранирующая (электропроводящая) ткань. Данная ткань изготавливается путем нанесения на ткань общего назначения электрохимическим способом сплошного тончайшего металлического покрытия (двухслойного или трехслойного). По данным изготовителя, новые ткани отвечают гигиеническим требованиям, легкие, не распространяют горения и обеспечивают стабильное ослабление ЭМИ.

Экранирующие комплекты создают электропроводящую оболочку, окружающую тело человека, с эффективными электромагнитными уплотнениями в соединениях и швах.

В качестве примера можно привести характеристику последней серийно выпускаемой модификации комплекта, состоящего из следующих отдельных элементов:

- экранирующего комбинезона;
- экранирующего головного убора (шлема) с экраном для лица;
- экранирующих трикотажных перчаток;
- кожаных экранирующих ботинок;
- защитной каски.

Экранирующий комбинезон изготавливается из ткани с огнезащитной водо-грязеотталкивающей пропиткой, с хлопчатобумажной подкладкой и меж-

Витебский государственный технологический университет

подкладкой из негорючей экранирующей ткани. Комбинезон снабжен двумя выводами с зажимами для заземления комплекта. Экран для лица выполнен сетчатым из нержавеющей стали с зачернением с внутренней стороны.

Перчатки изготавливаются из комплексной нити, содержащей: посеребренную мишурную нить, обладающую высокой электропроводностью, углеродную полупроводящую нить и высокопрочную нить. Они имеют изолирующий слой из хлопчатобумажной пряжи. Предусмотрено гальваническое соединение перчаток с рукавами комбинезона.

Экранирующие ботинки с кожаным верхом и электропроводящей подошвой имеют стельку и межподкладку из экранирующей ткани. Предусмотрено гальваническое соединение ботинок с комбинезоном.

▲ **Средства защиты от вибрации.** При использовании инструментов с электрическим, термическим или пневматическим приводом вибрация передается всему телу через пальцы, запястья и плечи, вызывая необратимые повреждения нервных окончаний, суставов и мышечной ткани.

Максимальный уровень вибрации регистрируется при работе с электрическим, пневматическим, газовым и гидравлическим оборудованием. Наиболее часто такие работы проводятся на промышленных предприятиях, в шахтах, в строительстве, при проведении дорожных работ, в деревообрабатывающей промышленности.

Гигиеническая оценка воздействующей на работающих постоянной вибрации (общей, локальной) проводится согласно СанПиН МЗ РБ № 9-89 РБ 98 «Вибрация производственная общая. Предельно допустимые уровни», СанПиН МЗ РБ № 9-90 РБ 98 «Вибрация производственная локальная. Предельно допустимые уровни». При этом измеряют или рассчитывают уровень виброскорости (виброускорения) в дБ.

Пренебрежение надежными средствами защиты ведет к профессиональным заболеваниям. Наиболее часто встречающиеся профессиональные заболевания, связанные с действие вибрации, это – синдром Рейдона (болезнь белых пальцев), синдром запястного канала, артроз, артрит и др.

Установлены общие рекомендации для уменьшения вредного воздействия вибраций:

- использование антивибрационных перчаток соответствующего руке размера и только с полными пальцами;
- манжета перчатки должна поддерживать руку в естественном положении;
- сжимать инструмент настолько слабо, насколько это позволяют требования безопасности.

Одним из видов защиты рук от вибрации являются **антивибрационные перчатки** с вибропоглощщающим пакетом (верх – натуральная говяжья кожа с водоотталкивающей пропиткой). Усиленный большой палец. Внешняя сторона - аэрируемая замшевая поверхность, усиленная кожаной накладкой для дополнительной защиты. Швы прошиты особо прочной нитью.

Возможно наличие жесткой манжеты (усиленной китовым усом), на липучке манжета фиксирует запястье эластичной лентой, препятствующей рас-

Витебский государственный технологический университет

пространению остаточной вибрации выше по руке. Облегченным вариантом манжеты является наличие с внутренней стороны запястья эластичной резинки, с внешней – регулирующего клапана на липучке.

▲ **Одежда нефтяников.** В ряде стран для повседневного ношения используются костюмы яркого василькового или оранжевого цвета. При этом каждый из сотрудников нефтеперерабатывающего завода имеет три костюма из огнестойкой ткани – один в носке, один – в стирке, один – на всякий случай. Каждый новый рабочий день люди опасной профессии начинают с переодевания в чистый и выглаженный костюм с вышитым на нем именем владельца.

Для огнестойкой профессионально одежды международная норма предписывает: 10 сек. сдерживания огня, позволяющие человеку спастись.

▲ **Защита от радиоактивного загрязнения**. Опыт ряда стран свидетельствует о целесообразности и эффективности создания защитной спецодежды краткосрочного и одноразового использования и соответствующих материалов для ее изготовления.

В последние годы для защиты персонала промышленных предприятий и атомных электростанций от возможного контактного и аэрозольного радиоактивного загрязнения стала широко применяться **спецодежда краткосрочного использования (СпКИ)** [52].

СпКИ выпускается в виде курток, брюк, комбинезонов, халатов, фартуков, нарукавников, шапочек и др.

СпКИ выполняет одновременно функции одежды в ее традиционном понимании и функции СИЗ. Отсюда к ней могут быть сформулированы следующие требования:

- не препятствовать кожному дыханию, кровообращению;
- обеспечивать нормальную терморегуляцию организма человека, не стимулируя потоотделение и не препятствуя его испарению при выделении;
- иметь минимальную массу;
- защищать от действия неблагоприятных факторов среды;
- соответствовать требованиям промышленной эстетики.

Поскольку СпКИ предназначена для эксплуатации в течение нескольких часов в день, заметную роль в поддержании нормального микроклимата пододежного пространства играют такие показатели, как:

- воздухопроницаемость,
- гигроскопичность и влагоотдача материалов,
- обеспечение воздухообмена между средой и пододежным пространством,
- поглощение влаги материалом и его влагопроводность.

Для разработки конструктивных элементов такой одежды изучаются условия руда работающих, анализируются применяемые СИЗ, рассматриваются свойства материалов для ее изготовления.

Витебский государственный технологический университет

7.4. Содержание нормативно-технической документации для промышленного производства спецодежды

Производство качественной спецодежды с единым внешним видом, размерными параметрами, требованиями к изготовлению и приемке возможно только на базе единой нормативно-технической документации (НТД) на каждое изделие. НТД содержит качественные и количественные характеристики изделий. В НТД изложены:

- требования к построению чертежей конструкций изделий;
- описание внешнего вида;
- таблица измерений изделий в готовом виде с наименованием мест измерений, величинами параметров по всем размерам и ростам;
- перечень материалов, применяемых для изготовления изделия(основных, подкладки, прикладных, фурнитуры, ниток), с указанием наименования и артикула, номеров НТД (по которым выпускаются конкретные материалы) и их назначения;
- основные требования к изготовлению (требования к раскрою деталей, определению сортности, маркировке и упаковке изделий);
- требования к приемке, методам контроля, транспортированию и хранению конкретных видов одежды и головных уборов.

Стандарты на разработку специальной одежды устанавливают:

- общие технические условия, требования и методы испытаний;
- методы определения теплоизоляции;
- методы определения сопротивления проколу и максимальной разрывной нагрузки шва;
- методы определения сопротивления порезу;
- метод определения испытаний при ограниченном распространении пламени;
- методы испытания материалов для спецодежды (включают: количественный химический анализ смесей волокон; воспламеняемость; прочность при продавливании и растяжении; изменение размеров после стирки и сушки; сопротивление воздухопроницаемости материалов проникновению жидкостей; стойкость к истиранию и др.).

7.5. Проблемы проектирования профессиональной одежды

В последние годы происходит быстрое развитие рынка профессиональной одежды, включающей в себя рабочую, ведомственную, защитную, корпоративную и т.д. Потребность в использовании профессиональной одежды и обуви испытывает много людей, работающих в самых разных отраслях (медики, химики, авиаторы, работники сферы услуг, структуры охраны и др).

Проблема проектирования и создания профессиональной одежды является многогранной, решающей следующие задачи:

Витебский государственный технологический университет

■ определение дизайна в соответствии с современным стилем и модой;

■ подбор цветовой гаммы с учетом безопасности труда;

■ применение материалов, увеличивающих срок носки;

■ в ряде случаев использование светоотражающих элементов оптического распознавания;

■ использование материалов, напрямую влияющих на эффективность выполнения работы персоналом в любых климатических условиях.

На практике, при осуществлении различных видов профессиональной деятельности, обычно действуют одновременно несколько неблагоприятных факторов. Это затрудняет разработку универсальных защитных материалов. Поэтому для изготовления профессиональной одежды создаются специальные материалы различного назначения, соответствующие общим и специальным требованиям.

В настоящее время для ее изготовления используются в основном ткани со специальными пропитками, а также многослойные материалы на текстильной основе, нетканые или пленочные материалы и др.

Целенаправленное применение профессиональной одежды следующее.

▶ **Защита от воды** - профессии, связанные с работой под открытым небом в любую погоду, при длительном контакте с водой, также нуждаются в новом поколении такой одежды (дорожно-патрульная служба и милиция, работники рыбодобывающей промышленности, подразделения МЧС и пожарная служба, строители дорог и жилья, работники почты и связи).

▶ **Защита от ветра**. Известно, что с возрастающей силой ветра температура охлаждения тела человека находится в обратно пропорциональной связи. Поэтому очень важна функция поддержания микроклимата при конструировании профессиональной одежды: для работников наземных служб аэродромов, в высотном строительстве, в высотном монтаже электрооборудования и т. д.

▶ **Защита от холода**. Появляется комфортабельная и легкая одежда, позволяющая работать в сложных климатических условиях – спецподразделения и армия, работники лесоповалов, геологоразведки и др.

▶ **Защита от микрочастиц и бактерий**. Профессиональная одежда находит применение в биологических лабораториях с режимом повышенной частоты, стерильных операционных, у работников по утилизации вредных веществ, персонала атомных электростанций.

▶ Возможность реализовать **дополнительную многофункциональность тканей** дало появление атмо-активных мембранных пленок (мембран) или покрытий, которые совмещены с текстилем [43]:

- препятствуют проникновению ветра;
- отталкивают жидкость с поверхности;
- пропускают испарения тела;
- замедляют потери тепла;
- частично создают барьер внешнему высокотемпературному воздействию;
- могут служить защитой от проникновения агрессивных химикатов.

Витебский государственный технологический университет

Благодаря такому набору свойств водозащитные дышащие ламинаты быстро распространяются и применяются в профессиональной одежде развитых стран мира.

Конструкции ламинированных материалов подразделяют на дуплексы и триплексы.

Дуплекс (биламинат) состоит из двух соединенных субстратов: тканого, нетканого или трикотажного полотна и мембраны. Применяется в профессиональной одежде с пониженными требованиями к физико-механическим нагрузкам.

Триплекс (триламинат) – включает в свою конструкцию соединение трех субстратов: тканое полотно, атмо-активную пленку и вязаное полотно. Применяется для изготовления одежды с высокими требованиями на прочность и механико-физические нагрузки.

Одежда с использованием функциональных материалов позволяет увеличить комфортность при носке, повышает износоустойчивость материалов, снижает энергозатраты человеческого тела, способствует увеличению производительности труда, дополнительно позволяет использовать ряд специфических сопутствующих свойств, например, в армии – затруднение распознаваемости человека приборами ночного видения.

► Проблема охраны здоровья медицинского персонала лечебно-профилактических учреждений достаточно важна: риск возникновения и распространения профессиональных заболеваний в этой группе достаточно велик. Наиболее актуальна эта проблема для работников инфекционных, противотуберкулезных, стоматологических, онкологических, хирургических, патологоанатомических, дезинфекционных, судебно-медицинских подразделений, бактериологических и иммунологических лабораторий, станций скорой и неотложной помощи.

Известно, например, что при даже кашлевом движении окружающую среду выделяется до 500 тыс. аэрозольных частиц, а при чихании – до 2-х млн., и каждая из этих частиц в случае заболевания может нести бактерии или вирусы, причем защищенные от высыхания газовой оболочкой.

В настоящее время медицина характеризуется большим количеством специальностей, появлением ранее неизвестных вредных производственных факторов, большой интенсивностью индивидуальной нагрузки на персонал. Требования к профессиональной одежде медицинских работников постоянно повышаются, т.к. она должна обеспечивать не только защиту от инфекций, возникающих в результате проникновения микроорганизмов, но и сочетаться с комфортностью при ношении.

В последние годы наряду с хлопчатобумажными и полиэфирными тканями, в отношении которых все чаще ставится вопрос о недостаточности защитных функций, создаются новые специальные материалы для медицинской одежды. Это ткани из микроэлементарных нитей, триламинатные (трехслойные) материалы и текстильные материалы одноразового использования, различные по цвету, фактуре, составу, а также с разнообразной дополнительной обработкой (пропиткой).

Витебский государственный технологический университет

Установлено, что хлопчатобумажные и смешанные полиэфирные ткани имеют размер пор более 80 мкм и легко проницаемы для бактерий, вирусов и перхоти кожи, являющейся переносчиком микроорганизмов. Напротив, текстильные материалы из микроволокон обладают фильтрующими свойствами по отношению к бактериям. Текстильные материалы в комбинации с мембраной или соответствующим покрытием обладают наилучшими защитными свойствами от инфекционных жидкостей.

Материалы, полученные с помощью ткачества, не могут применяться в тех случаях, когда ожидается повышенная опасность заражения пациента и лечащего врача, вследствие их высокой проницаемости для микроорганизмов.

При конструировании медицинской, одежды необходимо учитывать медицинскую специальность, а также следующие условия труда персонала [45]:

- физические факторы (температура и влажность воздуха, наличие и интенсивность ионизирующих излучений);
- химические факторы (состав воздуха – например, наличие озона – вероятность контакта с химреактивами, химическая активность минеральной воды, лечебной грязи и вероятность их контакта с одеждой персонала;
- биологические факторы (вероятность контакта медперсонала с биологическими средами человека: слюной, кровью, потом и т.д.);
- интенсивность физической нагрузки на персонал;
- специальность, пол, возраст и стаж работы персонала;
- оснащенность прачечной учреждения.

Особую опасность представляет работа медиков во время возникновения эпидемий и при ликвидации экстремальных ситуаций. В связи с этим проводятся работы по созданию **экипировки медперсонала** при работе в экстремальных условиях. С этой целью:

- изучаются условия и организация труда;
- разрабатываются и классифицируются исходные требования к экипировке с учетом климатических условий;
- проводятся комплексные исследования материалов, пакетов и изделий экипировки;
- разрабатывается нормативная база;
- постановка продукции на производство.

Процесс проектирования экипировки включает:

- разработку художественно-композиционных решений, направленных на создание единого корпоративного имиджа медиков;
- конструкторско-дизайнерское модифицирование изделий с целью повышения эргономических свойств;
- отработку конструкторско-технологических решений с учетом современных прогрессивных методов изготовления изделий.

Создавать современную эргономичную медицинскую одежду, способную эффективно защищать здоровье персонала лечебно-профилактических учреждений позволит только комплексный, научный подход.

► Особого подхода требует разработка **госпитальной одежды**, поскольку к ней предъявляются более высокие требования, чем к бытовой одеж-

Витебский государственный технологический университет

де. Госпитальная одежда должна иметь **конструктивные элементы, позволяющие проводить медицинские процедуры**.

Например, для свободного доступа к местам введения инъекций (область живота, бедра, область лопаток, плеча) предусматривают такие элементы, как трансформирующиеся детали рукавов (застежка по верхнему шву рукава, использование хлястика для поднятия рукава и его закрепления), разрезы в боковых и рельефных швах [46].

Конструкция должна предусматривать как можно меньше швов для снижения риска повреждения кожи, швы должны быть негрубыми. Материалы для госпитальной одежды также должны быть мягкими, легкими, приятными на ощупь.

Они должны иметь небольшую жесткость, не оказывать раздражающего действия. В случае с поражениями кожи одежда не должна плотно прилегать к телу.

Материалы должны обладать хорошими гигиеническими свойствами, т.е. обеспечивать нормальное функционирование организма благодаря поддержанию оптимального микроклимата пододежного пространства.

В связи с тем, что у больных возможно повышенное потоотделение, необходимо, чтобы материалы обладали высокой гигроскопичностью.

Для снижения вредного воздействия неблагоприятных биологических факторов конструкция одежды, предназначенной для больных людей, должна предохранять от скопления бактерий в швах и не оказывать раздражающего воздействия на кожные покровы человека (соединение деталей производится герметичными швами «взамок», а внутренние срезы обрабатываются швом вподгибку с закрытым срезом).

Цветовое решение моделей выбирают в соответствии с психофизиологическим воздействием цвета на человека – используют цвета, успокаивающие человека, снимающие напряжение. К таким цветам относят:

- **голубой**, снижающий возбуждение, обладающий антисептическим действием;
- **синий**, способствующий приостановлению воспалительных процессов;
- **бежевый**, успокаивающий нервную систему человека.

► Развивается производство **трикотажных полотен специального назначения**, предназначенных для изготовления профессиональной одежды.

В производстве европейской рабочей одежды уже стало своего рода стандартом использование так называемой **резинки-спинки** в производстве комбинезонов, которые являются основой во многих комплектах спецодежды.

Технический трикотаж состоит из синтетических волокон, устойчивых к высоким температурам, предотвращает перегрев и сырость, не имеет запаха, обладает массажным эффектом. Указанное создает ощущение комфорта в момент эксплуатации, снимая напряжение с плеч.

В состав трикотажных полотен вводят волокна, **создающие ощущения комфорта и свежести**, используемые для изготовления спортивной одежды для лыжников, велосипедного и конного спорта, для плавания. Из указанного трикотажа изготавливают нижнее белье для бокса, автоспорта и др.

Витебский государственный технологический университет

► Для корпоративной одежды ОАО «Моготекс» создана ткань из смеси хлопковых (54 %) и полиэфирных волокон (46 %). Ткань применяется также для пошива одежды для работников сферы услуг и жилищно-коммунального хозяйства, а также производственной и повседневной одежды [44].

► В последнее время принимаются во внимание существенные **специфические различия в оценке комфорта носки пользователями разных полов**. Выявлено, что женщины предпочитают более высокую (на 0,5 К) температуру в помещении по сравнению с мужчинами.

Возраст людей оказывает статистически несущественное влияние на термочувствительность (меньше 0,5 К). Считается, что человек чувствует себя комфортно, если вследствие потоотделения фактор дискомфорта превышает значение 0,6. Это означает, что 60 % поверхности кожи покрыты потом.

► Решается проблема повышения производительности и охраны труда населения, проживающего в лесной и заболоченной местности. Осуществляется поиск защиты человека от укусов кровососущих насекомых.

При этом репеллентную продукцию, выпускаемую в виде спреев, лосьонов, эмульсий наносят как на открытые участки кожи, так и на одежду.

В ассортименте ряда швейных предприятий имеются модели профессиональной одежды «от комаров», «противомоскитные» или «противоэнцефалитные» костюмы, которые специальными отпугивающими веществами не обрабатываются.

Проникновению клещей препятствуют лишь вшивные резинки в капюшоне, на рукавах и брюках. Защитные свойства такой одежды относительны, и достигаются они в ущерб комфортности потребителя.

Примером другого подхода к решению проблемы является создание изделий с вложением кассет с репеллентами [53].

8. МЕТОДЫ ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОДЕЖДЫ

8.1. Цель физиолого-гигиенической оценки одежды и пути изучения ее гигиенических свойств

Физиолого-гигиеническая оценка производится для определения соответствия физико-гигиенических свойств материалов и конструкции одежды условиям жизнедеятельности человека:

- метеорологическим факторам;
- продолжительности непрерывной эксплуатации;
- уровню энергозатрат человека.

Изучение гигиенических свойств одежды осуществляется следующим образом:

- путем исследования одежды непосредственно на человеке;

Витебский государственный технологический университет

● на специальных моделирующих приборах, имитирующих форму тела человека или его отдельных частей.

Гигиенические свойства одежды изучают:

- **в лабораторных условиях** (при дозированной физической нагрузке и при моделировании элементов профессиональной деятельности);
- **в производственных условиях**.

В соответствии с рекомендациями [49], **индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс)** – эмпирический интегральный показатель (выраженный в °С), отражающий сочетание влияния:

- температуры,
- влажности,
- скорости движения воздуха,
- теплового (инфракрасного) облучения на теплообмен человека с окружающей средой.

Оценка соответствия одежды физиолого-гигиеническим требованиям осуществляется также с использованием социально-экспертных методов в условиях **опытной носки одежды**.

Все **методы оценки качества специальной одежды** можно разделить на четыре группы:

1) оценка эргономических показателей качества;
2) оценка защитных свойств;
3) оценка соответствия одежды физиолого-гигиеническим требованиям;
4) оценка качества ниточных соединений деталей одежды.

В **первую группу** включены методы оценки:

- антропометрического соответствия специальной одежды размерам и форме тела человека в статике;
- антропометрического соответствия спецодежды размерам тела человека и его частей в динамике;
- психологического соответствия одежды.

Ко **второй группе** относят методы оценки защитных свойств одежды от:

- радиоактивных веществ;
- электрических полей;
- электро-магнитных полей;
- кислот и щелочей;
- органических растворителей.

Оценка соответствия одежды физиолого-гигиеническим требованиям (**третья группа**) осуществляется путем определения:

- температуры кожи, тела;
- теплового потока;
- энергозатрат;
- теплоощущений;
- показателей микроклимата;
- гемодинамичесикх показателей организма человека и др.

К методам оценки качества ниточных соединений (**четвертая группа**) отнесены методы определения:

Витебский государственный технологический университет

- прочности шва;
- износостойкости ниточных соединений;
- стойкости к действию биологических факторов и др.

8.2. Оценка работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты (СИЗ)

Влияние средств индивидуальной защиты (СИЗ), в том числе и спецодежды, на работоспособность человека определяют путем исследования функционального состояния человека и возможности выполнения работы в заданных условиях.

Работоспособность - способность человека к активной деятельности, характеризуемая возможностью выполнения работы и функциональным состоянием организма в процессе работы («физиологической ценой» работы).

Функциональное состояние организма человека – уровень состояния физиологических функций, меняющийся в зависимости от характера и условий деятельности человека.

Испытание СИЗ включает следующие **этапы**:

1) предварительная оценка влияния СИЗ на подвижность человека;

2) определение работоспособности человека в СИЗ в лабораторных условиях (при дозированной физической нагрузке, в оптимальных микроклиматических условиях);

3) определение работоспособности человека в СИЗ в лабораторных условиях при моделировании основных элементов профессиональной деятельности;

4) определение работоспособности в СИЗ в производственных условиях при наиболее характерных микроклиматических условиях и режимах работы.

8.2.1. Определение работоспособности человека в СИЗ в лабораторных условиях при дозированной физической нагрузке

Дозированная физическая нагрузка должна обеспечиваться восхождением испытателя на двухстороннюю лесенку с двумя ступеньками высотой 25 см и длиной 30 см в заданном ритме.

При испытаниях используют нагрузки **трех степеней тяжести** (таблица 8.1).

Таблица 8.1.

Характеристика дозированной физической нагрузки при испытании спецодежды

Степень тяжести нагрузки	Категория нагрузки	Виды лиц, выполняющих нагрузку	Ритм восхождения в минуту (мощность нагрузки в Вт на 1 кг веса человека)	Энергозатраты
1	2	3	4	5
1(легкая работа, операторская деятельность)	1а	Для женщин и лиц пожилого возраста	10 (0,5)	До 139 Вт (120 ккал/час)
	1б			140-174Вт (130-150 ккал/час)

Витебский государственный технологический университет

Окончание таблицы 8.1

1	2	3	4	5
2 (работа средней тяжести)	2а	Для мужчин при испытании СИЗ, предназначенных для аварийных ситуаций	20 (2)	175 – 232 Вт (151-200 ккал/час)
	2б			233-230 Вт (210-250 ккал/час)
3 (тяжелая работа)	3а	Для мужчин при испытании СИЗ, предназначенных для аварийных ситуаций	40 (2)	Свыше 230 Вт (250 ккал/час)
	3б			

Характеристика выполняемых работ различной степени тяжести представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2.

Характеристика работ различной степени тяжести

Категория выполняемых работ	Характеристика работ
1	2
1а	Работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, **швейном производствах**, в сфере управления и т.п.)
1б	Работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т.п.)
2а	Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий и предметов в положении стоя или сидя (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т.п.)
2б	Работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг (ряд профессий металлургических, кузнечных цехов и др.)
3	Работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением, переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей

Категория работ определяется по формуле [48]

$$Q = 4 \cdot ЧСС - 255,$$

где Q - общие энергозатраты, Вт/м^2;

Витебский государственный технологический университет

ЧСС – среднесменная частота сердечных сокращений, определяемая как средневзвешенная величина с учетом времени, затраченного на выполнение различного вида работ и отдых.

Энергозатраты человека при физическом труде могут быть выражены в единицах работ или мощности с учетом временного фактора при помощи соотношений:

1 Дж соответствует 0,102 кгм;
1 кгм соответствует 9,81 Дж;
1 Вт равен 1Дж/с, или 0,102 ккал/с;
1 кгм/с составляет 9,81 Вт;
1 Вт равен 0,86 ккал/час;
1 ккал/час равна 1,16 Вт.

Режим испытаний:

■ Чередование 20-минутной дозированной физической нагрузки 1-й и 2-й степени тяжести с 10-12-минутной **операторской нагрузкой.**

Дозированная операторская нагрузка осуществляется путем предъявления испытателю серии из 105 последовательных световых сигналов с интервалом 3-5 сек., на которые испытатель реагирует остановкой счетчика времени. **Продолжительность испытаний** – 4 часа.

■ Чередование периодов дозированной физической нагрузки 3 степени до отказа, с 10-12-минутной операторской нагрузкой. **Продолжительность испытаний** – 1 час.

Моделирование профессиональной деятельности должно осуществляться с использованием тренажеров, испытательных стендов и других **имитаторов**, конструкция которых должна воспроизводить основные элементы этой деятельности.

В частности, для определения защитных свойств огнестойких тканей и конструктивных особенностей термозащитной одежды используют специальные манекены-термомены, позволяющие судить о степени воздействия на кожу человека и допустимой площади ожогов по показаниям датчиков.

В качестве **испытателей** специальной одежды привлекаются практически здоровые лица в возрасте 20-40 лет.

Количество испытателей в лабораторных испытаниях – не менее трех; в производственных – не менее 10-ти.

Последовательность проведения работ при определении работоспособности человека в СИЗ в лабораторных условиях:

1) на испытателе закрепляют датчики физиологической аппаратуры;
2) дают ему отдохнуть 10 минут;
3) регистрируют фоновые значения исследуемых показателей;
4) испытателя одевают в полный комплект СИЗ.

Определяют частоту сердечных сокращений и измеряют артериальное давление до, во время, по окончании испытаний с интервалом в 10 мин.

Витебский государственный технологический университет

Определяют **среднюю температуру тела**:

$$t_V = \alpha \cdot t_P + (1 - \alpha) \cdot t_K,$$

где α – коэффициент, определяемый в зависимости от теплоощущений человека: «жарко» - 0,9; «тепло» - 0,8; «комфортно» - 0,7; «прохладно» - 0,65; «холодно» - 0,61;

t_P – ректальная температура, °С;

t_K – средневзвешенная температура кожи, °С, определяемая измерением температуры кожи в пяти областях поверхности тела:

$$t_K = \sum \alpha'_i \cdot t_i,$$

где α'_i - коэффициент, определяемый для каждой из областей по таблице 8.3.

Таблица 8.3.

Значения коэффициента α'_i

Область измерения температуры	α'_i
1	2
Лоб	0,07
Грудь	0,5
Кисть	0,05
Бедро	0,18
Голень	0,2

В процессе испытаний осуществляется **самооценка** испытателем ограничения движений при ходьбе, наклонах туловища, приседаниях, поднимании и отведении рук и ног, вращении головой, имитации основных элементов профессиональной деятельности.

Оценка подвижности производится по **пятибалльной шкале**:

5 – подвижность не ограничена;

4 – движения в полном объеме с незначительным усилием;

3 – движения в ограниченном объеме с умеренным усилием;

2 – движения в ограниченном объеме с выраженным усилием;

1 – движения в заданном объеме невозможны.

Определяется также **выносливость к статической нагрузке, острота зрения, порог слышимости**.

Производится **самооценка** испытателем функционального состояния по **показателям психофизиологического комфорта** по 5-ти балльной шкале:

5 – высокий уровень комфорта (самочувствие очень хорошее);

4 – самочувствие хорошее;

3 – незначительный дискомфорт;

2 – выраженный дискомфорт;

1 – резкий дискомфорт.

Границей допустимого состояния самочувствия является самооценка в 3 балла.

Витебский государственный технологический университет

Самооценка испытателем **работоспособности** производится по 5-ти балльной шкале [33]:

5 – работоспособность высокая;

4 – слегка снижена;

3 – умеренно снижена;

2 – значительно снижена;

1 – неработоспособный.

Испытания прекращают при отказе испытателя от продолжения работы или функциональных сдвигах, указанных в таблице 8.4.

Таблица 8.4.

Параметры оперативного контроля за состоянием испытателя, требующие прекращения испытания [33]

Оцениваемый показатель	Физическая нагрузка		
	1-й степени (легкая работа. Операторская деятельность)	2-й степени (работа средней тяжести)	3-й степени (тяжелая работа)
1	2	3	4
Частота сердечных сокращений, мин$^{-1}$	110	150	180
Артериальное давление, мм рт. ст.	145/90	169/110	180/120
Пульсовое давление, мм рт. ст	20	30	35
Ректальная температура, °С:			
верхняя граница	38,5	38,6	38,7
нижняя граница	36,1	36,4	36,7
Средневзвешенная температура кожи, °С:			
верхняя граница	38,5	38,4	38,0
нижняя граница	25,0	25,0	25,0
Самооценка функционального состояния	Выраженный дискомфорт		
Самооценка работоспособности	Работоспособность значительно снижена		

8.2.2. Определение работоспособности в производственных условиях

Каждый испытатель должен работать в оцениваемом СИЗ не менее пяти дней (рабочих смен). **Выбор показателей** функционального состояния, периодичность их регистрации определяется характером и условиями деятельности. **Интервал между замерами** не должен превышать 1 час. **Периодичность самооценки** испытателем функционального состояния и работоспособности – не реже одного раза в 30 минут.

Витебский государственный технологический университет

Оценка работоспособности человека может быть осуществлена на специальных стендах-имитаторах, где испытуемый совершает движения, характерные для определенной профессии. При этом исследуется: кровообращение человека, дыхание, выносливость мышц к статическим и динамическим нагрузкам, состояние центральной нервной системы, потребление кислорода и выдыхание углекислого газа, умственная работоспособность и др.

8.3. Методы изучения теплового состояния человека в СИЗ

8.3.1. Методы измерения температуры тела и кожи (биотермометрия)

Тепловое состояние человека характеризуется определенным уровнем системы терморегуляции, поддерживающим в ходе жизнедеятельности оптимальные соотношения между теплопродукцией, теплосодержанием и теплообменом организма со средой обитания.

Оценка средней температуры тела (t_V) может быть осуществлена с помощью линейной комбинации температур **«ядра»** ($t_Я$) и **«оболочки»** (t_S). Температуру ядра можно определить различными способами: в подмышечной впадине, через рот (оральная), через слуховой проход, через прямую кишку (ректальная). Принято считать, что нормальная температура в прямой кишке t_P (около 37 °С) на 0,2-0,3° выше, чем в полости рта, и на 0,3-0,4° выше, чем в подмышечной впадине.

Из общепринятых и доступных способов измерения температуры «ядра» ($t_Я$) очевидно, в СИЗ наиболее надежным и точным представляется измерение **ректальной** температуры. Вследствие глубокого расположения в организме прямая кишка хорошо термоизолирована и незначительно реагирует на изменение скорости кровотока. Ее температура близка к температуре крови в аорте, и изменение температуры в аорте быстро сказывается на показаниях ректальной температуры. Поэтому ректальная температура мало изменчива при резких и кратковременных тепловых воздействиях на кожу.

Измерение только температуры «ядра» не позволяет установить истинную величину изменения теплосодержания. Вследствие теплообмена человека с окружающей средой происходит скрытое перераспределение температур между «ядром» и «оболочкой».

В условиях жизнедеятельности человека в СИЗ повышенная теплопродукция организма требует стимуляции механизмов тепло- и влаговыделения. Это достигается применением кондуктивного охлаждения тела или принудительной вентиляции подкостюмного пространства.

Кожный покров играет решающую роль в работе системы терморегуляции организма человека. Холодовые ($\approx 10^5$ шт.) и тепловые ($\approx 10^4$ шт.) рецепторы кожи, являясь индикаторами температурных условий на границе «тело человека – среда», оказывают через центральную нервную систему существенное влияние на теплопродукцию человека.

Витебский государственный технологический университет

Поэтому интегральная по поверхности температура кожи (t_S) имеет существенное значение при оценке направленности и интенсивности теплообмена человека с окружающей средой.

Общая формула для расчета средней температуры тела

$$t_V = \alpha\, t_Я + \beta\, t_S\,,$$

где $t_Я$ – температура «ядра;

t_S – температура «оболочки»;

α, β – коэффициенты, зависимые от условий теплообмена и связанные следующим образом: $\alpha + \beta = 1$

В настоящее время известен ряд методов определения t_S. Как правило, эти методы основываются на измерении температуры кожи (t_K) в нескольких точках и последующем расчете средневзвешенной температуры кожи ($t_{C.B.K}$). Достоверность $t_{C.B.K.}$ растет с увеличением количества точек измерения и степени, с которой каждая i–я выбранная точка отражает равновесную температуру i–той области (F_i) к общей поверхности тела человека ($F_ч$).

Таким образом расчет $t_{C.B.K}$ проводится согласно выражению:

$$t_{C.B.K} = \sum a_i t_{K_i},$$

где $\sum \alpha_i t_{K_i}$ принимается **равной единице.**

При определении $a_i = F_i / F_ч$ **(1/100)** обычно пользуются соотношениями площадей тела человека (табл.8.5).

Таблица 8.5.

Соотношение областей тела с общей поверхностью тела человека

Область поверхности тела	Отношение области тела к общей поверхности тела
1	2
Лоб	0,0886
Туловище	0,340
Плечо	0,134
Кисть	0,045
Бедро	0,230
Голень	0,125
Стопа	0,0644

Для измерения температуры биологических объектов используют медицинские термометры (биотермометры). Их конструкция зависит от области тела, в которой устанавливают датчики, а также от термометрического эффекта, на котором основан принцип работы термометра (тепловое расширение, изменение электрического сопротивления, тепловое излучение и др.).

Витебский государственный технологический университет

На внутренней и внешней оболочках защитного костюма могут быть установлены датчики температуры, что позволит оценить имеющуюся термоэкспозицию, параметры термопередачи и судить о наличии механических дефектов в защитной одежде.

На защитной одежде также могут быть установлены элементы, чувствительные к прилагаемым усилиям, из определенных полупроводниковых материалов, которые позволяют определять параметры пульса и дыхания на груди, шее и руках. Это позволяет судить в том числе о наличии стресса у носчика одежды.

8.3.2 Методы определения теплопродукции человека (биокалориметрия)

Наряду с биотермометрией, большую роль при изучении теплового состояния человека в СИЗ играют методы биокалориметрии, различные модификации которых служат для измерения энергозатрат, теплопродукции, тепло- и влаговыделений и структуры теплового баланса человека.

Изучение тепловых эффектов, протекающих в живом организме – теплопродукции и тепловыделений человека - осуществляют с применением методов **прямой и непрямой (косвенной) калориметрии**. В первом случае применяют биокалориметры различных типов: проточные, изотермические, статические, адиабатические, компенсационные, динамические и др. [27]. Указанные выше биокалориметры – это герметические камеры, рабочий объем которых зависит от размеров и характера движений исследуемого биологического объекта. Исследования в таких калоритмических системах проводятся в течение длительного промежутка времени.

Для обеспечения калоритмических исследований человека непосредственно в ходе его жизнедеятельности были предложены **носимые биокалориметры** (наземные, высотные и подводные). Конструкции данных биокалориметров при сохранении эффективной защиты от вредных факторов среды обитания человека (повышенного и пониженного барометрического давления, высоких и низких температур, радиации, химических веществ и др.), обеспечивают измерение показателей теплового состояния человека.

При проведении исследований энергообмена организма человека методом **непрямой калориметрии** (газового анализа) исходят из величины поглощения кислорода и его энергетической стоимости. В данном случае с учетом дыхательного коэффициента рассчитывают энергозатраты человека.

Для исследования энергозатрат организма могут использоваться специальные камеры, однако они не нашли практического применения вследствие их сложности и дороговизны. Более широкое распространение получили газоаналитические методы, согласно которым энергозатраты определяются объемом выдыхаемого воздуха с последующим анализом содержания в нем кислорода и углекислого газа.

Теплопродукцию Qт.п. рассчитывают исходя из **энергозатрат** $Q_{Э.Т}$ и термического коэффициента полезного действия η. Энергозатраты $Q_{Э.Т}$ уста-

Витебский государственный технологический университет

навливают по количеству поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа.

Определяют дыхательный коэффициент как отношение объема выделенного углекислого газа (Vco_2) к объему поглощенного кислорода (Vo_2) за это же время:

$$Д = \frac{Vco_{2(ВЫДЕЛ)}}{Vo_{2(ПОГЛ)}}$$

При окислении углеводов количество образовавшегося углекислого газа и количество затраченного (поглощенного) кислорода равны, следовательно, дыхательный коэффициент *Д*=1. При окислении жиров и белков дыхательный коэффициент будет ниже единицы. При окислении жиров *Д*=0,7; смешанной пищи - *Д*=0,85-0,9 [3].

По значению дыхательного коэффициента определяют теплотворную способность окисляемых в организме веществ. Для этого устанавливают тепловой эквивалент **К** (калорический коэффициент) 1 литра поглощенного кислорода.

Калорическим или тепловым коэффициентом называют количество тепла, освобождаемое при сгорании 1 г вещества [3]. Калорические коэффициенты основных питательных веществ таковы: для углеводов ***К***=5 Вт, белков ***К***=4,85 Вт, жиров ***К***=4,7 Вт, смешанной пищи – ***К***= 4,5 Вт.

8.3.3. Методы оценки потоотделений человека

К методам оценки потовыделений человека относят **визуальный, калориметрический, электрометрический. Визуальный** метод позволяет ориентировочно судить о потоотделении человека. Для количественного учета потоотделения может быть использована фильтровальная бумага, вата и др. (простое промокание). Метод неточен. Для повышения точности могут быть использованы специальные емкости с влагопоглощающим веществом. Эти емкости размещают на различных участках тела. Потоотделение определяют по приросту массы влагопоглощающего вещества.

Эффективность потоотделения – это отношение количества испарившегося пота к общему количеству влагопотерь. **Влагопотери** определяются взвешиванием одежды до и после эксперимента.

Согласно **калориметрическому** методу определяют интенсивность потовыделений по степени изменения цвета ряда химических веществ (например, лакмусовой бумаги, соединений йода, касторового масла и т.д.).

Калориметрический метод обладает невысокой точностью, статичностью, искажает картину процесса потовыделений в зоне контакта индикатора с поверхностью кожи, нет возможности количественно оценить потоотделение.

В соответствии с **электрометрическим методом,** количество выделившегося пота определяют как функцию изменения электропроводности кожи. При получении информации электрометрический метод является локальным.

Витебский государственный технологический университет

Наиболее доступным из методов является **взвешивание** человека до и после эксперимента, по результатам которого оценивают влагопотери. При этом для взвешивания необходимо прерывать выполнение физической работы испытателем.

Общим недостатком этих методов является плохая их приспособляемость для использования в условиях СИЗ.

Ученые Гонконгского института текстиля и одежды сконструировали **«теплокровный» манекен**, который имитирует способность человека потеть. С использованием манекена создается возможность проверки того, как те или иные материалы реагируют на потоотделение людей. Температура манекена поддерживается на уровне 37°С благодаря циркуляции горячей воды внутри него. Установленные датчики считывают показания интенсивности потоотделения в зависимости от влажности, температуры и давления в помещении, где проводятся испытания. Манекен предложен к использованию для испытаний одежды для отдыха, спорта, военной и космической экипировки [28].

8.3.4. Методы определения показателей микроклимата под одеждой

Микроклимат под одеждой оценивается: **температурой, влажностью, скоростью движения воздуха под одеждой, вентилируемостью пододежного пространства.**

Температуру воздуха между телом и одеждой измеряют с помощью термопар и металлических или полупроводниковых термометров сопротивления.

Влажность воздуха под одеждой определяют с использованием электропсихрометрического и сорбционного методов. **Электропсихрометрический** метод основан на измерении температуры по сухому и влажному термометрам, помещенным в пододежное пространство. Недостаток метода состоит в необходимости частого смачивания одного из термоэлементов, вследствие чего искажается микроклимат пододежного пространства.

Сорбционный метод основан на изменении электропроводности некоторых материалов в зависимости от изменения влажности окружающего их воздуха. В данном случае используют влагочувствительные пленки. В гигиенических исследований используют также цветовые гигрометры, действие которых основано на изменении цвета химических веществ при изменении относительной влажности воздуха. Однако время для принятия бумагой соответствующего цвета большое - от 30 минут до двух часов.

Вентилируемость одежды - обмен воздуха в ее порах, прослойках и пододежном пространстве. Определяется методом карбоксидометрии, в основе которого лежит поглощение углекислого газа химическими веществами. Вентилируемость может быть рассчитана:

- по содержанию углекислого газа в окружающем и пододежном воздухе и количеству углекислого газа, выделяемого через кожу за определенный интервал времени;

Витебский государственный технологический университет

- по абсолютной влажности пододежного и окружающего воздуха и количеству влаги, удаленной из-под одежды путем вентиляции.

Для оценки уровня вентиляции воздуха под одеждой предлагается использовать следующую формулу:

$$W = q_{вен} - q_{зак} / q_{обн} - q_{зак},$$

где W – коэффициент эффективности вентиляции под одеждой,
$q_{обн}$ – плотность теплового потока с обнаженной поверхности;
$q_{зак}$ – плотность теплового потока с закрытой поверхности;
$q_{вен}$ – плотность теплового потока при вентиляции.

Скорость воздуха под одеждой измеряют анемометрами. Измерение скорости движения воздуха под одеждой позволяет получить данные, основанные на сравнении степени замкнутости пододежного пространства в спецодежде различных видов и оценке эффективности использования в конструкции одежды вентиляционных отверстий и устройств.

9. РАЗРАБОТКА ОДЕЖДЫ И МАТЕРИАЛОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Современная концепция разработки одежды должна базироваться не только на обеспечении основных функций – защитной и информационно–эстетической – но и на внедрении новейших разработок в области средств индивидуальной защиты.

В настоящее время ярко выражена тенденция повышения уровня гигиенических требований к материалам, применяемым как в быту, так и в различных областях деятельности человека. Создаются **одежда и материалы нового поколения**.

Создание новаторских текстильных материалов начинается с определения специфических желаемых свойств исходного волокна, его заданной функциональности и заканчивается практическим применением полученного материала в различных тканях в качестве одного из функциональных композитов.

Развитие работ в области создания волокон и нитей происходит в следующих направлениях:

► **колористическом** - использование функциональных красителей: фото-, термо- или гидрохромных; создание тканей, меняющих свой цвет под действием света, ультрафиолетового излучения, температуры, воды. Они выполняют функции «живых», «веселых» тканей;

► **интеллектуальном** – создание электронного текстиля (e-textiles), где используется совокупность текстиля, электроники и специальных химических веществ (функциональных красителей и др.);

Витебский государственный технологический университет

► **создание волокон с уникальными антибактериальными, бактерицидными, бактериостатическими и др. свойствами**.

Различия между тремя указанными видами материалов следующие [51]:

- **антибактериальные полотна** препятствуют полиферации (размножению) бактерий благодаря действию активного вещества, которое наносится на ткань в процессе отделки. Однако оно постепенно удаляется с ее поверхности под воздействием стирок;
- **бактерицидные полотна** уничтожают бактерии под действием мощного антисептика, разрушающего микроорганизмы. Они применяются главным образом в медицине;
- **бактериостатические полотна** останавливают процесс размножения бактерий, не убивая их. Активное вещество более или менее устойчиво к стирке, потому что вводится внутрь волокон, таким образом, его действие длительно сохраняется.

Внедренные в волокно бактерицидные и бактериостатические агенты сокращают естественную популяцию бактерий на теле человека, а также ограничивают рост числа бактерий, обеспечивая необходимое для естественного баланса кожи количество дружественных человеку микроорганизмов. Антибактериальный агент может быть введен в состав волокна во время прядения или на заключительных стадиях отделки.

Многие из производимых сегодня текстильных материалов обладают бактериостатическими свойствами. К настоящему времени созданы две хорошо разработанные **технологии создания бактериостатического эффекта** и разрабатывается третья:

1) **финишная отделка (аппретирование),**
2) **инжекционная обработка,**
3) использование процесса электронной обработки и процесса **прививки (графтинга)** активного вещества.

Аппретирование – это простая технология. Она состоит в нанесении химического антибактериального вещества на полотно при крашении, т.е. на последнем этапе производства. Такой способ уже давно подвергается критике из-за нестойкости наносимого препарата при стирке, так что антибактериальный эффект обычно исчезает через 5 – 6 стирок. Однако недавние разработки позволили сохранять активность антибактериального препарата даже после 50 стирок.

Инжекция – свойства ткани задаются на этапе формования, когда антибактериальное вещество внедряется внутрь самого полимера. Оно впрыскивается в ткань через микротрещины, возникающие на поверхности волокна под действием очень высокой температуры, непосредственно перед охлаждением, когда происходит сжатие волокна. Часто в волокно внедряется не одно, а сочетание двух или нескольких веществ.

Прививка (графтинг) – представляет собой электронную обработку (активацию) материала с присоединением по активным центрам антибактериального агента.

Витебский государственный технологический университет

В качестве **примеров** ниже представлены лишь некоторые отдельно взятые представители материалов нового поколения, предназначенные для различных областей применения: в первую очередь, для изготовления женского белья, а также одежды для детей, спортивной, профессиональной и специальной одежды.

▼ Антисептическими свойствами обладает обыкновенное **серебро**. По одной из разработанных технологий - X-STATIC (NOBLE) - на поверхность волокна прочно наносится особое покрытие из чистого серебра (до 15 %). Серебро, находящееся на поверхности, взаимодействует с бактериями, убивая их. Эффективность – 99,9 % в течение одного часа. Ткань сохраняет антибактериальные свойства после более чем 250 стирок [51].

Преимущество волокна X-STatic состоит в том, что серебро, как антибактериальное вещество, лучше действует в жарком и влажном климате, как раз там, где размножение микробов осуществляется с большей легкостью. Из всех химических элементов серебро обладает наилучшей электропроводностью. Поэтому небольшое количество X-Static в полотне действует как антистатик, т.е. снимает электростатический заряд, вызываемый трением.

Рекомендуемое применение – изготовление спортивной и повседневной верхней одежды.

Компанией Nylstar разработана уникальная технология, при которой добавки на базе **ионов серебра**, препятствующие развитию микроорганизмов, внедряются уже на стадии плавления полимера, а при прядении обеспечивается защита от «миграции» агента на кожу человека [47].

Одним из эффективных способов создания биологически активных волокнистых материалов является химическая модификация волокон соответствующими лекарственными препаратами. **Биологически активные волокна** представляют собой группу волокон, обладающих собственной способностью проявлять то или иное терапевтическое действие, что позволяет использовать их в качестве лечебно-профилактических средств.

К биологически активным волокнам отнесены антимикробные, противовоспалительные, анестезирующие, кровесвертывающие, противоожоговые и другие волокна. В результате их использования получают волокнистые материалы, обладающие антимикробной активностью широкого спектра, обезболивающими и другими свойствами.

Разработаны ряд тканых, нетканых конструкционных материалов из биологически активных сырьевых композиций, отличающихся практически неограниченной продолжительностью **антимикробного действия** [35].

Антимикробные материалы предложено использовать для создания **эргономичной одежды,** применяемой в различных областях человеческой жизни [24]. Потребность в такой одежде отражена в таблице 9.1.

Витебский государственный технологический университет

Таблица 9.1.

Эргономичная одежда, используемая в различных областях человеческой жизни

Одежда для сна и отдыха	Одежда для занятий активной физической работой (спорт, производство)	Одежда для различных возрастных групп людей (взрослых, детей)
	Эргономичная одежда	
Одежда для людей с ослабленной иммунной системой (авитаминоз, аллергия)		Одежда для людей с заболеваниями, травмами (проявление дерматита, ожоги)

Материалы, предназначенные для эргономичной одежды, в первую очередь, должны обладать хорошими гигиеническими свойствами: воздухопроницаемостью, гигроскопичностью, паропроницаемостью.

С целью снижения давления одежды на тело человека показатели поверхностной плотности, толщины и жесткости материалов должны быть невысокими. На ощупь материалы не должны вызывать неприятных ощущений, иметь мягкое, «щадящее» туше, т.е. обладать хорошими **тактильными свойствами** [24].

Производство антимикробных материалов успешно развивается как в нашей стране, так и за рубежом. В первых антисептических средствах на текстильных носителях (**тканях**) количество антисептика, необходимого для проявления антимикробной активности, составляло 3 - 9% от массы ткани в зависимости от вида препарата (меди, хлоргексидина и др).

Наиболее экономичными текстильными носителями антимикробных материалов выступают нетканые полотна. Они уступают по ряду физико-химических показателей тканям и трикотажу, но обладают лучшими гигиеническими и стоимостными характеристиками.

Одним из представителей нетканых текстильных полотен является материал, изготовленный из химически облагороженного льняного волокна и содержащий антисептический препарат иодпирон [25]. Такой препарат обладает повышенной антимикробной активностью к ряду микроорганизмов, сохраняет при этом туше (мягкость), используется при изготовлении одежды.

Швейцарской фирмой «Санитизед» разработаны материалы, получаемые на основе производных ртути. Этот препарат был рекомендован для обработки чулочно-носочных изделий.

Включение «медных нитей» в материалы для одежды (в частности, для изготовления **джинсов**) позволило использовать такие свойства меди как противовоспалительное, противоревматическое и способность меди влиять на функциональное состояние кожных покровов.

Витебский государственный технологический университет

Ткани, содержащие препарат гексахлорофен, используются для изготовления **защитной одежды** при работе с возбудителями опасных инфекций (чума, сибирская язва, бруцелез).

Известны ткани, получаемые путем совмещения процессов крашения и антимикробной отделки. Создаются ткани с огнеустойчивыми, антистатичными, бактерицидными и термолегулирующими свойствами.

Разрабатываются также **трикотажные материалы с антибактериальными свойствами**, содержащие акриловое волокно, в которое встроена антимикробная часть.

Наиболее экономичными текстильными носителями антимикробных материалов выступают **нетканые полотна,** уступающие по ряду физико-механических показателей трикотажу, но обладающие лучшими гигиеническими характеристиками [25]. Для изготовления одежды специального назначения широко используется материал, изготовленный из химически облагороженного льняного волокна и содержащий антисептическое вещество.

Способы придания волокнам антимикробных свойств можно объединить в четыре крупные группы [25]:

- **присоединение лекарственных веществ к волокнам** химическими связями;
- **закрепление препаратов в тонкой структуре волокон** по типу соединений включения, или структурная модификация волокон;
- **нанесение средств** в виде труднорастворимых индивидуальных веществ с помощью полимерных покрытий или низкомолекулярных «посредников» - медиаторов;
- **радиационно-химический способ** инициирования процесса сополимеризации.

Таким образом, для улучшения эксплуатационных и гигиенических свойств одежды, соответствующей современным требованиям, необходимо:

- рассматривать одежду как единую систему: «человек – нательное белье – промежуточная одежда – верхняя одежда»;
- использовать для производства одежды биологически активные материалы, обладающие терапевтическими свойствами, а также другие новые материалы, повышающие комфортность изделий;
- использовать структуру материалов для одежды, повышающую комфортность одежды и обеспечивающую отвод пота и других выделений от кожи человека.

▼ Предложена **«самоочищающаяся»,** биоактивная ткань, в которую имплантированы бактерии, удаляющие из нее грязь, следы пота и неприятные запахи.

На идею самоочищающейся одежды ученых натолкнул лотос, листья которого известны своей способностью «самоочищаться», отталкивая воду и грязь. Чтобы воспроизвести этот эффект, группа ученых использовала серебряные нано-частицы, толщина которых составляет одну тысячную человеческого

Витебский государственный технологический университет

волоса. Эти частицы создают мини-выступы на ткани благодаря особому тонкому полимерному покрытию, накладываемому на ткань.

▼ Фирмой Outlast Technologies разработан материал Outlast, волокна которого переплетены с микрокапсулами, наполненными парафином, что позволяет им **регулировать тепло тела** в зависимости от внешней температуры (используется в одежде для лыжников).

Предложена новационная ткань со встроенной системой обогрева для создания **очень теплой одежды** (США). Роль традиционных проводов играют **микроволокна из нержавеющей стали**, толщина которых меньше человеческого волоса. По мягкости волокно не отличается от обычных нитей и не повреждается при стирке и носке. За два с половиной часа одежда из такой ткани может разогреться до 48 градусов. В качестве элементов питания используются литиевые батарейки.

Термобелье демонстрирует высокую приспособляемость к изменяющимся температурным показателям тела, полностью отсутствует вероятность возникновения перегрева и дискомфорта при его эксплуатации.

Возможно появление одежды, которая будет пропускать некоторое количество солнечных лучей для получения загара, не раздеваясь.

▼ Создана ткань, **предотвращающая старение кожи** (Южная Корея). Волокно этого материала состоит из растительных протеинов бобов сои. Производство **соевой ткани** примерно в три раза дешевле, чем производство ткани из шелка. Указанная ткань более полезна для здоровья, поскольку вещества, содержащиеся в соевых бобах, оказывают благотворное влияние на кожу [20].

▼ Создаются материалы, блокирующие альфа-частицы, бета- и гамма-лучи.

▼ В Германии создан функциональный текстильный материал, который в течение длительного времени сохраняет яркость окрасок у **сигнальной и атмосфероустойчивой** защитной одежды. Он обладает специальным заполнением, при котором каждая пряжа прочной полиэфирной ткани полностью обволокнена смесью полимеров. При этом обеспечивается противодействие глубокому прониканию частиц грязи.

▼ Изобретена «**витаминная** майка», созданная из специального витаминосодержащего материала, выдерживающего 30-ти-кратную стирку, которая, возможно, заменит потребление фруктов (Япония).

▼ На рынок выпущены чулки-**аэрозоль**, которые не надо надевать, их наносят ровным слоем на ноги из флакона-пульверизатора, содержащего особое вещество, в основе которого – тончайший шелк. При этом кожа окрашивается в бронзовый, терракотовый или телесный цвета.

▼ Создана ткань, в которую вплетены провода, соединяющие **сеть микрофонов** (США). Специальная микросхема сравнивает сигналы от каждого микрофона и таким образом определяет направление, откуда исходит подозрительный звук. Затем полученные данные пересылаются на ближайшие переносные компьютеры [22].

Сырьем для «интеллектуальных» текстильных материалов с разнообразными внутренними структурами служат высокофункциональные волокна с

Белорусский государственный технологический университет

тщательно разработанными и специально подобранными химическими и физическими свойствами.

▼ Электропроводящие полимерные волокна используются для производства **антистатической одежды** и электромагнитного экранирования для снятия заряда или подавления радиопомех.

▼ В странах Юго-Восточной Азии традиционно используют целебные свойства природных явлений и естественных препаратов. Так, предложено белье из специального материала, способного **выделять инфракрасное излучение, поглощающего запахи и улучшающего циркуляцию крови** в местах контакта с телом человека. Носится одежда с пропиткой или присыпкой из разнообразных грязей, металлов и других целебных веществ. Создается линия **«ароматной» одежды**, пропитанной **антистрессовыми отдушками** с запахом лаванды и мяты (Южная Корея).

Отталкиваясь от серьезных разработок в военной и космической отраслях, производители специализированной и спортивной одежды все чаще используют новые технологичные материалы для создания более комфортных и функциональных вещей.

Например, «космето-текстиль» –это текстиль, который содержит **микрокапсулы с косметическими веществами** (для увлажнения кожи – обыкновенный увлажняющий крем), для **поглощения неприятных запахов**, с витаминами или активными веществами для похудения; текстиль, помогающий проводить незаметную **депиляцию волос** или стимулирующий **микроциркуляцию кожи.**

Предложены для производства разнообразные **ароматные ткани**. Разработана уникальная технология удержания микроскопических капель ароматизирующего состава внутри миниатюрных капсул. Эти капсулы устойчивы к воздействию влаги, сухой чистки и машинной стирки; они предохраняют содержимое от испарения, окисления и загрязнения. Капсулы – 1 млн. на 1 кв. см - скрыты внутри волокна или в толще ткани и активизируются в момент движения или соприкосновения. Капсулы открываются и высвобождают скрытые в них ароматы в окружающую атмосферу.

Сферы применения – антибактериальные футболки и нательное белье; одежда со встроенными репеллентами для отпугивания насекомых; одежда, которая не сушит кожу во время носки; дезодорирующая одежда для спорта и активного отдыха; чулки, колготки, гольфы, мокасины; ароматная мебель, портьеры, ковры.

Французская компания Triumph International предложила женское белье с увлажняющей и смягчающей кожу пропиткой алоэ-вера.

Разработано **антиникотиновое женское белье** (Япония), пропитанное специальным составом, который начинает испаряться при температуре человеческого тела.

Японская компания Gunze Ltd. выпустила новые линии женского белья и колготок под названием VIFA. Разработчики использовали специальный материал, содержащий экстракты и различные отдушки различных веществ (кофеина, грейпфрута, перца, укропа), воздействующих на организм даже после мно-

Витебский государственный технологический университет

гократных стирок. Указанное белье может использоваться в качестве **средства для похудения.**

В Японии появились джинсы, **увлажняющие кожу**, а во Франции компания Variance производит бюстгальтер со специальными снимаемыми прокладками, которые пропитаны увлажняющим лосьоном, содержащим экстракты коричневых водорослей Padina Pfvonika, известных подтягивающими, увлажняющими и тонизирующими свойствами.

С этим же эффектом выпускаются колготки, увлажняющие кожу. Расслабляющие мышцы или с эффектом похудения; специальные колготки и носки, помогающие регулировать кровяное давление в ногах, а также дающие эффект **микромассажа** для борьбы с целлюлитом.

Следует отметить, что новые материалы, аэрозоли, ароматизаторы, пропитки могут оказывать как положительное, так и негативное влияние на здоровье человека и должны подвергаться тщательным испытаниям на отсутствие вредных веществ.

▼ Итальянские модельеры изобрели сорочку для мужчин из специальной ткани, в которой смешаны волокна нейлона и нитинола. Нитинол способен «запоминать» форму, которую ему придали изначально. При определенной температуре даже очень мятая ткань «сама» разглаживается. Ее не надо гладить, кроме того, ткань запрограммирована таким образом, что рукава сами закатываются, если очень жарко.

▼ Компанией Cheil Industries запущена новая модель делового **костюма** Ki, под мышками и в промежности которого прикреплены пакетики с порошком, **блокирующим электромагнитное излучение** компьютера и телеэкрана и дающими хозяину костюма заряд энергии и бодрости.

▼ Немецкими исследователями предложена разработка, представляющая собой **нижнее белье** с вмонтированной системой анализа информации для постоянного **контроля сердечного ритма и движений человека**. Информация может быть не только сохранена в памяти, но позволяет принимать решение о необходимости консультации или экстренной помощи [21].

В США создана система, которая охватывает, контролирует и анализирует **функции человеческого тела** и состоит из рубашки с короткими рукавами, записывающего устройства и математической программы для анализа и передачи сообщений. После переработки информации с помощью запатентованного алгоритма система интегрирует субъективную информацию о пациенте из встроенного электронного «дневника».

▼ Компанией EM Trading предложены бюстгальтеры, **защищающие от электромагнитного излучения**: в ткань вплетены нити с медным покрытием.

Разработаны футболки Pace Protector для носителей кардиостимуляторов, которые защищают их от воздействия электромагнитных волн мобильных телефонов.

▼ **Термобелье** демонстрирует высокую приспособляемость к изменяющимся температурным показателям тела, полностью отсутствует вероятность возникновения перегрева и дискомфорта при его эксплуатации.

Российский государственный университет

▼ Разработан **пилостойкий трикотаж**, предотвращающий порезы пилой. Он необходим в одежде, предназначенной для профессий, связанных с повышенным травматизмом при работе с режущими инструментами (лесорубы, слесари и т.д.). Защитные свойства трикотажа достигаются благодаря особому четырехслойному плетению полотна, которое останавливает работу пилоинструментов, резостойкие волокна удерживают зубцы пилы.

▼ Безопасность в условиях с плохой видимостью осуществляет **флуоресцентный** трикотаж с дальностью светоотражения до 3 км при дневном освещении.

▼ В состав трикотажных полотен вводят волокна, **создающие ощущения комфорта и свежести**, используемые для изготовления спортивной одежды для лыжников, велосипедного и конного спорта, для плавания. Из указанного трикотажа изготавливают нижнее белье для бокса, автоспорта и др.

▼ Одним из вариантов материала, используемого для изготовления специальной одежды краткосрочного использования (СпКИ), является нетканый материал, состоящий из термосклеенных в процессе прядения полиолефиновых волокон с дальнейшим их термоскреплением и образованием сплошной полиэтиленовой пленки на поверхности материала.

Такой материал задерживает основную массу пылевых частиц размером до 0,5 мкм. Однако у этого материала низкие показатели гигроскопичности, воздухопроницаемости и прочности. Малая прочность на раздир создает опасность при работах в условиях агрессивных сред из-за возможного нарушения целостности спецодежды при механических повреждениях материала, а низкая гигроскопичность при недостаточной воздухопроницаемости ухудшает комфортность спецодежды и ограничивает продолжительность работы в ней.

▼ Находят широкое применение **полипропиленовые волокна и нити**. Актуально использование полипропилена для медицинских целей (в частности, гигиенического белья). Белье, изготовленное с применением полипропиленовых волокон, имеет большую комфортность, чем 100 %-е хлопчатобумажное. Полипропилен высокоустойчив к действию грибков, микроорганизмов, не повреждается насекомыми и нейтрален по отношению к клеткам человеческого тела. Однако некоторые добавки к волокну могут изменить ситуацию. Возможно также размножение бактерий в слое поверхностного загрязнения при небрежном уходе [38].

Предотвращает рост бактерий и грибков введение внутрь волокна в качестве антибактериального вещества триклозана фирмы Giba (Silfresh - NOVASETA). Не менее 50 % волокна Silfresh сохраняет свою эффективность «пожизненно». Таким путем производят ацетатные ткани [51].

Название «текстикаменты» происходит от слов «текстиль» и «медикаменты». Эти материалы оказывают антивоспалительное, антиинфекционное или анальгетическое воздействие. Футболки, шорты, повязки для суставов и поясницы японской компании Phiten помогают снимать боль в мышцах и стимулируют кровообращение.

▼ Разработаны ткани на основе хлопка и **модифицированного льна** (котонина), которые по своим гигиеническим свойствам не уступают льняным

Витебский государственный технологический университет

и превышают соответствующие показатели для хлопчатобумажных пряжи и тканей. Установлено, что котонинсодержащие шерстяные ткани обладают уникальными свойствами сочетать в себе теплоту шерсти и прохладу льна [23].

▼ Сегодня многие ведущие производители спортивной экипировки предлагают суперсовременные гидрокостюмы и одежду для профессионалов в разных видах спорта: для пловцов, любителей серфинга, лыж и др. Тепло и прочность костюма обеспечивает неопрен толщиной 4 мм и специальные покрытия, эластичный нейлон делает из них вторую кожу, напоминающую кожу морских животных.

Американская компания Speedo называет новый технологичный материал «быстрая кожа» (fastkin) и предлагает свою версию костюмов и купальников из него как для профессионалов, так и для любителей. «Быстрая кожа» имитирует кожу акулы, скорость и маневренность которой объясняется наличием зубчиков на ее коже.

▼ Одной из лидирующих российских компаний по производству тканей для рабочей и специальной одежды является текстильная торговая компания «**Чайковский текстиль**». Компания выпускает широкий ассортимент материалов для одежды с различным видами отделок.

- **Несминаемая отделка**. Ткани с несминаемой отделкой обретают способность **распрямляться после снятия нагрузки**. Кроме того, они сохраняют все параметры, присущие тканям с малоусадочной отделкой, благодаря которой изменение размеров ткани после мокрой обработки по основе и утку не превышает 3 %.
- **Мягкая отделка**. Ткани с мягкой отделкой обладают особым свойством – **улучшенным грифом**. Кроме того, они сохраняют все параметры, присущие тканям с малоусадочной отделкой, благодаря которой изменение размеров ткани после мокрой обработки по основе и утку не превышает 3 %.
- **Встроенная антистатическая нить**. Встроенная в структуру ткани, антистатическая бикарболоновая нить позволяет избежать накапливания статического электричества (исключает возможность взрыва от искры).
- **Кислотозащитная отделка от 50 % раствора серной кислоты**. Придает ткани кислотонепроницаемость. Ткань защищает человека от попадания на кожу кислот (капли кислоты скатываются с поверхности ткани, либо, если ткань находится в горизонтальном положении, не проникают в течение 6 часов).
- **Кислотозащитная отделка от 50 % раствора серной кислоты**. Придает ткани кислотонепроницаемость. Ткань защищает человека от попадания на кожу кислот (капли кислоты скатываются с поверхности ткани, либо, если ткань находится в горизонтальном положении, не проникают в течение 1,5 часов).
- **Водоотталкивающая отделка**. Препятствует проникновению влаги, не снижая паропроницаемость материала (ткань пропускает пары пота).
- **Масловодоотталкивающая отделка**. Препятствует проникновению воды, масел, не снижая паропроницаемость материала (ткань пропускает пары пота).

Витебский государственный технологический университет

- **Нефтемасловодооталкивающая отделка**. Препятствует проникновению воды, масел, нефтепродуктов тяжелой фракции, не снижая паропроницаемость материала (ткань пропускает пары пота).
- **Малоусадочная отделка**. Базовая отделка для ряда тканей, благодаря которой изменение размеров ткани после мокрой обработки по основе и утку не превышает 3 %.
- **Отделка «стирай-носи»**. Благодаря данной отделке ткань хорошо восстанавливает форму после влажной обработки и обладает высокой несминаемостью в мокром состоянии. Изделия после стирки не требуют глажения.
- **Дышашее микропористое покрытие**. Благодаря покрытию Климат-2, ткань приобретает высокую водоупорность и ветрозащиту, оставаясь при этом паропроницаемой (дышащей). Защищает от мелких частиц грязи, пыли.
- **Малоусадочная отделка**. Базовая отделка для многих тканей, благодаря которой изменение размеров ткани после мокрой обработки по основе и утку не превышает 3 %.
- **Отделка «стирай-носи»**. Благодаря данной отделке ткань хорошо восстанавливает форму после влажной обработки и обладает высокой несминаемостью в мокром состоянии. Изделие после стирки не требует глажения.
- **Грязеудаляющая отделка**. Ткань с грязеудаляющей отделкой приобретает улучшенные потребительские свойства – легкость отстирывания загрязнений.
- **Огнезащитная отделка**. Благодаря данной отделке ткань не плавится, не поддерживает горение при воздействии открытого огня и высоких температур, не тлеет после пребывания в пламени в течение определенного времени и другие.

▼ Крупнейшим предприятием по производству тканей для специальной одежды является белорусское объединение «Могилевский текстиль» (ОАО «Моготекс»). Из общего объема выпускаемой продукции 55 % составляют ткани для специальной одежды. Эта группа представлена как полностью синтетическими, полиэфирными, так и чисто хлопчатобумажными, а также смесовыми тканями. Последние состоят из смеси химических полиэфирных и натуральных хлопковых волокон в различных соотношениях. Ткани содержат электропроводные нити, предохраняющие от накопления статического электричества.

▼ Для улучшения свойств спецодежды современные ученые изучают многовековой опыт создания национальной одежды для конкретных климатических регионов [26]. При этом создается **информационно-графическая база** о теплозащитных, эксплуатационных, технологических, художественных и технологических особенностях народной одежды для труда.

Осуществляется **синтез** национальных традиций и современных технологий проектирования одежды, создаются новые виды средств индивидуальной защиты (СИЗ).

При этом одежда рассматривается как компонент системы «человек – одежда – среда» с учетом взаимосвязи социально-культурных и природных климатических факторов.

Витебский государственный технологический университет

Производят психо-физиологическую оценку спецодежды с использованием **тестов**:

1) **теста САН** (изучение самооценки функционального состояния);

2) **адаптированного теста Спилберга** (исследование реактивной, т.е. актуальной, или личностной тревожности индивидуума);

3) **стандартизированного метода обследования личности** (71 вопрос) - СМОЛ;

4) **метода интегральной оценки** комплекта зимней одежды по региональному температурному дискомфорту.

Тест САН представляет собой карту (таблицу), на которой нанесены 30 пар слов-антонимов, отражающих различные стороны самочувствия, активности и настроения. Каждый показатель характеризует 10 пар слов. Авторы отнесли к категории «самочувствие» характеристики, отражающие силу, здоровье и утомление, к категории «активность» - характеристики движения, подвижности, скорости и темпа протекания функций, к категории «настроение» - характеристики эмоционального состояния.

Преимуществом данного теста перед другими методами субъективной оценки своего состояния заключается в цифровом представлении результатов, что позволяет использовать при обработке последних традиционные методы математической статистики, а также сравнивать при физиолого-гигиенических исследованиях СИЗ индивидуальные реакции различных лиц в одинаковых условиях.

С использованием данного теста можно проследить динамику изменения функционального состояния при работе в СИЗ как у одного, так и у целой группы лиц во времени.

Адаптированный тест Спилберга использовался для изучения тревожности как состояния и свойства личности. Он состоит из двух шкал по 20 вопросов, отражающих актуальную и личностную тревожность. Обработка шкал производится по «ключу» суммированием баллов «прямых» и «обратных» вопросов.

На изменение уровня тревожности личности рекомендуется обращать особое внимание при оценке СИЗ, поскольку уровень тревожности адекватно отражает функциональное состояние организма, состояние психовегетативного равновесия.

Стандартизированный метод обследования личности (СМОЛ) позволяет достаточно полно исследовать различные аспекты личности и актуального психического состояния человека. Тест позволяет получить предварительный материал о некоторых психологических особенностях личности, ее состоянии и косвенно судить о влиянии внешней среды и СИЗ на организм, т.е. об адаптированности испытателя.

СМОЛ состоит из 71 вопроса, которые выявляют реакции испытателя в разных ситуациях. Метод занимает промежуточное место между осознанной субъективной оценкой и исследованием неосознаваемых реакций человека.

Анализ анкетирования **интегральной оценки СИЗ** по температурному дискомфорту, а также по анкете потребителя, использующего данную одежду,

Витебский государственный технологический университет

позволяет выявить определенные конструктивные недостатки у проектируемой специальной одежды.

Использование указанных тестов для психо-физиологической оценки теплозащитной одежды, разрабатываемой с учетом особенностей народной одежды для труда, помогает совершенствовать существующие и разрабатывать новые виды теплозащитной одежды [41].

10. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГИГИЕНЫ ОДЕЖДЫ

Основной целью всех разработок по проектированию одежды с учетом гигиенических требований является улучшение самочувствия человека, создание возможностей для существования в экстремальных условиях охлаждающей и нагревающей среды.

В современном понимании одежда должна выполнять не только главную функцию – **защитную**, но и **оказывать многофункциональное воздействие** на сложные физиологические процессы, происходящие внутри человека: должна постоянно реагировать на изменение факторов окружающей среды и на изменение физиологических показателей организма человека. Это позволяет при проектировании и эксплуатации одежды согласовывать технические характеристики одежды с биологическими характеристиками человека.

При современном подходе к проектированию одежды **анализируется и систематизируется информация о факторах** среды, в которой будет эксплуатироваться одежда; **целях** ее проектирования в связи с конкретным назначением; **параметрах** конструктивных элементов, варьирование которыми позволит достичь выполнения поставленных целей; **количественных ограничениях** диапазонов варьирования всех выявленных **факторов, параметров, целей**.

Такая постановка задач проявляет **системный характер проектирования одежды**, т.е. необходим анализ систем: **«человек – одежда – физическая среда – социальная среда».**

В настоящее время **традиционно актуальными** являются исследования:

- по формированию заданного уровня показателей свойств одежды;
- по разработке рациональных гигиенических свойств одежды для различных условий труда и отдыха;
- по проектированию рациональной теплозащитной одежды для различных климатических и производственных условий и др.

К **важным направлениям научных исследований** можно отнести следующие.

1. **Повышение эффекта взаимодействия человека с изделиями одежды**. Для достижения указанного следует изучать связи в системе «человек – одежда – окружающая среда» в следующих направлениях:

Витебский государственный технологический университет

- **процессы, имеющие место на поверхности кожи в местах контакта одежды;**
- появление **электрических** зарядов на поверхности кожи в местах контакта одежды;
- **механические** действия текстильных материалов на поверхность кожи;
- возможность воздействия с помощью элементов одежды на **биологически** активные точки тела человека;
- создание **микроклимата** в пододежном пространстве, неблагоприятного для развития микроорганизмов.

2. Изучение состояния комфорта (теплового и психоэмоционального) в одежде в зависимости от индивидуальных особенностей физиологии человека.

3. Проведение исследований в области антропологии с учетом физиолого-гигиенических свойств одежды (например, изучать влияние одежды на биомеханические особенности организма).

4. Создание концептуальных моделей проектирования современной спецодежды с учетом региональных особенностей.

5. Постановка проблем, решение которых позволит в корне пересмотреть проектирование, технологию, оборудование для производства одежды:

- разработка и создание материалов и конструкций одежды с уникальными свойствами – например, самообогревающей и самоохлаждающей тело человека; светочувствительной, свето- и тактильнорегулирующей; реагирующей на запахи; одежды с бактериостатическими, антибактериальными, бактерицидными свойствами;
- одежды, способной облегчить физические нагрузки при выполнении движений;
- защитной одежды со свойствами самоотталкивания различных опасных и вредных факторов производственной среды, использующей так называемые материалы и конструктивные элементы с ловушками;
- разработка конструкций одежды и материалов нового поколения, расширяющих физические, психологические, психические возможности человека с целью эффективного выполнения заданной работы, развития интеллекта человека, его знаний, умений, навыков;
- санитарной одежды, очищающей кожу человека от продуктов жизнедеятельности его организма (пота, антропотоксинов и др.);
- разработка одежды разового использования (самосмывающейся, саморастворяющейся и др.).

Витебский государственный технологический университет

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурак, И. И. Гигиена : Учебное пособие для студентов специальности «Лечебно-профилактическое дело» высших учебных заведений / И. И. Бурак, В. П. Филонов, С. М. Соколов ; под ред. И. И. Бурака. – Витебск : ВГМУ, 2002. – 308 с.
2. Румянцев, Г. И. Общая гигиена : учебник для студентов медицинских вузов / Г. И. Румянцев, Е. П. Вишневская, Т. А. Козлова. – Москва : Медицина, 1985. – 432 с.
3. Физиология человека : учебник для студентов медицинских вузов / под ред. Г. И. Косицкого. – 3-е изд. , перераб. и доп. – Москва : Медицина, 1885. – 544 с.
4. Основы физиологии человека : учебник для высших учебных заведений, в 2-х томах / В. Б. Брин [и др.] ; под ред. Б. И. Ткаченко. – Санкт-Петербург : Медицина, 1994. – Т. 1 – 567 с., Т. 2 – 413 с.
5. Делль, Р. А.. Гигиена одежды : учеб. пособие для вузов легкой промышленности / Р. А. Делль., Р. Ф. Афанасьева, З. С. Чубарова. – 2–е изд., перераб. и доп. – Москва : Легпромбытиздат, 1980. – 160 с.
6. Склянников, В. П. Гигиеническая оценка материалов для одежды / Р. Ф. Афанасьева, Е. Н. Машкова. – Москва : 1985. – 144 с.
7. Микова, Е. В. Тепломасообменные свойства материалов и пакетов теплозащитной одежды / Е.В.Микова, Е. Х. Меликов, А. А.Захарова, Ю.А.Салтыкова, Л.Т. Бахшиева // Швейная промышленность. – 2000. – N6. – С. 37-38.
8. Кошмаров, Н. С. Требования и методы испытаний материалов для создания специальной защитной одежды / Н. С. Кошмаров, Н. С. Зубкова, М. А. Базанина //Текстильная промышленность. – 2002. - №1. – С. 27 – 28.
9. Федоровская В. С. Световозвращющие материалы для одежды / В.С. Федоровская // Швейная промышленность. – 2000. – N2. – С. 34 - 35.
10. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Гигиена одежды» для студентов дневного отделения по специальности 28.06.04. –Витебск: ВТИЛП, 1994. – 30 с.
11. Колесников, П. А. Основы проектирования теплозащитной одежды / П. А. Колесников - Москва : Легкая индустрия, 1971. – 112 с.
12. Гутман, Л. М. Новые технические средства для согревания переохлажденных в экстремальных ситуациях / Л .М. Гутман. // Швейная промышленность. - 1999. - N5. - С. 33-35.
13. ГОСТ 12.4.045-87. ССБТ. Костюмы мужские для защиты от повышенных температур. Технические условия. – Взамен ГОСТ 12.4.045 - 78; введ.01-01-89. – Москва : Изд-во стандартов, 1988. – 20 с.

Витебский государственный технологический университет

14. Савельева, И. Н. Художественное проектирование спецодежды для рабочих горячих цехов (основы теории и практики) /И.Н.Савельева. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 208 с.
15. Романов, В. Е. Системный подход к проектированию специальной одежды / В.Е.Романов. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 128 с.
16. Власенко В. И. Одежда для персонала чистых производственных помещений и других сред с контролируемой чистотой воздуха // В. И. Власенко, Н. П. Супрун // Рабочая одежда. - 2004. - № 2 – С.32 –33.
17. B. Piller, Wirkerei- und Striicereiitechik, 41, 1991, 505-508.
18. Гигиенические требования к одежде для детей: Методические указания (утверждены Главным государственным санитарным врачом от 30 сентября 1981 г.).
19. Эглите, Л. А. Особенности проектирования новых видов специальной одежды / Эглите, Л А., Сибилева, Т. Г. // Швейная промышленность. – 2000. - N6. - С. 34-36.
20. Соевый шелк // Ателье Rundschau. – 2003. – № 4. – С. 9.
21. Одежда, которая контролирует функции тела // Рабочая одежда. – 2005. – №1 (18). – С. 10.
22. Андриевский, А. М. Эра «умного» текстиля наступила в России / А. М. Андриевский, А. Е. Белов // Текстильная промышленность. – 2003. – № 3. – С. 51-53.
23. Губина, С. М. Влияние котонина на гигиенические свойства текстильных материалов / С. М. Губина, Г. С. Стокозенко, О. В. Губина, А. П. Морыганов. – Москва : Институт химии растворов РАН, 1988.
24. Мокеева, Н. С. Концепция разработки одежды для людей с различными заболеваниями / Н. С. Мокеева // Швейная промышленность. – 2003. - N2. - С. 30-31.
25. Макарова, Н.А. Современные антимикробные материалы на текстильных носителях / Н. А. Макарова, Б. А. Бузов, В. Ю. Мишаков, Б. В. Залеппа // Текстильная промышленность. - 2002. - N2. - С.32-33.
26. Расторгуева, Л. Н. Методология проектирования и изготовления современной одежды на основе национальных традиций народов Якутии. – Авт. дисс. на соиск. уч. степ. д. т .н. - М.: 2000. – 48 с.
27. Городинский, С. М. Калоритмия в изолирующих средствах защиты человека / С. М. Городинский, А. А.Глушко, Б. В.Орехов. – Москва : Машиностроение, 1976. – 208 с.
28. Новости – Ателье / 2002. - N8. - С.7.
29. Микроорганизмы живут на нашей коже и одежде как звери в джунглях //Geo. – 2002. – №2. – С. 11-113.
30. Чапурина, М. А. Получение антимикробных вискозных материалов с антиадгезионными свойствами / М. А. Чапурина [и др.] // Химические волокна. - 2004. - № 1. – С. 25 – 27.

Витебский государственный технологический университет

31.ГОСТ 29335 – 92. Система стандартов безопасности труда. Костюмы мужские для защиты от пониженных температур. Технические условия. – Введ. 2000-03-01. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 27 с.
32.ГОСТ 29338 – 92. Система стандартов безопасности труда. Костюмы женские для защиты от пониженных температур. Технические условия. – Введ. 2000-03-01. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 30 с.
33.ГОСТ 12.4.061 – 88. Система стандартов безопасности труда. Метод определения работоспособности человека в средствах индивидуальной защиты. – Введ. 1989-07-01. – Москва : Издательство стандартов, 1988. – 14 с.
34.ГОСТ 12.4.176 – 89. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от теплового излучения. Требования к защитным свойствам и метод определения теплового состояния человека. – Введ. 1990-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1989. – 6 с.
35.Савинкин, А. В. Холстопрошивной нетканый материал с антимикробныыми свойствами / А.В. Савинкин, В.М. Горчакова, Б.А. Измайлов // Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль – 2004) : Тезисы докладов. – Москва, 2004. – С. 49-50.
36.ГОСТ 12.4.175 – 88. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная. Нормы проницаемости микроорганизмами. – Введ. 1989-07-01. – Москва : издательство стандартов, 1988. – 2 с.
37.ГОСТ 12.4.142 – 84. Система стандартов безопасности труда. Ткани для специальной защитной одежды. Классификация норм пылепроницаемости. – Введ. 1986-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 1984. – 1 с.
38.Лаврентьева, Е. П. Новые волокна – новые технологии / Лаврентьева Е. П. // Текстильная промышленность. – 2004. - № 5. – С. 22-23.
39.Терентьева, Г. В. Комнатная одежда и тепловой комфорт детей дошкольного возраста /Г. В. Терентьева, О. Г. Иванова, М. П. Ронжина // Медицинская сестра. – 1986. - №2. – С. 36-38.
40.Чубарова, З. С. Методы оценки качества специальной одежды / З. С. Чубарова. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 160 с.
41.Меликов, Е. Х. Сравнительная оценка комплектов зимней одежды для Севера / Меликов Е. Х., Расторгуева Л.Н. // Швейная промышленность. – 1999. - № 1. – С. 33-34.
42.Жигалова, Т. М. Методика аналитического расчета размеров вентиляционных элементов в спецодежде / Т. М. Жигалова, З. С. Чубарова, А. А. Захарова // Швейная промышленность. – 1991. - № 8. – С. 33-34.
43.Кубеко, А. Функциональные ткани в професстональной одежде нового поколения / А. Кубеко //Рабочая одежда и другие средства индивидуальной защиты – 2005. - № 1. – С. 20.

Витебский государственный технологический университет

44.Фомченкова, Л. Н. Новые ткани для профессиональной одежды отечественного производства / Л. Н. Фомченкова // Текстильная промышленность. – 2005. - № 5. – С.30-35.
45. Хозяинов, Ю. С., Шанаурин, В. Н. Медицинская одежда как фактор охраны труда персонала лечебных учреждений / Ю.С.Хозяинов, В.Н.Нанаурин // Рабочая одежда и другие средства индивидуальной защиты. – 2002. - № 2. – С.28-29.
46.Мокеева, Н. С. Разработка одежды для людей, больных диабетом / Н. С. Мокеева, Т. В. Глушкова, О. Н. Харлова, С. В. Дударева, О. В. Сазонова // Швейная промышленность. – 2003. - № 2. – С.32-33.
47.Александров, В. Skinlife приходит в Россию / В. Александров // Текстильная промышленность. – 2002. - № 11. – С.41.
48.Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса (Гигиеническая классификация условий труда). Санитарные правила и нормы СанПиН 11-6-2002 РБ : введ. С 1.04.2003 г. – Минск : Издательство «Белорусский Дом Печати», 2004. – 95 с.
49.Повышение безопасности детей на дорогах. Световозвращающие элементы // Новости. Стандартизация и сертификация. – 2005. - № 2. – С.27-28.
50.Музыкина, О. Светящиеся в ночи / О. Музыкина // Ателье. – 2004. - № 1. – С. 50-51.
51.Бактериостатические полотна // Текстиль. – 2003. - №3. – С. 30-32.
52.Голубев, М. И. Разработка спецодежды для защиты от радиоактивного загрязнения / М. И. Голубев, В. Ю. Мишаков // Рабочая одежда и другие средства индивидуальной защиты. – 2005. - № 2. – С. 8-9.
53.Кокшаров, С. Отделка текстильных изделий для длительной защиты от кровососущих насекомых / С. Кокшаров // Текстиль. – 2003. – № 1. – С. 13-14.
54.Сахарова, Н. А. Разработка эргономически рациональной конструкции комбинезона / Н.А.Сахарова // Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. – 2005. - № 3. – С.4-6.

Витебский государственный технологический университет

Приложение А (обязательное)

Таблица А.1.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕРКЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДОЙ [48]

№ п/п	Что проверяется	Требования нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов по охране труда
1	2	3
1.	Соблюдение нанимателем требований по обеспечению работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ)	На работах с вредными, опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением или осуществляемых в неблагоприятных температурных условиях, наниматель обязан: • обеспечивать выдачу **бесплатно** работникам средств индивидуальной защиты по нормам и в порядке, определяемым Правительством Республики Беларусь или уполномоченным им органам; • Организовать должное содержание (хранение, стирку, чистку, ремонт, дезинфекцию, обезвреживание) средств индивидуальной защиты Наниматель за счет собственных средств может предусматривать по коллективному договору, трудовому договору выдачу работникам средств индивидуальной защиты **сверх установленных норм.**
2.	Порядок обеспечения работников СИЗ согласно отраслевым нормам	Отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты предусматривают обеспечение работников средствами индивидуальной защиты независимо от того, к какой отрасли экономики относятся производства, цехи, участки и виды работ, а также независимо от формы собственности субъектов хозяйствования (п. 1.5 Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, утвержденных постановлением Министерства труда РБ от 28.05.1999 г. № 67)
3.	Соблюдение порядка замены одного вида СИЗ на другой	В отдельных случаях наниматель имеет право, исходя из особенностей производства (выполняемых работ), с разрешения территориального центра гигиены и эпидемиологии (санитарного врача) и государственного инспектора труда и по согласованию с соответствующим профсоюзным органом или иным уполномоченным

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы А.1.

1	2	3
		работником представительным органом **заменить один вид средств индивидуальной защиты**, предусмотренный установленными нормами, **другим, равноценным по защитным свойствам.** Например: - комбинезон хлопчатобумажный может быть заменен костюмом хлопчатобумажным или халатом и наоборот, - костюм хлопчатобумажный – полукомбинезоном с рубашкой (блузой) или сарафаном с блузой и наоборот, - костюм брезентовый – костюмом хлопчатобумажным с огнезащитной или водоотталкивающей пропиткой и наоборот и т.д.
4.	Порядок выдачи СИЗ на основании требований нормативных актов по охране труда	В тех случаях, когда такие средства индивидуальной защиты, как предохранительный пояс, диэлектрические перчатки, защитный шлем, подшлемник, наплечники, налокотники, виброзащитные рукавицы и т. п. не включены в отраслевые или Типовые нормы, они выдаются работникам для обеспечения их безопасности в зависимости от характера выполняемых работ на основании требований нормативных правовых актов по охране труда (правил, стандартов и т.п.) со сроком носки – до износа или как дежурные.
5.	Соблюдение требований по приобретению СИЗ	В соответствии с постановлением Государственного комитета Республики Беларусь по стандартизации, метрологии и сертификации от 16 октября 1998 г. № 14 «О расширении номенклатуры продукции, подлежащей обязательной сертификации», зарегистрированное в государственном реестре 27.10.1998 № 2756/12 (Бюллетень нормативно-правовой информации, 1998 г., № 23) **не допускается приобретение для выдачи работникам средств индивидуальной защиты без сертификата соответствия**.
6.	Соблюдение порядка приемки СИЗ	Приемка от поставщиков каждой партии средств индивидуальной защиты должна проводиться с проверкой их качества и соответствия требованиям стандартов, технических условий,

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы А.1.

1	2	3
		других нормативных документов по охране труда. При несоответствии требованиям нормативной документации средства индивидуальной защиты подлежат возврату с предъявлением в установленном порядке соответствующих претензий. На принятую от поставщиков специальную одежду (на нагрудный карман, рукав и др.) может наноситься несмываемой краской (прикрепляться) **фирменный знак** с кратким наименованием субъекта хозяйствования или его эмблемой.
7.	Соблюдение сроков носки СИЗ	Сроки носки средств индивидуальной защиты: - установлены календарные и исчисляются со дня фактической выдачи работникам, а **для специальной одежды от пониженных температур в указанные сроки включается и время ее хранения в теплое время года;** - могут быть продлены, если работник занят на условиях неполного рабочего времени (неполный рабочий день или неполная рабочая неделя). В этом случае срок носки продляется пропорционально разнице между рабочим временем нормальной продолжительности и фактически отработанным; - выдаваемых в качестве дежурных - в каждом конкретном случае в зависимости от характера и условий труда устанавливаются нанимателем по согласованию с профсоюзным комитетом или другим уполномоченным работниками органом. При этом указанные сроки должны быть не менее сроков носки средств индивидуальной защиты, выдаваемых в индивидуальное пользование.
8.	Соблюдение порядка выдачи работникам одновременно двух	Наниматель по согласованию с профсоюзным либо иным уполномоченным работниками органом может выдавать работникам **одновременно**

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы А.1.

1	2	3
	комплектов СИЗ	**два комплекта специальной одежды** на удвоенный срок носки для улучшения организации ухода за ними.
9.	Соблюдение требований о выдаче СИЗ ученикам, учащимся, студентам и др. при выполнении работ у нанимателя	На время прохождения производственной практики (производственного обучения), инструктором по труду, мастером производственного обучения): - ученикам любых форм обучения, - учащимся профессионально-технических учебных заведений и общеобразовательных учреждений, - студентам средних специальных и высших учебных заведений, - а также работникам, временно выполняющим работу по профессиям и должностям, для которых нормами предусмотрены средства индивидуальной защиты, на время выполнения этой работы средства индивидуальной защиты выдаются в соответствии с нормативами в установленном порядке.
10.	Соблюдение требований по обеспечению работников СИЗ, совмещающих профессии	Работникам, совмещающим профессии или постоянно выполняющим совмещаемые работы, в том числе и комплексных бригадах, помимо выдаваемых им средств индивидуальной защиты по основной профессии должны быть в зависимости от выполняемых работ дополнительно выданы и другие виды средств индивидуальной защиты, предусмотренные нормами для совмещаемой профессии.
11.	Соблюдение порядка обеспечения работников дежурными СИЗ коллективного пользования	Предусмотренные в нормах дежурные средства индивидуальной защиты коллективного пользования должны выдаваться работникам только во время выполнения работ, для которых они предусмотрены, или могут быть закреплены за определенными рабочими местами (например, тулупы – на наружных постах, перчатки диэлектрические – при электроустановках и т.д.) и передаваться от одной смены к другой. В этих случаях средства индивидуальной защиты выдаются под ответственность лиц (мастеров, производителей работ и др.), уполномоченных нанимателем.

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы А.1.

1	2	3
12.	Соблюдение порядка обеспечения работников СИЗ **от пониженных температур** и их хранения	Предусмотренные нормами специальная одежда и специальная обувь от пониженных температур выдаются работникам с наступлением холодного времени года и с наступлением теплого времени сдаются для организованного хранения до следующего сезона. В процессе хранения они подвергаются дезинфекции, очищаются от грязи и пыли, просушиваются, ремонтируются и периодически подвергаются осмотру. Период пользования ими устанавливается нанимателем совместно с профсоюзом или иным уполномоченным работниками представительным органом с учетом местных производственных и климатических условий. По окончании периода пользования специальной одеждой и специальной обувью от пониженных температур их прием на хранение, во избежание обезлички в получении данной одежды и обуви, производится по именному списку. После хранения специальная одежда и специальная обувь от пониженных температур возвращается тем работникам, от которых они были приняты на хранение.
13.	Соблюдение требований по хранению СИЗ	Средства индивидуальной защиты должны храниться с соблюдением требований, установленных в стандартах, технических условиях и другой нормативно-технической документации, в отдельных сухих помещениях, изолированно от каких-либо других предметов и материалов, рассортированных по видам, ростам и защитным свойствам.
13.1	из прорезиненных тканей и резиновую обувь	Одежда из прорезиненных тканей и резиновая обувь хранятся в затемнённых помещениях, шкафах или ящиках при температуре от +5 до +20 °С и относительной влажности воздуха 50-70 % на расстоянии не менее 1 метра от отопительных систем.
14	Соблюдение требований по использованию СИЗ, возвращённых работниками	Средства индивидуальной защиты, возвращённые работниками и пригодные для использования, ремонтируются и используются по назначению, а непригодные для использования –

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы А.1.

1	2	3
		списываются и используются для ремонта средств индивидуальной защиты, находящихся в эксплуатации, а также для производственных нужд или сдаются на переработку, как вторичное сырьё. В тех случаях, когда отдельные виды средств индивидуальной защиты не могут быть приняты для использования в качестве вторичного сырья, они уничтожаются в установленном порядке.
15	Соблюдение условий выдачи работникам СИЗ, бывших в употреблении	Средства индивидуальной защиты, бывшие в употреблении, выдаются другим работникам только после стирки, химчистки, дезинфекции и ремонта. Срок их носки устанавливается в зависимости от степени изношенности и заносится в личную карточку.
16	Соблюдение нанимателем обязанностей по применению работниками СИЗ, уходу за СИЗ и их эксплуатацией	Наниматель обязан: - не допускать выполнение работ без применения работниками необходимых средств индивидуальной защиты; - организовывать надлежащий уход за средствами индивидуальной защиты (своевременно осуществлять химчистку, стирку, ремонт, дегазацию, дезактивацию, обезвреживание и обеспыливание); - заменить или отремонтировать средства индивидуальной защиты, пришедшие в негодность, до истечения установленного срока носки по причинам, не зависящим от работника (такая замена осуществляется на основе соответствующего акта, составленного с участием представителя профсоюза или уполномоченного трудового коллектива); - обеспечивать регулярное, в соответствии с установленными сроками, **испытания и проверку исправности средств индивидуальной защиты**, а также своевременную замену частей с понизившимися защитными свойствами. При выдаче таких средств индивидуальной защиты проводить инструктаж по правилам пользования и простейшим способам проверки исправности этих средств, при необходимости тренировку работников по их применению.

Витебский государственный технологический университет

Продолжение таблицы А.1.

1	2	3
17	Соблюдение нанимателем обязанностей по химчистке, стирке, ремонту, дегазации, дезактивации и др. СИЗ	Химчистка, стирка и ремонт. Дегазация, дезактивация, обезвреживание и обеспыливание средств индивидуальной защиты производится нанимателем: - в сроки, установленные с учётом производственных условий по согласованию с профсоюзом либо иным уполномоченным работниками органом и территориальным центром гигиены и эпидемиологии; - во время, когда работники не заняты на работе (выходные дни или во время индивидуальных перерывов), если нормами не предусмотрена выдача работникам несколько комплектов средств индивидуальной защиты. В случаях загрязнения средств индивидуальной защиты или необходимости в ремонте их ранее установленного срока химчистка, стирка и ремонт производятся досрочно.
18	Соблюдение требований по обработке СИЗ в случае инфекционного заболевания работника	В случае инфекционного заболевания работником средства индивидуальной защиты, которыми он пользовался, и помещение, в котором они хранились, подвергаются дезинфекции по решению территориального центра гигиены и эпидемиологии.

Витебский государственный технологический университет

Библиотека ВГТУ

Учебное издание

Ботезат Луиза Алексеевна

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОДЕЖДЫ

Учебное пособие

Редактор Л.И.Трутченко
Технический редактор Н.В.Карпова
Корректор Т.К.Покатович
Компьютерная верстка Н.В.Карпова

Подписано к печати 11.05.06. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1. Гарнитура «Таймс». Усл.-печ.листов 9.7. Уч.-издат.листов 9,0. Тираж 114 экз. Зак. № 287.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, г.Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»
Лицензия №02330/0133005 от 1 апреля 2004г.

Витебский государственный технологический университет