

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.05.2022 14:09:45

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)**

Кафедра дизайна и индустрии моды

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 13 » 05

2022 г.



**ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА ОДЕЖДЫ**

**Методические указания
по выполнению практических занятий
для студентов направления подготовки 29.03.05**

Курск 2022

УДК 687.022

Составитель Т.А. Добровольская

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Т.М. Ноздрачева*

Физиолого-гигиеническая оценка одежды: методические указания по выполнению практических занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Т.А. Добровольская. - Курск, 2022. - 89 с. - Библиогр.: с. 89.

Содержат методики прогнозирования эффективности гигиеничности одежды разного назначения и обоснованного выбора материалов для ее изготовления на основе предварительного расчета физиологических показателей организма человека. Указывается порядок выполнения практических работ.

Предназначены для студентов направления подготовки 29.03.05 "Конструирование изделий легкой промышленности" дневной и заочной формы обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.
Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. . Тираж 25 экз. Заказ . Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября,94.

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА
ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ОДЕЖДЫ ПРИ
КОМФОРТНОМ САМОЧУВСТВИИ ЧЕЛОВЕКА**
(на примере анализа математической модели Г.М.
Кондратьева)

Цель работы: Изучение характера изменений теплозащитных свойств одежды при изменении метаболизма человека, параметров окружающей среды и их сочетаний.

Задание:

1. Изучить влияние метаболизма человека на теплозащитные свойства одежды.
2. Изучить влияние температуры окружающей среды на теплозащитные свойства одежды.
3. Изучить влияние силы ветра на теплозащитные свойства одежды.

1. Изучение влияния метаболизма человека на теплозащитные свойства одежды

Объектами изучения в работе являются: теплопродукция человека, теплозащитные свойства одежды различных видов, параметры атмосферы.

Ситуационная задача: определить величины термического сопротивления пакетов одежды при различной трудовой активности человека (метаболизм, M , Вт/м) и постоянных параметрах окружающей среды (атмосферы): температура воздуха, $t_{в} = -20^{\circ}\text{C}$, силе ветра - 1 балл, т.е. скорости 1 м/с, что соответствует величине $a = 10,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ (см. таблицу 1). Данные расчетов занести в таблицу 2. Построить график зависимости термического сопротивления одежды от метаболизма.

Таблица 1

Шкала скорости ветра и соответствующих значений
коэффициентов теплоотдачи α , Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)

Сила ветра, баллы	Название ветра	Скорость ветра, v , м/с	Коэффициент теплоотдачи, α , Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)	Сила ветра, баллы	Название ветра	Скорость ветра, v , м/с	Коэффициент теплоотдачи, α , Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)
0	штиль	0,0 - 0,5	7,0	7	крепкий	12,5 – 15,2	58,2
1	тихий	0,6 – 1,7	10,5	8	очень крепкий	15,3 – 18,2	68,7
2	легкий	1,8 – 3,3	16,7	9	шторм	18,3 – 21,5	79,0
3	слабый	3,4 – 5,2	24,2	10	сильный шторм	21,6 – 25,1	91,0
4	умеренный	5,3 – 7,4	32,4	11	жесткий	25,2 – 29,0	105,0
5	свежий	7,5 – 9,8	40,6	12	ураган	больше 29,0	больше 116,3
6	сильный	9,9 – 12,4	49,5				

Таблица 2

Результаты расчета термического сопротивления одежды при переменном метаболизме

Метаболизм, M , Вт/м ²	Показатель тепловой нагрузки, Вт/м ² , $N = \frac{0,78M}{100}$	Коэффициент теплоизоляции, $J = \frac{0,15(33 - t_v)}{N} - \frac{5,7}{\alpha}$	Суммарное термическое сопротивление пакета одежды, $R_{\text{сум}} = 0,175 \cdot J$, (м ² ·°C)/Вт	Термическое сопротивление швейного изделия, $R_{\text{шв.изд}} = R_{\text{сум}} - \frac{R_{\text{белья}}}{(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}}$	Вид одежды
100					
200					
300					
400					
500					

При расчетах выбрать $R_{\text{белья}}$ из таблицы 3.

Таблица 3

Тепловое сопротивление некоторых видов одежды

Вид одежды	Термическое сопротивление одежды, $R_{одежды}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$	Вид одежды	Термическое сопротивление одежды, $R_{одежды}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$
Белье, летнее платье	0,076	Зимняя	0,46
Комнатная (костюм)	0,151	Утепленная зимняя	0,53 – 0,61
Костюм и плащ	0,23	Арктическая	0,68 – 0,91
Пальто демисезонное	0,32 – 0,36	Утепленная арктическая	0,84 – 0,91

Величины метаболизма (M) - энергозатраты человека при различной физической деятельности указаны в таблице 4.

Таблица 4

Энергозатраты человека при различной физической деятельности

Вид физической деятельности	Энергозатраты $\text{Вт}/\text{м}^2$, $O_{эТ}/S$	Термический коэффициент полезного действия, η	Подвижность воздуха, вызываемая движениями человека, м/с
Покой:			
лежа	41,0	0	0
полусидя	47,0	0	0
сидя	58,0	0	0
стоя	70,0	0	0
Ходьба по ровной местности,			
км/час:			
3,2	116,0	0	0,9
4,0	140,0	0	1,1
4,8	151,0	0	1,3
5,6	187,0	0	1,6
6,4	221,0	0	1,8
8,0	338,0	0	2,2
Ходьба по наклонной местности:			
град	км/час		

Окончание таблицы 4

5	1,6	140,0	0,07	0,6
5	3,2	174,0	0,10	0,9
5	4,8	233,0	0,11	1,3
5	6,4	355,0	0,10	1,8
15	1,6	169,0	0,15	0,4
15	3,2	268,0	0,19	0,9
15	4,8	407,0	0,19	1,3
25	1,6	210,0	1,20	0,4
25	3,2	390,0	1,21	0,9
Рытье траншей		349,0	0,2	0,5
Домашняя работа:				
уборка помещения		116,0 - 198,0	0 - 0,1	0,1 - 0,3
приготовление пищи		93,0 - 116,0	0	0 - 0,2
мытьё посуды		93,0	0	0 - 0,2
стирка вручную и утюжка		116,0 - 209,0	0 - 0,1	0 - 0,2
утренний туалет		98,0	0	0 - 0,2
хождение по магазинам		93,0	0	0,2 - 1,0
Канторская работа:				
печатание на механической машинке		64,0 - 70,0	0	0,05
печатание на компьютере		52,0 - 58,0	0	0 - 0,1
Спортивные занятия:				
гимнастика		174,0 - 233,0	0 - 0,1	0,5 - 2,0
теннис		267,0	0 - 0,1	0,5 - 2,0
фехтование		407,0	0	0,5 - 2,0
игра в мяч		419,0	0 - 0,1	0,5 - 2,0
игра в баскетбол		442,0	0 - 0,1	1 - 3,0
борьба		507,0	0 - 0,1	0,2 - 0,3

2. Изучение влияния температуры окружающей среды на теплозащитные свойства одежды

Объектами изучения в работе являются: теплопродукция человека, теплозащитные свойства одежды различных видов, параметры атмосферы.

Ситуационная задача: определить величины термического сопротивления пакетов одежды при изменяющейся температуре окружающего воздуха, постоянном метаболизме ($M=300 \text{ Вт/м}$) и

силе ветра 1 балл, скорость 1 м/с, что соответствует величине $a=10,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ (см. таблицу 1).

Данные занести в таблицу 5, построить график зависимости термического сопротивления одежды R , от температуры окружающего воздуха на осях графика из пункта 1 работы

Таблица 5

Результаты расчета термического сопротивления одежды при переменной температуре окружающего воздуха

Температура воздуха, $t_{\text{в}}, ^\circ\text{С}$	Показатель тепловой нагрузки, $\text{Вт}/\text{м}^2$, $N = \frac{0,78M}{100}$	Коэффициент теплоизоляции, J $J = \frac{0,15(33 - t_{\text{в}})}{N}$ $- \frac{5,7}{\alpha}$	Суммарное термическое сопротивление пакета одежды, $R_{\text{сум}} = 0,175 \cdot J, (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$	Термическое сопротивление швейного изделия, $R_{\text{шв.изд}} = R_{\text{сум}} - \frac{R_{\text{белья}}}{\alpha}$ $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$	Вид одежды
+20					
0					
-20					
-40					

При выполнении этой работы нужно воспользоваться рекомендациями к предыдущей работе.

3. Изучение влияния силы ветра на теплозащитные свойства одежды

Объектами изучения в работе являются: теплопродукция человека, теплозащитные свойства одежды различных видов, параметры атмосферы.

Ситуационная задача: определить величины термического сопротивления пакетов одежды при изменяющейся силе ветра от штиля до урагана (см. таблица 1), постоянном метаболизме ($M=300 \text{ Вт}/\text{м}^2$) и температуре наружного воздуха $t_{\text{в}}=-20^\circ\text{С}$. Данные расчета занести в таблицу 6, построить график зависимости термического сопротивления одежды от скорости ветра на осях графика из пункта 1.

Сделать выводы по работе.

В выводах по пункту 3 работы назвать конструктивные элементы в одежде, обеспечивающие защиту от ветра.

Таблица 6

Температура воздуха, t_a , °C	Метаболизм	Показатель тепловой нагрузки, Вт/м ² , $N = \frac{0,78M}{100}$	Коэффициент теплоотдачи, α	Коэффициент теплоизоляции, $J = \frac{0,15(33 - t_a)}{N}$ $= \frac{5,7}{\alpha}$	Скорость ветра	Суммарное термическое сопротивление пакета одежды, $R_{\text{сум}} = 0,175 \cdot J$, (м ² ·°C)/Вт	Термическое сопротивление швейного изделия, $R_{\text{швейн.изд}} = R_{\text{сум}} - R_{\text{белья}}$, (м ² ·°C)/Вт
-20	300						

Сделать общие выводы по лабораторной работе. Сравнивая графики по работам пунктов 1 - 3, определить факторы, оказывающие наибольшее влияние на теплозащитные свойства одежды при различных климатических условиях. Назвать конструктивные элементы одежды, обеспечивающие защиту при действии каждого фактора в отдельности и при их сочетании.

Контрольные вопросы:

1. От каких факторов зависят теплозащитные свойства одежды?
2. Какой физической величиной оценивают теплозащитные свойства одежды?
3. Какое тепловое сопротивление платья и белья берется в расчетах?
4. Какое влияние на тепловое сопротивление одежды оказывают энергетические затраты человека?
5. Как влияет температура атмосферы на тепловое сопротивление одежды при комфортном состоянии человека?
6. Как изменяется тепловое сопротивление одежды в состоянии комфорта с усилением ветра?
7. По каким формулам можно оценить теплозащитные свойства готовой одежды?
8. Каковы составляющие суммарного теплового сопротивления?
9. Как рассчитывается каждое слагаемое суммарного сопротивления?
10. Как влияет конструкция одежды на ее теплозащитные свойства?
11. Какую роль играют воздушные прослойки в обеспечении тепловой защиты и, при каких внешних условиях?

12. Какая толщина воздушных прослоек считается рациональной?

13. Какая толщина пакета теплозащитной одежды является предельной и почему?

14. Какое влияние на тепловую защиту пакета оказывает его воздухопроницаемость?

15. Что такое воздухопроницаемость, в каких единицах она измеряется, от каких факторов зависит?

16. Какими способами можно уменьшить воздухопроницаемость одежды?

17. Как влияет влажность пакета на его тепловое сопротивление и почему?

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕПЛОВОГО РАСЧЕТА ОДЕЖДЫ

Цель работы: Изучение методик приближенного расчета пакетов теплозащитной одежды.

Задание:

1. Изучить теоретические основы работы.
2. Выполнить расчет теплозащитных свойств одежды по методике Г.М. Кондратьева.
3. Выполнить расчет теплозащитных свойств одежды по методике ЦНИИШП.
4. Определить толщину и состав пакета одежды для отдельных частей тела человека.
5. Рассчитать тепловое сопротивление одежды определенного вида при покое и ходьбе человека.
6. Определить температурные режимы эксплуатации одежды с заданными теплозащитными свойствами.
7. Сформулировать выводы по работе.

Теоретические положения темы

Теплозащитными свойствами материалов и одежды называют *терморегуляционные свойства* и некоторые сочетания

этих свойств с другими, которые в значительной мере влияют на тепловые потери кожного покрова тела одетого человека, возникающие за счет теплопередачи и испарения влаги (пота).

Теплозащитные свойства зависят от их толщины. Толщина материалов определяется их строением, отделкой, а также строением волокон и нитей.

Под **теплопроводностью** материалов для одежды понимают процесс теплопередачи, возникающий внутри слоя, ограниченного изолированными поверхностями материала и состоящего из волокон и воздушных пор.

Теплопроводность текстильных материалов оценивается:

- коэффициентом теплопроводности, λ , Вт/(м²·°С):

$$\lambda = Q \cdot \delta / [S \cdot (T_1 - T_2)], (1)$$

- коэффициентом теплопередачи, К:

$$K = Q / [T(T_1 - T_2)] = \lambda / \delta, (2)$$

- тепловым сопротивлением, R, (м²·°С)/Вт:

$$R = S \cdot \frac{(T_1 - T_2)}{Q} = 1/K, (3)$$

- удельным тепловым сопротивлением, ρ , (м·°С)/Вт:

$$\rho = S \cdot \frac{T_1 - T_2}{b} \cdot Q = R / \delta, (4)$$

- коэффициентом температуропроводности, α :

$$\alpha = \frac{\lambda}{c_v} = \lambda / c \cdot \gamma, (5)$$

где Q - мощность теплового потока, проходящего через пробу материала, Вт; δ - толщина материала, м; S - площадь пробы, м²; T_1 и T_2 - температура поверхностей пробы полотна, °С; α - коэффициент температуропроводности, характеризующий скорость выравнивания температуры внутри тела, т.е. его теплоинерционные свойства, м²/с; C_v - объемная теплоемкость ($C_v = c \cdot \gamma$), представляющая собой количество тепловой энергии,

необходимой для нагревания единицы объема данного вещества, Дж/(м³·°С); c - удельная теплоемкость вещества, Дж/(кг·°С); γ - плотность волокнообразующего материала (объемный вес полимера), г/см³.

Контрольные вопросы:

1. Какие факторы влияют на теплообразование в организме человека?
2. Каковы виды теплоотдачи организма человека?
3. Что такое терморегуляция организма человека и каковы ее виды?
4. Чем определяется тепловой баланс организма человека?
5. Какова сущность процесса переноса тепла через простой слой материала и пакет одежды?
6. Что такое суммарное тепловое сопротивление одежды и, какие факторы влияют на его величину?
7. В чем состоит сущность метода теплового расчета одежды, предложенного Г.М. Кондратьевым?
8. Какова методика теплового расчета одежды, предложенная ЦНИИШПом?
9. Как подобрать пакет материалов одежды исходя из его теплового сопротивления?
10. Что такое коэффициент эффективности утепления и от чего зависит его величина?

ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОВОГО ОБМЕНА И ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: Изучение и анализ показателей, характеризующих тепловой обмен и тепловое состояние человека.

Задание:

1. Изучение методики расчета показателей теплового обмена и теплового состояния человека.
2. Расчет теплопродукции человека.
3. Расчет теплопотерь человека.

4. Определение показателей теплового состояния человека.
5. Анализ результатов работы, формулировка выводов.

Теоретические положения темы

Теплопродукция. Необходимым условием существования любого живого организма является непрерывный обмен веществ с внешней средой. Этот процесс состоит в совокупности химических и физических изменений при превращении веществ в энергию. Потенциальная энергия сложных органических соединений при их расщеплении освобождается и превращается в тепло.

Тепловое состояние организма человека в основном зависит от количества вырабатываемого им тепла - теплопродукции. Интенсивность превращения энергии и обмен веществ в целом находятся в зависимости от индивидуальных особенностей и состояния организма (пола, возраста, веса тела, трудовой деятельности и т.д.), а также от условий внешней среды (температуры, влажности воздуха и т.д.).

Наиболее низкий расход энергии наблюдается у человека в состоянии покоя. Низкая температура среды вызывает повышение обмена, высокая - понижение. Количество тепла, которое образуется в организме при минимально возможном обмене веществ, достаточном для поддержания минимального уровня жизнедеятельности, называется основным обменом. Величина основного обмена также зависит от пола, веса тела и его поверхности.

С возрастом теплообразование на 1 м поверхности тела человека уменьшается, что связано с понижением интенсивности окислительных процессов. У мужчин основной обмен на 5-8% больше, чем у женщин. Это объясняется тем, что у женщин в среднем больше жировой ткани, чем у мужчин, а жировая ткань по интенсивности процессов относится к малоактивным.

Для определения основного обмена необходимо, чтобы исследуемый человек находился в состоянии мышечного покоя (положение лежа с расслабленной мускулатурой), не подвергаясь раздражениям, натощак, то есть через 12-16 часов после приема пищи, при температуре «комфорта» 18-20⁰С, то есть при

температуре не вызывающей ощущения холода или дрожи, не дающей перегревания тела.

По данным П.Л. Колесникова[1], средние данные об основном тепловом обмене приведены в таблице 7.

Таблица 7

Средние данные об основном обмене (телопродукции)
человека, Вт/м²

Возраст, годы	Мужчины	Женщины	Возраст, годы	Мужчины	Женщины
6-8	61,5	57,2	30-40	44,7	40,8
10-12	56,2	53,5	45-50	42,7	39,2
14-16	62,1	46,2	50-60	41,3	38,7
16-18	49,6	43,0	60-70	40,3	37,8
18-20	46,6	42,3	70-80	39,3	36,7
20-30	45,6	41,2			

Влияние внешней среды и трудовой деятельности человека вызывают значительные отклонения от указанных норм. Наиболее хорошо изучено влияние температуры внешней среды на обмен веществ. Длительное пребывание в среде с высокой температурой ведет к понижению уровня основного обмена. При длительном воздействии низкой температуры среды наблюдается обратный эффект. У человека, располагающего широкими возможностями создания искусственного климата одеждой и жилищем, эти изменения значительно менее выражены, чем у животных.

Весьма интенсивная мышечная работа может повысить обмен в 10 и более раз по сравнению с основным обменом. Так, бег на короткие дистанции, гребля, кратковременный тяжелый труд могут увеличить обмен до 1100 и более Вт.

Изменение величины обмена в широких пределах обусловлено деятельностью центральной нервной системы, регулирующей обмен веществ, кровообращение, потоотделение и деятельность мышц.

Терморегуляция. Организм человека представляет собой саморегулирующуюся систему, в которой количество

образованного тепла (теплопродукция) равно количеству тепла, отданного во внешнюю окружающую среду [2].

Отличительным свойством организма человека является поддержание постоянства температуры тела. Это постоянство осуществляется благодаря регулированию интенсивности производства теплопродукции и теплоотдачи в зависимости от температуры внешней среды. Совокупность физиологических процессов, обусловленных деятельностью центральной нервной системы, поддерживающих температуру тела на постоянном уровне, называется терморегуляцией [3].

Терморегуляция в организме человека происходит рефлекторно благодаря раздражению температурных рецепторов кожи и слизистых оболочек, что приводит к возникновению нервных импульсов, возбуждающих нервные центры.

Терморегуляция складывается из двух взаимно противоположных процессов: продуцирования тепла в организме (химическая терморегуляция) и отдачи тепла организмом в окружающую среду (физическая терморегуляция).

Химическая терморегуляция осуществляется путем усиления или ослабления интенсивности обмена веществ. Однако она связана с мышечной деятельностью. Так, при сильном охлаждении организма мышечная дрожь вызывает значительное повышение теплопродукции. Новейшими исследованиями механизма терморегуляции человека обнаружено, что мышцы человека совершают непрерывные колебания (микровибрации), которые являются основной причиной повышения обмена веществ. Значительное усиление теплообразования происходит в том случае, если температура окружающей среды становится ниже оптимальной температуры или зоны комфорта. В обычной легкой одежде в состоянии покоя эта зона для человека находится в пределах $+18 - 20^{\circ}\text{C}$, а для обнаженного - $+28^{\circ}\text{C}$.

Физическая терморегуляция осуществляется путем изменения интенсивности отдачи тепла телом человека. Она осуществляется в первую очередь изменением температуры кожи благодаря расширению кожных сосудов при высоких температурах и сужению - при низких, изменению интенсивности потоотделения

(испарения пота с поверхности кожи) и дыханию (испарение воды легкими) [3].

Кожа, покрывающая тела человека, защищает организм от внешних воздействий. Она играет важную роль в терморегуляции и является также органом чувств; посредством ее мы ощущаем прикосновение, боль, холод, тепло и т.д. Через кожу осуществляется испарение влаги.

Кожа очень чувствительна к малейшим изменениям температуры благодаря наличию в ней огромного количества нервных окончаний, температурных рецепторов. Рецепторов тепла в слизистой оболочке и коже насчитывается более 30 тыс., а рецепторов холода - около 250 тыс. Рецепторы тепла и холода принимают участие в регуляции температуры тела. Известно, что около 90% тепла, отдаваемого организмом человека, выделяется через кожу.

Одним из регуляторов тепла является потоотделение. Выделение пота в организме происходит через потовые железы, представляющие собой трубку, конец которой закручен в клубочек, оплетенный сетью кровеносных сосудов и снабженный окончаниями нервных волокон. Кожа очень богата потовыми железами. Их насчитывается 2-3 млн. Особенно много потовых желез на сгибательных поверхностях конечностей, в подмышечных впадинах и на ладонях.

Все ткани и органы нашего тела пронизаны сетью кровеносных сосудов. Кровь движется по артериям, венам, капиллярам. Наиболее велико капиллярное русло, которое в 600 раз больше русла артерий. Капилляры пронизывают толщу мышц и кожных покровов тела. Они постоянно подвергаются внешним воздействиям, реагируют на них. При охлаждении кровеносные сосуды кожи сужаются, количество крови в этих сосудах снижается и, следовательно, снижаются и теплопотери, теплоотдача уменьшается. Кроме того, уменьшается и поступление крови в капилляры кожи, что снижает теплоотдачу.

При высокой температуре происходит обратный процесс: сосуды и капилляры кожи расширяются, количество крови увеличивается и теплоотдача повышается.

Пододежный микроклимат. Механизм терморегуляции человека имеет ограниченные возможности и для снижения теплопотерь организма человеку необходима одежда.

Между поверхностью кожи и наружной поверхностью одежды находится значительный слой воздуха, представляющий собой своеобразную климатическую зону, которая по своим параметрам значительно отличается от климата внешней среды и характеризуется более постоянной и, изменяемой в сравнительно небольших пределах, температурой, малой относительной влажностью и слабым движением воздуха.

Под термином «пододежный микроклимат» следует понимать метеорологические условия воздушной прослойки, прилегающей к поверхности кожи и непосредственно влияющей на физиологическое состояние и здоровье человека.

Основными показателями микроклимата являются: температура, влажность и содержание углекислоты. С теплофизической точки зрения «комфортный микроклимат» - это такие комбинации температуры, скорости движения воздуха, его влажности и содержания углекислоты, при которых человек может осуществлять нормальный тепловой баланс при условии, если температура тела нормальна и человек не потеет. При этом средняя температура кожи человека составляет 33- 34⁰С. Однако при разных условиях жизнедеятельности человека нецелесообразно стремиться к какой-либо определенной и одинаковой температуре, так как разные состояния организма требуют неодинаковой температуры пододежного воздуха. Зона комфорта резко перемещается в ту или иную сторону. Так, например, человек, находящийся в покое, чувствует себя наиболее комфортно при температуре пододежного воздуха, равной 30-32⁰С, тогда как при тяжелой физической работе зона комфорта снижается до +15⁰С и ниже. Только изучение физиологии организма человека в конкретной среде является тем научным подходом, который позволит правильно подойти к конструированию рациональной одежды.

Температура пододежного воздуха. Температура пододежного воздуха имеет большое значение для физиологических функций человека, его самочувствия и

работоспособности. Обнаженному человеку при температуре наружного воздуха 17,8 - 19⁰С уже прохладно, при температуре 14,5⁰С - холодно, а при 13,5⁰С - очень холодно. Разница в 1 -2⁰С непосредственно у кожи человека имеет исключительно большое значение.

В этих условиях особенно велика роль одежды. Хотя белье является наиболее тонким и теплопроводным слоем, температура кожи человека, одетого только в белье, выше, чем у обнаженного. Эта разница особенно выявляется при наиболее низких температурах. Показатели температуры кожи обнаженных частей тела у одетого человека: кожи лба выше на 0,1 -0,4⁰С, а шеи на 0,1 - 0,6⁰С.

Для людей, одетых в соответствии с сезоном, интервал комфортных температур воздуха находится в пределах от 18 до 24⁰С для холодного сезона и от 24 до 28⁰С - для жаркого, температура кожи при этом остается постоянной и равной 32-34⁰С.

В гигиеническом отношении наибольшее значение имеет слой воздуха под одеждой, прилегающей непосредственно к поверхности кожи.

Влажность воздуха под одеждой. В понятие комфортных условий входит также влажность пододежного воздуха, причем она приобретает решающее значение, когда начинается усиленное потоотделение.

Влага непрерывно выделяется через кожу в виде водяных паров. Происходит так называемая перспирация. Таким путем выделяется от 600 до 1000 г водяного пара в сутки. Капильно - жидкая влага выделяется потовыми железами. При высокой температуре воздуха в 35⁰С в сутки выделяется до 5-7 л, а при выполнении тяжелого физического труда - до 12 л пота. Влажность пододежного воздуха для комфортных условий определена, по одним источникам, в 20-40%, по другим - в 50-60% при температуре кожи в 32-36⁰С.

В последние годы установлена тесная связь между величиной влажности, температурой пододежного микроклимата и внешними условиями. Установлено, что самочувствие человека остается хорошим, если каждое повышение влажности на 10%

сопровождается одновременным снижением температуры воздуха на 2°C .

При низких температурах окружающего воздуха и его влажности 52-57% влажность пододежного воздуха остается постоянно низкой, равной 14-19%. Перемещение влаги в пакете одежды происходит в направлении понижения влажности и зависит от перепада температуры, связанного с различной степенью нагрева отдельных слоев пакета одежды. В общем случае влажность в пододежном воздухе распределяется в отношении, обратном его температуре.

Помимо поддержания температуры и влажности воздуха около тела на определенном уровне, одежда должна сохранять кожу сухой, так как комфорт, который создает одежда, будет тем полнее, чем лучше она способствует удалению эпидермического пота. Связь ощущения комфорта с влажностью кожи объясняется, видимо, тем, что влажность препятствует дыханию через кожу. В условиях высоких температур ($38-40^{\circ}\text{C}$) дыхание через кожу значительно возрастает, достигая в ряде случаев, особенно при выполнении тяжелой физической работы, 10% легочного газообмена.

Газообмен. Вместе с потом через кожу выделяется углекислота. Источником образования углекислоты является поверхность кожи человека, а иногда и сама одежда, преимущественно из синтетических материалов.

При недостаточной вентиляции под одеждой увеличиваются влажность воздуха и содержание углекислоты в ней. Следовательно, по содержанию углекислоты в воздухе пододежного пространства можно судить о эффективности вентиляции одежды.

Количество углекислоты, выделяющейся через кожу, колеблется в широких пределах от 2 до 32 г в сутки. При повышении температуры воздуха от 20 до $38,4^{\circ}\text{C}$ количество углекислоты увеличивается. У взрослого человека при температуре воздуха от 24 до 26°C в покое выделяется 255 мг в час углекислоты. При физической работе количество выделяемой углекислоты возрастает до 365 мг в час. При повышении температуры воздуха

до 40⁰С в покое содержание углекислоты составляет 625 мг в час, а при физической работе - до 945 мг в час.

По данным [4], содержание в пододежном пространстве свыше 0,08% углекислоты вызывает у человека плохое самочувствие.

Скорость движения воздуха под одеждой приобретает решающее значение при низкой температуре внешней среды. Так, при температуре наружного воздуха -10⁰С и скорости движения воздуха 6 м/с температура кожи понижается почти до таких же величин, как при температуре воздуха -25⁰С и скорости воздуха 1м/с.

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Выполнить расчет показателей теплового обмена и теплового состояния человека, одетого в определенный вид одежды, используя следующие исходные данные, характеризующие условия, при которых будет эксплуатироваться одежда:

- температура воздуха окружающей среды ($t_{в}$): -10; -15 -20; -25; -30; -35; -40⁰С;
- влажность окружающего воздуха: 30 - 100%;
- температура кожи человека ($t_{кожи}$): 15-34⁰С;
- возраст и пол человека;
- рос и масса тела человека
- вид деятельности человека в одежде (см. данные таблицы 4);
- вид одежды.

С теплофизической точки зрения организм человека представляет собой сложную биологическую саморегулирующуюся систему, находящуюся в состоянии непрерывного теплового обмена с окружающей средой. Общая структура теплового обмена может быть представлена в виде уравнения теплового баланса:

Условия теплового баланса: теплопродукция =теплопотери

$$Q_{мп} = Q_{конв} + Q_{рад} + Q_{конд} + Q_{исп} + Q_{дых} \pm D, (6)$$

где $Q_{мп}$ - теплопродукция человека, Вт;

$Q_{рад}$ - потери тепла радиацией, Вт;

$Q_{\text{конв}}$ - потери тепла конвекцией, Вт;

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

$Q_{\text{исп}}$ - потери тепла испарением влаги с поверхности кожи, с верхних дыхательных путей и при испарении пота, Вт;

$Q_{\text{дых}}$ - потери тепла при нагревании вдыхаемого воздуха, Вт;

D - дефицит (избыток) тепла в организме, Вт.

При соблюдении теплового баланса обеспечивается поддержание температуры тела человека на постоянном и заданном природой уровне. В этом случае говорят о комфортном самочувствии человека, о комфортных условиях для жизнедеятельности человека. Все величины уравнения теплосбаланса могут быть определены специальными экспериментами или с помощью аналитических методов, разработанных на основе классической теории теплоотдачи.

1. Расчет энергозатрат человека

Основная часть энергии, образованной в организме человека в результате окислительно-восстановительных реакций, переходит в тепловую. Часть ее переходит в механическую.

В состоянии покоя (лежа, стоя, сидя) вся энергия, образующаяся при обмене (энергозатраты) выделяется в виде тепла $Q_{\text{тп}}$ (теплопродукция) и расходуется на поддержание постоянного уровня температуры тела ($Q_{\text{эт}}=Q_{\text{тп}}$).

При физической работе часть энергии расходуется на выполнение внешней работы N . В этом случае теплопродукция составляет часть общих энергозатрат и определяется по формуле:

$$Q_{\text{тп}}=Q_{\text{эт}}-N, (7)$$

Количество выполненной работы N может быть определено из уравнения:

$$N=(Q_{\text{эт}}-Q_0), (8)$$

где η - термический коэффициент полезного действия;

$Q_{\text{эт}}$ - энергозатраты, Вт;

Q_0 - величина основного обмена, Вт.

Основной обмен Q_0 - минимальное количество энергии, которое необходимо для поддержания основных жизненных процессов организма человека.

Теплопродукция человека может быть определена экспериментально методом непрямой колориметрии по количеству поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа, измеренного путем газового анализа выдыхаемого воздуха.

Расчет теплопродукции человека проводят по этапам:

1. Вычисляют значение дыхательного коэффициента D , который определяет природу окисляемой в организме пищи:

$$D = V_{CO_2} / V_{O_2}, \quad (9)$$

где V_{CO_2} и V_{O_2} - объемы выделенного организмом углекислого газа и поглощенного кислорода.

Значения дыхательного коэффициента при окислении углеводов - 1; белков - 0,85; жиров - 0,7; смешанной пищи - 0,82.

2. Устанавливают по таблице 8 теплотворную способность окисляемой в организме пищи. Для этого устанавливают тепловой эквивалент литра поглощенного кислорода.

Таблица 8

Тепловой коэффициент литра поглощенного кислорода в зависимости от дыхательного коэффициента (Ккал)

Дыхательный коэффициент	Ккал	Дыхательный коэффициент	Ккал	Дыхательный коэффициент	Ккал	Дыхательный коэффициент	Ккал
0,65	4,618	0,74	4,727	0,83	4,838	0,92	4,948
0,66	4,630	0,75	4,739	0,84	4,850	0,93	4,960
0,67	4,642	0,76	4,752	0,85	4,856	0,94	4,973
0,68	4,654	0,77	4,764	0,86	4,785	0,95	4,985
0,69	4,666	0,78	4,776	0,87	4,887	0,96	4,997
0,70	4,678	0,79	4,789	0,88	4,900	0,97	5,010
0,71	4,690	0,80	4,801	0,89	4,912	0,98	5,022
0,72	4,702	0,81	4,813	0,90	4,924	0,99	5,034
0,73	4,714	0,82	4,825	0,91	4,936	1,00	5,047

3. Производят пересчет теплотворной способности пищи на величину кислорода, поглощенного организмом за определенное время.

4. Определяют образование тепла за весь период работы.

Для расчета теплопродукции методом непрямой калориметрии значения поглощаемого человеком кислорода и выделяемого им за определенное время углекислого газа определяются с помощью специальных приборов - газоанализаторов.

2. Расчет теплотерь человека

В окружающую среду человек отдает тепло различными путями: теплопроводностью материалов для одежды, конвекцией, радиацией (излучением), испарением влаги.

Факторы, влияющие на изменение доли каждой составляющей теплотерь: поверхность тела, скорость ветра (при конвекции), температура воздуха, температура кожи и одежды, температура поверхности окружающих предметов (при кондукции, радиации), размеры окружающих предметов (при конвекции), род деятельности, свойства текстильных материалов (шероховатость, влажность, цвет, проницаемость, гидрофильность волокнообразующих полимеров, степень модификации составляющих структуры текстильных материалов вследствие эксплуатации, вид переплетения и его характеристики, электризуемость, толщина, вес, размер), влажность воздуха, количество слоев в пакете одежды и наличие воздушных прослоек, возраст, рост, вес, пол человека, давление водяных паров в воздухе.

В условиях теплового комфорта и охлаждения наибольшую долю занимают потери тепла радиацией и конвекцией (73-88% от общих теплотерь).

Теплотери радиацией (излучением) зависят от температуры тела, одежды и окружающих поверхностей, величины их площади и др.

Теплоотдача излучением может быть определена по различным уравнениям: Стефана-Больцмана, Витте, Фагнера.

Для практических расчетов целесообразно пользоваться уравнением Стефана-Больцмана:

$$Q_{\text{рад}} = \alpha_{\text{рад}} \times S_{\text{рад}} \times (t_1 - t_2), \quad (10)$$

где $\alpha_{\text{рад}}$ - коэффициент теплоотдачи радиацией, Вт/(м²·°С);

$S_{\text{рад}}$ - поверхность тела, участвующая в радиационном теплообмене, м²; она меньше всей поверхности тела, так как

некоторые части тела взаимно облучаются и не принимают участия в обмене; поверхность, участвующая в обмене, может составлять 71-95% всей поверхности тела человека; для людей, находящихся в положении стоя или сидя, коэффициент эффективности излучения с поверхности тела составляет 0,71; в процессе движения человека он может увеличиваться до 0,95.

t_1 - температура поверхности тела (одежды), °С;

t_2 - температура поверхности окружающих предметов, °С.

Для практических расчетов $Q_{рад}$ следует пользоваться данными таблицы 9.

Таблица 9

Коэффициент излучения $a_{рад}$ при различной температуре поверхности тела и окружающих предметов

Температура поверхности тела (одежды) человека, t_1 , °С	Температура поверхности окружающих предметов, t_2 , °С													
	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70
0	2,7	2,9	3,0	3,2	3,4	3,6	4,0	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	5,7	6,1
10	3,0	3,1	3,3	3,5	3,8	4,0	4,4	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7	6,0	6,4
20	3,3	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,4	5,7	6,0	6,3	6,6
30	3,5	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	4,9	5,2	5,4	5,7	6,0	6,3	6,6	6,9
40	3,8	3,9	4,1	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7	5,9	6,3	6,6	7,0	7,4

Теплоотдача конвекцией определяется по уравнению Ньютона. На основе закона охлаждения тел Ньютона:

$$Q_{конв} = \alpha_{конв} \times S_{конв} \times (t_1 - t_2) = \alpha_{конв} \times S \frac{S_{од}}{S_0} \times (t_{од} - t_в), \quad (11)$$

где $Q_{конв}$ - теплоотдача конвекцией, Вт;

$\alpha_{конв}$ - коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м²•°С);

t_1 - температура поверхности тела (одежды), °С;

t_2 - температура воздуха, °С;

$S_{конв}$ - поверхность тела, м²;

$S_{од}$ - площадь поверхности тела, покрытой одеждой, м²;

S_0 - площадь открытой поверхности тела (3-5% от общей площади тела одетого в теплую одежду человека), м².

$Q_{\text{конв}}$ зависит от формы тела и скорости движения воздуха. Для практических расчетов $Q_{\text{конв}}$ следует пользоваться данными таблицы 10.

Таблица 10

Скорость движения воздуха и коэффициент теплоотдачи конвекцией (по Г.М. Кондратьеву)

Скорость ветра, м/с	$\alpha_{\text{конв}}$	
	Ккал/($^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}^2$)	Вт/($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$)
0,0-0,5	6,0	7,0
0,6-1,7	9,0	10,5
1,8-3,3	14,3	16,6
3,4-5,2	20,8	24,2
5,3-7,4	27,8	32,3
7,5-9,8	34,9	40,4
9,9-12,4	42,5	49,4
12,5-15,2	50,0	58,1
15,3-18,2	59,0	68,6
18,3-21,5	67,8	76,8
21,6-25,1	78,0	90,7
25,2-29,0	90,0	104,7

Теплоотдача проведением (кондукцией) определяется по закону Фурье. В обычных условиях потери тепла кондукцией невелики. Человек теряет тепло кондукцией с поверхности подошв, площадь которых составляет 3% от всей поверхности тела. Вследствие этого теплоотдача кондукцией не имеет большого значения и ею можно пренебречь.

$$Q_{\text{конд}} = \lambda \times \left(\frac{t_1 - t_2}{\delta} \right) \times S \times \tau, \quad (12)$$

где $Q_{\text{конд}}$ - количество тепла, прошедшего через стенки с площадью S , м^2 , в течение времени τ , Вт;

λ - коэффициент теплопроводности пакета материалов одежды, Вт/($\text{м}^{\circ}\text{C}$);

t_1 - температура внутренней стороны пакета материалов одежды, $^{\circ}\text{C}$;

t_2 - температура наружной (холодной) стороны пакета материалов, $^{\circ}\text{C}$; δ - толщина пакета материалов одежды, м;

S - площадь поверхности тела, соприкасающейся с твердым предметом, м^2 .

При проектировании специальной одежды потери тепла кондукцией могут быть значительными (при сидении, лежании и т.д.).

Потери тепла за счет испарения имеют большое значение в условиях перегревания организма и при выполнении человеком физической работы. Величину потоотделения (потери тепла за счет испарения пота) можно определить по формуле Витте:

$$Q_{\text{исп}} = (\varepsilon_{\text{ф}} - e)(0,5 + \sqrt{V}), \quad (13)$$

где $\varepsilon_{\text{ф}}$ - максимально возможное напряжение водяного пара при температуре кожи, мм.рт.ст.; e - напряжение водяного пара в воздухе (абсолютная влажность), мм.рт.ст.; v - скорость движения воздуха, м/с; $(\varepsilon_{\text{ф}} - e)$ - физиологический дефицит насыщения.

Для определения потери тепла испарением при определенных условиях окружающей среды пользуются таблицей 11.

Потери тепла дыханием определяют по уравнению Фагнера:

$$Q_{\text{дых}} = 0,0012Q_{\text{эт}}(34 - t_{\text{в}}), \quad (14)$$

где $Q_{\text{дых}}$ - энергозатраты, Вт; $t_{\text{в}}$ - температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$; 34 - средняя температура выдыхаемого воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

При расчетах потери тепла дыханием следует принимать температуру выдыхаемого воздуха:

- при высокой температуре окружающего воздуха - 36°C ;
- при средней температуре окружающего воздуха - 34°C ;
- при низкой температуре окружающего воздуха - 30°C .

Данные о расчете энергозатрат и теплопотерь человека следует

привести в таблицах 16 и 17

Таблица 11

Напряжение водяных паров в воздухе, мм.рт.ст.
(по Витте Н.К.)

Температура воздуха и кожи человека, °С	Относительная влажность воздуха, %											
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
0	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,7	4,1	4,6
5	2,0	2,3	2,6	2,8	3,2	3,5	2,9	4,2	4,6	5,2	5,9	6,5
10	2,7	3,2	3,6	4,0	4,6	5,0	5,4	5,9	6,3	7,2	8,2	9,2
12	3,1	3,6	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2	6,8	7,3	8,3	9,4	10,4
14	3,5	4,1	4,7	5,4	6,0	6,6	7,0	7,6	8,2	9,4	10,8	11,7
16	4,0	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	8,1	8,8	9,4	10,8	12,9	13,5
18	4,5	5,2	6,0	6,7	7,5	8,2	9,0	9,8	10,5	12,0	13,4	15,0
20	5,0	6,0	6,7	7,3	8,5	9,3	10,2	11,0	11,9	13,6	14,6	17,0
22	5,8	6,8	7,3	8,8	9,8	10,8	11,7	12,8	13,6	15,7	17,3	19,6
24	6,7	7,8	8,8	10,0	11,1	12,2	13,4	14,6	15,6	17,8	20,0	22,2
26	7,5	8,7	10,0	11,0	12,2	13,4	15,0	16,2	17,5	20,0	22,0	25,0
28	8,4	9,8	11,0	12,6	14,0	15,4	16,8	18,2	19,6	22,4	25,2	28,1
30	9,4	11,0	12,6	14,2	15,8	17,4	18,8	20,2	22,0	25,3	28,4	31,5
32	10,6	12,3	14,2	15,8	17,6	19,4	21,3	23,0	24,7	28,4	31,6	35,3
34	12,3	13,8	15,8	17,8	19,8	21,8	24,6	26,4	28,6	31,6	35,6	39,5
36	13,3	15,5	17,7	20,0	22,1	24,3	26,6	28,9	31,0	35,4	40,0	44,2
38	14,8	17,2	19,7	22,1	24,6	27,1	29,6	32,1	34,4	39,4	44,2	49,3
40	16,4	19,1	22,3	24,7	24,4	30,2	32,9	35,6	38,2	44,6	49,4	54,7
42	18,2	21,2	24,3	27,4	30,4	33,4	36,4	39,4	42,4	48,6	54,8	60,7
44	20,1	23,5	26,9	30,4	33,7	37,1	40,3	43,5	47,0	53,9	60,8	67,4
46	22,4	26,1	29,9	33,6	37,2	41,3	44,8	48,8	52,2	59,8	62,7	74,4
48	24,2	28,8	33,1	37,2	41,3	45,4	49,5	53,6	57,7	66,2	74,4	82,7
50	27,8	32,2	37,0	41,6	46,2	50,8	55,5	60,2	64,5	74,0	83,2	92,5

3. Расчет показателей теплового состояния человека

Показателями теплового состояния человека являются: температура тела, температура кожи (средневзвешенная и локальная), теплоощущение, тепловой поток, интенсивность потоотделения, теплосодержание в организме и его изменение (дефицит или накопление), показатели гемодинамики (частота сердечных сокращений, артериальное давление и др.), функции дыхания, умственная и физическая работоспособность.

Под тепловым состоянием человека понимают функциональное состояние, характеризующееся содержанием и распределением тепла в глубоких и поверхностных («оболочка», «ядро») тканях организма, а также степенью напряжения механизмов терморегуляции.

Важная роль в формировании теплоощущений человека принадлежит терморецепторам кожи и подкожных вен. При этом терморецепторы подкожных вен формируют общее ощущение холода и тепла, терморецепторы кожи - локальное.

Оценка теплоощущений человека применительно к оценке одежды проводится по семибальной шкале: 1 - холодно; 2 - прохладно; 3 - слегка прохладно; 4 - комфорт; 5 - слегка тепло; 6 - тепло; 7 - жарко.

Температура тела («ядра») - температура внутренних органов и тканей (печени, мозга, желудка, легких, проксимального отдела прямой кишки).

Косвенным показателем температуры тела является температура полости рта, подмышечной впадины, дистального отдела прямой кишки, пищевода, слухового прохода (вблизи барабанной перепонки). Ректальная температура (температура в прямой кишке, измеренная на глубине 10-15 см) в большей степени отражает температуру глубоких тканей организма.

Температура тела при выполнении физической работы в меньшей степени зависит от метеорологических условий, она определяется в основном уровнем энергозатрат.

Повышение температуры тела при физической работе многие исследователи расценивают как выражение активной установки терморегуляции организма на новый уровень, способствующий увеличению работоспособности мышц и нервной системы, благодаря более высокой скорости реакции.

Между уровнем энергозатрат организма $Q_{от}$ и температурой тела t , существует тесная корреляционная зависимость, которая для условий теплового комфорта выражается уравнением:

$$t_p = 36,61 + 0,007Q_{эп}/S, \quad (15)$$

Температура кожи («оболочки»). Большая часть тепла, образующегося в организме человека, рассеивается с поверхности тела. Это определяет значение температуры кожи при оценке теплового состояния организма. Зависимость уровня температуры кожи от термических условий среды, тесная корреляционная связь с теплоощущениями позволяет считать ее одним из информативных показателей теплового состояния организма.

Для обобщающей характеристики температурного поля поверхности тела человека принято использовать средневзвешенную температуру кожи ($t_{ск}$), рассчитываемую в соответствии с ее значением на отдельных участках и площадью этих участков по отношению ко всей поверхности тела.

Топография температуры кожи. Если общие теплоощущения взаимосвязаны со средневзвешенной температурой кожи, то локальные теплоощущения обусловлены температурой различных ее участков.

В связи с этим средневзвешенная температура кожи не всегда является достаточно информативным показателем теплового состояния человека, особенно при неравномерном (по поверхности) его нагревании или охлаждении. Различия обусловлены особенностями кровообращения, терморцепторного аппарата, теплопроводности тканей. На топографию температуры кожи влияют одежда, степень дискомфорта (перегревания или охлаждения), вид физиологической работы, индивидуальные особенности (пол и др.).

Сравнение локальных температур у людей, оценивающих свои теплоощущения как комфорт, показывает, что, например, у раздетых наиболее высокая температура кожи наблюдается в области головы. У одетых людей наблюдаются большие, чем у раздетых, различия между максимальными и минимальными значениями температур кожи. При общем охлаждении человека различия в топографии температуры кожи увеличиваются, а при перегревании существенно уменьшаются.

У женщин и у мужчин, находящихся в условиях теплового комфорта, средневзвешенные значения температуры кожи практически одинаковы, однако топография температур разная: у женщин, одетых одинаково с мужчинами, при различных внешних

условиях наблюдается более низкая температура в области плеч, бедер и стоп, что требует более дифференцированного подхода к оценке одежды.

Температуру тела, соответствующую комфортным теплоощущениям при различных энергозатратах, можно определить по формуле:

$$t_{\text{свк}} = 0,088t_{\text{лба}} + 0,340t_{\text{тул}} + 0,134t_{\text{пл}} + 0,045t_{\text{кисти}} + 0,230t_{\text{бедра}} + 0,125t_{\text{голен}} + 0,0644t_{\text{стопы}}, \quad (16)$$

Для расчета $t_{\text{свк}}$ значения температуры кожи с различных участков тела приведены в таблице 12.

Таблица 12

Значение температуры кожи и тепловых потоков с различных участков тела человека

Участок тела человека	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Лоб	36,2	38,2	38,0	37,5	37,2	36,3	36,8	36,5	36,8	36,8	36,0	35,7
	24,3	27,7	52,0	56,4	60,3	65,8	62,4	65,7	55,4	47,2	55,0	56,3
Грудь	36,8	36,8	36,4	36,8	36,2	35,8	36,2	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8
	19,25	22,0	33,0	36,7	48,9	46,2	51,6	52,2	46,7	46,6	49,4	49,4
Спина	35,8	32,5	35,8	33,7	34,0	34,0	33,5	33,5	33,1	33,3	33,1	33,1
	34,5	42,9	39,0	59,4	52,8	52,8	48,8	42,8	59,4	39,6	59,4	56,5
Живот	33,0	33,0	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	34,9	34,9	35,3	34,3	34,9
	19,7	17,6	25,7	29,1	31,6	38,6	38,6	45,6	52,7	28,0	57,6	61,9
Поясница	34,8	34,3	33,8	34,0	33,9	34,3	34,3	33,9	34,3	34,3	34,0	33,4
	110,0	121,5	23,2	33,1	34,2	28,7	38,6	44,2	35,2	46,5	58,0	60,7
Плечо	35,2	33,8	33,0	32,8	33,4	32,8	33,0	32,8	32,7	32,8	32,3	32,0
	41,5	53,4	88,8	106,8	124,6	74,1	64,4	65,2	88,8	148,4	54,5	62,3
Кисть	32,8	33,0	33,0	31,5	32,3	31,3	31,8	30,4	30,0	30,1	29,3	29,0
	70,9	80,6	76,2	77,4	83,8	90,3	87,0	86,4	70,9	66,2	77,4	77,4
Бедро левое	33,8	33,6	33,2	32,5	32,4	32,2	32,5	32,2	31,7	31,7	31,3	31,3
	77,6	83,3	102,0	95,3	121,8	100,5	91,7	116,7	84,7	87,7	191,0	180,5
Бедро правое	33,4	33,5	31,5	31,3	30,8	30,5	30,8	30,8	30,5	30,3	39,8	30,0
	63,7	69,4	84,8	84,8	74,3	80,6	77,1	77,7	91,8	61,3	70,7	102,0
Голень	29,4	28,3	27,5	26,7	28,2	26,4	26,4	25,7	25,7	25,3	24,7	24,7
	156,0	171,0	160,0	160,0	179,5	156,2	172,0	160,0	195,0	180,6	65,0	100,0
Стопы	31,0	26,4	31,7	30,3	30,3	29,8	30,5	29,3	29,3	29,0	27,8	27,8
	93,7	84,4	43,7	43,7	59,4	150,3	93,7	93,7	66,3	70,3	150,0	169,0

Примечание: в числителе приведены значения температуры кожи, в знаменателе - значения тепловых потоков, ккал.

Средневзвешенная температура кожи дает представление о тепловом состоянии человека. Для определения по $t_{\text{СВК}}$ теплового состояния человека можно пользоваться данными таблицы 13.

Таблица 13

Средневзвешенная температура кожи и теплоощущения человека, находящегося в состоянии относительного физического покоя

Авторы	Теплоощущения						
	Очень жарко	Жарко	Тепло	Комфорт	Прохладно	Холодно	Очень холодно
Кригагин В.И.	более 36	36,0±0,6	34,9±0,7	33,2±1,0	31,1±1,0	29,1±1,0	ниже 28,1
Афанасьева Р.В.	-	-	-	32,1 -34,3	29,5 - 32,0	26,4 -29,4	ниже 26,4

Комфортные значения средневзвешенной температуры кожи определяют по формуле:

$$t_{\text{СВК}} = 36,07 - 0,0354Q_{\text{ЭТ}}/S, (17)$$

где $Q_{\text{ЭТ}}$ - энергозатраты, Вт/м;
 S - поверхность тела, м².

Дефицит тепла (Д) в организме является показателем теплового состояния человека и может быть определен, если известны значения теплообразования и теплоотдачи человека. Дефицит тепла является положительной величиной, если теплоотдача человека превышает теплообразование ($Q_{\text{ТТ}} + Д = Q$) и отрицательной, если теплообразование выше теплоотдачи ($Q_{\text{ТТ}} - Д = Q$).

Между величиной дефицита тепла и теплоощущениями человека существует тесная связь. Для определения дефицита тепла можно воспользоваться значениями энергозатрат и общих теплопотерь.

На основании дефицита тепла необходимо дать заключение о теплоощущении человека. Величины дефицита тепла, соответствующие различным теплоощущениям представлены в таблице 14.

Таблица 14

Дефицит тепла в организме и его теплоощущения, ккал

Теплоощущения	ккал	Теплоощущения	ккал
Очень жарко	>80 (предел переносимости~120)	Прохладно	50
Жарко	до +80	Холодно	110
Тепло	до +50	Очень холодно	176
Комфорт	до +29		

Тепловой поток позволяет оценить тепловое состояние человека. Он измеряется на тех же участках тела, что и температура кожи. Аналогичным образом рассчитывается и его средневзвешенная величина $g_{свк}$.

$$g_{свк} = 0,088g_{лба} + 0,340g_{тул} + 0,134g_{пл} + 0,045g_{кисти} + 0,230g_{бедре} + 0,125g_{голенн} + 0,0644g_{стопы}, (18)$$

Для расчета средневзвешенной величины теплового потока можно воспользоваться данными таблицы 15.

Для оценки теплоощущений человека необходимо использовать данные таблицы 16.

Таблица 15

Средневзвешенный тепловой поток и теплоощущения

Теплоощущения и время их появления	Энергозатраты, ккал			
	90-110	250-280	350-400	500-600
Комфорт (длительный)	41	100	188	222
Прохладно(по истечение 1 часа)	77	137	230	282
Холодно(по истечение 1 часа)	105	154	300	300

Комфортный уровень теплового потока, соответствующий различной физической деятельности человека, определяется по формуле:

$$g_{\text{свт}} = 83,0 + 39,5((Q_{\text{тп}} - 116)/58), (19)$$

где $Q_{\text{тп}}$ - теплопродукция (теплообразование), Вт/м².

В отчете необходимо результаты работы представить в таблицах 16-17.

Таблица 16

Значения энергозатрат и теплопродукции человека

Вид физической деятельности	Энергозатраты, Вт/м ²	Термический коэффициент полезного действия	Основной обмен, Вт/м ²	Теплопродукция, Вт/м ²
1	2	3	4	5

Таблица 17

Теплопотери человека

Вид теплопотерь	Значение теплопотерь	
	Вт/м ²	%
1	2	3

Таблица 18

Показатели теплового состояния человека

Показатели теплового состояния	Значение показателей	Примечания
1	2	3

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается сущность терморегуляции разных видов: химической, физической, поведенческой? Что называется теплообразованием, теплоотдачей. Факторы, обуславливающие теплообразование и теплоотдачу.

2. Как влияют состояние человека и окружающей среды на продуцирование тепла?

3. Как осуществляется терморегуляция в организме человека при перегревании или переохлаждении?

4. Степень неравномерности терморегуляции на отдельных участках тела человека. Причины и характеристики, отражающие неравномерность терморегуляции на разных участках тела человека

5. Что понимается под термином «тепловой баланс» человека? Уравнение теплового баланса человека, его назначение, физический смысл.

6. Для каких целей необходимы данные о теплообразовании человека? Значение предварительного расчета теплового баланса организма человека с окружающей средой.

7. Какими путями человек осуществляет отдачу тепла в окружающую среду? Сущность конвекции, кондукции, радиации, испарения? Потери влаги путем диффузии и потоотделения.

8. Методы обеспечения теплового баланса тела человека. От каких факторов зависят величины отдачи тепла конвекцией, кондукцией, радиацией, испарением?

9. Чем вызвана более низкая теплопродукция у женщин, чем у мужчин?

10. Чем вызвано снижение теплопродукции с возрастом?

11. Что понимается под термином «тепловое состояние» человека?

12. Какими показателями оценивается тепловое состояние человека?

13. Что называется основным обменом человека?

14. Дыхательный коэффициент. Физический смысл.

15. Потери тепла дыханием. Физический смысл.

16. Дайте определение понятиям: температура тела, температура кожи человека. Методы измерения этих показателей.

17. Как определяется средневзвешенная температура кожи? Одинакова ли она для людей разных возрастов и пола?

18. Дефицит тепла. Физический смысл.

19. Тепловой поток. Физический смысл.

20. Как определяется энергия, расходуемая на выполнении работы?

21. Потери влаги путем диффузии и потоотделения.

22. Какие Вы знаете экспериментальные методы оценки теплообмена организма?

23. Как взаимосвязаны между собой свойства материалов для одежды (воздухопроницаемость, гигроскопичность, толщина), особенности состояния поверхности материалов, конструкция одежды и физиологические функции человека, одетого в одежду?

24. Каковы основные гигиенические функции одежды?

25. Значение гигиенических исследований натуральных и химических материалов для одежды.

26. В чем заключается основной метод гигиенических исследований одежды?

27. Гигиенические свойства. Требования к гигиеническим свойствам одежды.

28. Какие функции осуществляет кожа человека?

29. Что называется пододежным микроклиматом?

30. Каков физический смысл и нормируемое значение показателей микроклимата пододежного пространства: температуры, влажности и содержания углекислоты?

31. Какой показатель наилучшим образом характеризует «комфортное» состояние человека?

32. Каковы параметры «комфортного» пододежного микроклимата для человека в состоянии покоя?

33. Что называется перспирацией?

34. С чем связано повышение интенсивности основного теплового обмена у детей?

РАСЧЕТ ВЕЛИЧИН ПРИБАВОК НА ТОЛЩИНУ ПАКЕТА ОДЕЖДЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ КОМФОРТНОЕ ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: Освоение методики проведения расчетов теплозащитной одежды по условиям обеспечения теплового комфорта и определение величин прибавок на толщину пакета одежды на основанных конструктивных поясах.

Задание:

1. Изучить теоретические основы работы.
2. Выполнить анализ исходных данных для проведения расчетов.
3. Выполнить расчет теплозащитных свойств пакета одежды (ТЗС) на участках туловища, плеч, бедер с учетом открытых и закрытых одеждой участков тела.
4. Сформировать структуру пакетов одежды по названным участкам тела.
5. Выполнить сравнительный анализ теплозащитных свойств, сформированных пакетов данных о ТЗС полученных расчетным путем.
6. Определить суммарную толщину пакетов и рассчитать величины прибавок на толщину по названным участкам.

Теоретические основы работы

Комфортное тепловое состояние человека в общем случае определяются состоянием динамического равновесия, при котором количество вырабатываемого организмом тепла и количество тепла отдаваемого им в окружающую среду равны, т.е.

$$M=Q, \quad (20)$$

где M - теплопродукция организма человека, Вт;

Q - общетеплопотери, Вт.

Балансовое уравнение (20) для нормальных условий функционирования организма человека можно записать следующим образом:

$$M = Q_{\text{конв}} + Q_{\text{рад}} + Q_{\text{исп}} + Q_{\text{дых}} + N_{\text{мех}}, \quad (21)$$

где M - теплопродукция организма человека, создающаяся за счет протекания в нем сложных биологических процессов, Вт;

$Q_{\text{конв}}$ - конвективные потери тепла с поверхности тела, Вт;

$Q_{\text{рад}}$ - радиационные потери тепла с поверхности тела, Вт;

$Q_{\text{исп}}$ - потери тепла на испарение влаги со слизистых оболочек дыхательных путей и с поверхности тела, Вт;

$Q_{\text{дых}}$ - потери тепла на нагрев воздуха при дыхании, Вт;
 $N_{\text{мех}}$ - мощность, затрачиваемая при выполнении человеком мышечной (механической) работы, Вт.

При изменении теплофизических условий окружающей среды, а также при различном характере жизнедеятельности человеческого организма, который в данном случае определяется величиной $M_{\text{мех}}$, изменяются и отдельные составляющие расходной части теплового баланса (такие, как $Q_{\text{конв}}$, $Q_{\text{рад}}$, $Q_{\text{исп}}$, $Q_{\text{дых}}$), а следовательно, за счет срабатывания системы терморегуляции организма соответствующим образом изменяется и теплопродукция организма. Однако возможности этой системы, особенно в условиях, когда температура окружающей среды значительно ниже нормальной температуры тела человека, далеко не безграничны. В какой-то момент система терморегуляции перестает справляться со своими функциями и для человеческого организма, наступают дискомфортные условия, которые в итоге могут принять угрожающий характер для самого существования человека.

В этом случае становится необходимой так называемая теплозащитная одежда, с помощью которой за счет изменения величин в основном $Q_{\text{конв}}$ и $Q_{\text{рад}}$ можно даже в очень суровых условиях существования обеспечить относительный комфорт для человеческого организма.

Таким образом, для правильного выбора характера теплозащитной одежды необходимо, в первую очередь, из теплового баланса человеческого организма, составленного для заданных конкретных условий его жизнедеятельности и заданных теплофизических характеристик окружающей среды, определить оптимальную по условиям комфорта суммарную величину основных потерь тепла - потерь на конвекцию и радиацию с поверхности тела человека.

$$\sum Q_{\text{осн}} = Q_{\text{конв}} + Q_{\text{рад}} = M - (Q_{\text{исп}} + Q_{\text{дых}} + N_{\text{мех}}), \quad (22)$$

Рассмотрим далее методы ориентировочной оценки отдельных составляющих, стоящих в правой части уравнения теплового баланса, которые в настоящее время используются в

инженерной расчетной практике при проектировании теплозащитной одежды человека.

Наибольшие практические трудности встречаются в настоящее время при оценке величины общей теплопродукции организма M . Для оценки этой величины физиологами проводятся специальные эксперименты при мышечной работе человека разной интенсивности.

Величины $Q_{\text{исп}}$ и $Q_{\text{дых}}$ также можно определить экспериментальным путем. Статистическая обработка многочисленных опытных данных показала, что с достаточной для расчетной практики точностью эти величины для условий комфорта человека можно выражать как функции от величины общей теплопродукции организма человека при данных условиях его жизнедеятельности.

$$Q_{\text{исп}} = x \cdot M \text{ и } Q_{\text{дых}} = y \cdot M, \quad (23)$$

где $X=0,20-0,29$ (в среднем $0,25$), а $Y=0,01-0,11$ в зависимости от расчетной средней температуры окружающего воздуха.

По аналогии можно выразить и $N_{\text{мех}}=f(M)$, а именно:

$$N_{\text{мех}} = z \cdot M, \quad (24)$$

где величина $Z < 1$ и зависит от интенсивности выполняемой человеком мышечной работы.

С учетом выше изложенного, балансовое уравнение (22) приобретает вид:

$$\sum Q_{\text{осн}} = Q_{\text{конв}} + Q_{\text{рад}} = (1 - x - y - z) \cdot M, \quad (25)$$

Величины основных потерь $Q_{\text{конв}}$ и $Q_{\text{рад}}$, стоящих в левой части балансового уравнения (25) и не зависящие практически от величины M , можно выразить аналитически уже на основе закономерностей из классической теории теплопередачи.

Так, например, для поверхности тела человека, незащищенной одеждой, эти величины легко подсчитываются по уравнениям:

$$Q_{\text{конв}} = \alpha_{\text{конв}} \cdot F_m \cdot (t_{\text{к}}^{\text{ср}} - t_{\text{в}}^{\text{расч}}), \quad (26)$$

$$Q_{\text{рад}} = c_{\text{прив}} \cdot F_m \cdot \left[\left(\frac{t_{\text{к}}^{\text{ср}} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{\text{рад}}^{\text{расч}} + 273}{100} \right)^4 \right], \quad (27)$$

где $\alpha_{\text{конв}}$ - конвективный коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С);

$c_{\text{прив}}$ - приведенный коэффициент излучения системы (коэффициент взаимной радиации), Вт/(м²·°С); $t_{\text{к}}^{\text{ср}}$ - средневзвешенная температура поверхности тела, °С; $t_{\text{рад}}^{\text{расч}}$ - расчетная радиационная температура поверхностей, участвующих в теплообмене (стен зданий, предметов окружающего человека), которая отличается от температуры окружающего воздуха, °С.

В общем случае

$$t_{\text{рад}}^{\text{расч}} = t_{\text{в}} \pm 5, \quad (28)$$

причем знак «-» берут в том случае, когда человек находится в помещении, знак «+» - когда он находится на открытом воздухе. - площадь поверхности тела человека или одежды, м².

Площадь поверхности тела человека в зависимости от его роста и веса может быть определена по таблице 19.

Очень часто в расчетной практике пользуются понятием условного коэффициента теплопередачи $\alpha^{\text{усл}}$, при помощи которого расчетную формулу (27) можно привести к виду, аналогичному виду формулы (26), а именно:

$$Q_{\text{рад}} = \alpha_{\text{рад}}^{\text{усл}} \cdot F_m \cdot (t_{\text{к}}^{\text{ср}} - t_{\text{в}}^{\text{расч}}), \quad (29)$$

Очевидно, здесь

$$\alpha_{\text{рад}}^{\text{усл}} = \frac{c_{\text{прив}} \cdot \left[\left(\frac{t_{\text{к}}^{\text{ср}} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{\text{рад}}^{\text{расч}} + 273}{100} \right)^4 \right]}{t_{\text{к}}^{\text{ср}} - t_{\text{в}}^{\text{расч}}}, \quad (30)$$

Таблица 19

Площадь поверхности тела человека, м², в зависимости от роста и массы его тела

Рост, см	Масса, кг																
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105
200							1,84	1,91	1,97	2,03	2,09	2,15	2,21	2,26	2,31	2,36	2,41
195						1,73	1,80	1,87	1,93	1,99	2,05	2,11	2,17	2,22	2,27	2,32	2,37
190				1,56	1,63	1,70	1,77	1,84	1,90	1,96	2,02	2,08	2,13	2,18	2,23	2,28	2,33
185				1,53	1,60	1,67	1,74	1,80	1,86	1,92	1,98	2,04	2,09	2,14	2,19	2,24	2,29
180				1,49	1,57	1,64	1,71	1,77	1,83	1,89	1,95	2,00	2,05	2,10	2,15	2,20	2,25
175	1,19	1,28	1,26	1,46	1,53	1,60	1,67	1,73	1,79	1,85	1,91	1,96	2,01	2,06	2,11	2,16	2,21
170	1,17	1,26	1,34	1,43	1,50	1,57	1,63	1,69	1,75	1,81	1,86	1,91	1,96	2,01	2,06	2,11	
165	1,14	1,23	1,31	1,40	1,47	1,54	1,60	1,66	1,72	1,78	1,83	1,88	1,93	1,98	2,03	2,07	
160	1,12	1,21	1,29	1,37	1,44	1,50	1,56	1,62	1,68	1,73	1,78	1,83	1,88	1,93	1,98		
155	1,09	1,18	1,26	1,33	1,40	1,46	1,52	1,58	1,64	1,69	1,74	1,79	1,84	1,89			
150	1,06	1,15	1,23	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80				
145	1,03	1,12	1,20	1,27	1,33	1,39	1,45	1,51	1,56	1,61	1,66	1,70					
140	1,00	1,09	1,17	1,24	1,30	1,36	1,42	1,47	1,52	1,57							
135	0,97	1,07	1,14	1,20	1,26	1,32	1,38	1,43	1,48								
130	0,95	1,04	1,11	1,17	1,23	1,29	1,35	1,40									
125	0,93	1,01	1,08	1,14	1,20	1,26	1,31	1,36									
120	0,91	0,98	1,04	1,10	1,16	1,22	1,27										

В этом случае через одну и ту же температурную разность можно выразить сразу сумму потерь на радиацию и конвекцию.

$$\sum Q_{\text{осн}} = (\alpha_{\text{конв}} + \alpha_{\text{рад}}) \cdot F_m \cdot (t_{\text{к}}^{\text{сп}} - t_{\text{в}}^{\text{расч}}), \quad (31)$$

или в наиболее общем виде

$$\sum Q_{\text{осн}} = \alpha_{\text{общ}} \cdot F_m \cdot (t_{\text{к}}^{\text{сп}} - t_{\text{в}}^{\text{расч}}), \quad (32)$$

$$\alpha_{\text{общ}} = \alpha_{\text{конв}} + \alpha_{\text{рад}}, \quad (33)$$

где $\alpha_{\text{общ}}$ - общий коэффициент теплоотдачи на поверхности тела человека, Вт/(м²·°С).

Очень часто вместо величины $\alpha_{\text{общ}}$ на практике пользуются обратной величиной, которую именуют термическим сопротивлением общей теплопередаче.

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{общ}}}, \quad (34)$$

В этом случае формула (31) приобретет иной вид:

$$\sum Q_{\text{осн}} = \frac{F_m \cdot (t_{\text{к}}^{\text{сп}} - t_{\text{в}}^{\text{расч}})}{R_0}, \quad (35)$$

Все вышеприведенные зависимости, в том числе и наиболее общая из них зависимость (35), относятся к телу человека, незащищенному одеждой.

Если же оно будет защищено одеждой, то эти зависимости, оставаясь в своей сущности теми же самыми, лишь несколько усложнятся, так как теплопереход через теплозащитные слои одежды будет связан уже не только с радиационной и конвективной теплоотдачей на поверхности тела (одежды), но и с движением тепла через толщину пакета одежды, которые подчиняются законам теплопроводности.

С теплотехнической точки зрения теплозащитная одежда человека представляет собой теплоизоляционный слой, снижающий основные теплотери с поверхности тела в окружающую среду. Причем в общем случае одежда имеет многослойную конструкцию.

Каждый отдельный слой ткани (или тканеподобного материала) в пакете одежды имеет различную толщину и обладает различными теплозащитными свойствами. Кроме того, между каждым отдельным слоем материала, входящим в пакет, всегда имеются воздушные прослойки различного вида и толщины, которые сами по себе являются теплозащитным элементом и поэтому должны рассматриваться совокупно с другими слоями пакета.

Поскольку передача тепла через отдельные слои пакета одежды (включая относительно тонкие воздушные прослойки) совершается по закону теплопроводности, то их теплоизоляционный эффект удобнее всего на практике оценивать величиной термического сопротивления теплопроводности.

$$R = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (36)$$

где δ_i - расчетная толщина соответствующего слоя, входящего в пакет, м;

λ_i - коэффициент теплопроводности этого слоя, Вт/(м·°С).

При этом нужно отметить, что для воздушных прослоек, где помимо теплопроводности всегда имеет место параллельно идущая радиационная и конвективная теплопередача, коэффициент теплопроводности имеет условный характер и поэтому его часто называют эквивалентным коэффициентом теплопроводности воздушной прослойки $\lambda_{ЭКВ}$.

Таким образом, общее термическое сопротивление теплопроводности для сложного пакета одежды можно выразить так:

$$R_{общ} = \sum \frac{\delta_{ТК}}{\lambda_{ТК}} + \sum \frac{\delta_{В}}{\lambda_{ВЭКВ}} = R_{ТК} + R_{В}, \quad (37)$$

С учетом выше изложенного теперь можно уже записать аналитическое выражение для $\sum Q_{осн}$ в случае, когда тело человека защищено одеждой:

$$\sum Q_{осн} = \frac{F_m \cdot (t_k^{cp} - t_v^{расч})}{R_{общ} + R_0} \text{ или } \sum Q_{осн} = \frac{F_m \cdot (t_k^{cp} - t_v^{расч})}{R_{сум}}, \quad (38)$$

где $R_{сум} = (R_{общ} + R_0)$ - суммарное термическое сопротивление при теплообмене человеческого организма, защищенного одеждой, с окружающей средой.

Таким образом, для расчета $\sum Q_{осн} = Q_{конв} + Q_{рад}$ в инженерной практике пользуются либо формулой (35) - для незащищенных одеждой участков поверхности тела человека, либо формулой (38) - для участков поверхности тела, защищенных одеждой.

При этом необходимо иметь в виду, что под величиной F_m в рассматриваемых случаях нужно соответственно понимать участки поверхности тела, незакрытые одеждой (например, поверхность лица или поверхности кисти рук и части ног в относительно теплые периоды года) и закрытые ею. Кроме того, нужно также иметь в виду, что величины t_k^{cp} в этих двух случаях должны быть

соответственно рассчитаны для частей поверхности тела, незакрытых одеждой. Более того, современное состояние вопросов проектирования и расчета теплозащитной одежды, закрывающей туловище, голову, руки, ноги требуют проведения расчетов с учетом различия в распределении по каждому из этих участков таких величин, как $t_{\text{к}}$, $Q_{\text{конв}}$ и $Q_{\text{рад}}$.

Данные (ориентировочные) о локальном распределении $t_{\text{к}}$ по отдельным, характерным участкам поверхности тела человека, а также данные об «удельном весе» поверхностей этих участков в общей площади поверхности тела человека приводятся в таблице 20.

Таблица 20

Значение температуры кожи и тепловых потоков с различных участков тела человека

Участок тела человека	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Лоб	36,2	38,2	38,0	37,5	37,2	36,3	36,8	36,5	36,8	36,8	36,0	35,7
	24,3	27,7	52,0	56,4	60,3	65,8	62,4	65,7	55,4	47,2	55,0	56,3
Грудь	36,8	36,8	36,4	36,8	36,2	35,8	36,2	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8
	19,2 5	22,0	33,0	36,7	48,9	46,2	51,6	52,2	46,7	46,6	49,4	49,4
Спина	35,8	32,5	35,8	33,7	34,0	34,0	33,5	33,5	33,1	33,3	33,1	33,1
	34,5	42,9	39,0	59,4	52,8	52,8	48,8	42,8	59,4	39,6	59,4	56,5
Живот	33,0	33,0	35,3	35,3	35,3	35,3	35,3	34,9	34,9	35,3	34,3	34,9
	19,7	17,6	25,7	29,1	31,6	38,6	38,6	45,6	52,7	28,0	57,6	61,9
Поясница	34,8	34,3	33,8	34,0	33,9	34,3	34,3	33,9	34,3	34,3	34,0	33,4
	110, 0	121, 5	23,2	33,1	34,2	28,7	38,6	44,2	35,2	46,5	58,0	60,7
Плечо	35,2	33,8	33,0	32,8	33,4	32,8	33,0	32,8	32,7	32,8	32,3	32,0
	41,5	53,4	88,8	106, 8	124, 6	74,1	64,4	65,2	88,8	148, 4	54,5	62,3
Кисть	32,8	33,0	33,0	31,5	32,3	31,3	31,8	30,4	30,0	30,1	29,3	29,0
	70,9	80,6	76,2	77,4	83,8	90,3	87,0	86,4	70,9	66,2	77,4	77,4
Бедро левое	33,8	33,6	33,2	32,5	32,4	32,2	32,5	32,2	31,7	31,7	31,3	31,3
	77,6	83,3	102, 0	95,3	121, 8	100, 5	91,7	116, 7	84,7	87,7	191, 0	180, 5
Бедро правое	33,4	33,5	31,5	31,3	30,8	30,5	30,8	30,8	30,5	30,3	39,8	30,0
	63,7	69,4	84,8	84,8	74,3	80,6	77,1	77,7	91,8	61,3	70,7	102, 0
Голень	29,4	28,3	27,5	26,7	28,2	26,4	26,4	25,7	25,7	25,3	24,7	24,7
	156, 0	171, 0	160, 0	160, 0	179, 5	156, 2	172, 0	160, 0	195, 0	180, 6	65,0	100, 0
Стопы	31,0	26,4	31,7	30,3	30,3	29,8	30,5	29,3	29,3	29,0	27,8	27,8
	93,7	84,4	43,7	43,7	59,4	150, 3	93,7	93,7	66,3	70,3	150, 0	169, 0

Совершенно очевидно, что практическое использование в инженерных расчетах вышеназванных формул 27,29,31,32,38

возможно лишь при условии, если такие теплофизические коэффициенты, как $\alpha_{\text{конв}}$, $\alpha_{\text{рад}}$, $\lambda_{\text{т}}$, $\lambda_{\text{в.экв}}$ будут известны или могут быть получены на основе каких-то дополнительных соотношений.

Величина $\alpha_{\text{конв}}$ зависит главным образом от скорости движения воздуха, омывающего поверхность тела человека или его одежды.

Практически в наиболее часто встречающемся диапазоне изменения скорости ветра от 0,2 до 10 м/с $\alpha_{\text{конв}}$ можно определить по эмпирической формуле

$$\alpha_{\text{конв}} = 11,2 \sqrt{V_{\text{в}}^{\text{расч}}}, \quad (39)$$

где $V_{\text{в}}^{\text{расч}}$ - расчетная скорость движения воздуха (ветра), м/с.

Для спокойного воздуха, когда $V_{\text{в}} < 0,2$ м/с, в ориентировочных расчетах с достаточной точностью можно принимать $\alpha_{\text{конв}} = 4,0$ Вт/(м²·°С).

Величина $\lambda_{\text{т}}$ изменяется в зависимости от ткани, ее волокнистого состава, структуры и некоторых других факторов. В каждом отдельном случае она, строго говоря, должна определяться экспериментально. Однако при ориентировочной оценке этой величины для различных материалов, используемых при изготовлении одежды, можно пользоваться справочными данными,

На основе данных о толщине соответствующих тканей, можно рассчитать и значение $R_{\text{м}}$ для каждого вида ткани.

Из классической теории теплообмена известно, что величина $\alpha_{\text{рад}}$ является функцией, так называемой, радиационной температуры, характеризующей условия протекания радиационного теплообмена между поверхностями двух тел (в данном случае, между поверхностью тела человека и поверхностями окружающих его предметов), а также от приведенной степени черноты системы из этих двух тел. В расчетной практике для нахождения величины $\alpha_{\text{рад}}$ в практически встречающемся диапазоне изменения радиационной температуры от -30 до +50°С, можно пользоваться эмпирической формулой.

$$\alpha_{\text{рад}} = 5,67 \cdot \varepsilon_{\text{прив}} \left(\frac{t_{\text{рад}}^{\text{расч}} + 273}{298} \right)^3, \quad (40)$$

где $\varepsilon_{\text{прив}} \approx \varepsilon_{\text{тела}}$ (одежды) - приведенная степень черноты системы, примерно равная степени черноты поверхности тела или одежды, которая может быть ориентировочно принята в пределах 0,80 - 0,95.

В ориентировочных расчетах с достаточной точностью можно также принимать непосредственно $a_{\text{рад}}=5,51 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ для поверхности любой одежды и обнаженных участков тела человека.

Наконец, величина $\lambda_{\text{В}}^{\text{экв}}$, как и величина зависит от совокупности нескольких факторов, которые в итоге приводят к зависимостям этих величин от таких факторов, как толщина воздушной прослойки, ее вид (замкнутая, незамкнутая) и воздухопроницаемость материалов одежды.

В заключение анализа теплового баланса человека, как исходного соотношения для расчета теплозащитной одежды, необходимо отметить, что при большом разнообразии климатических условий и непрерывном изменении метеорологических условий, в которых приходится работать человеку, не всегда возможно, даже при правильном расчете теплозащитной одежды, обеспечить ему комфортные условия существования. В связи с этим уже при проектировании теплозащитной одежды заведомо предлагается некоторая безопасная для здоровья степень теплового дискомфорта в виде так называемого расчетно-допустимого дефицита тепла.

В этом случае уравнение теплового баланса человека (25) принимает такой окончательный (расчетный) вид:

$$\sum Q_{\text{осн}} = M(1 - x - y - z) \pm \Delta Q_{\text{деф}}, \quad (41)$$

где $\Delta Q_{\text{деф}}$ - расчетно-допустимый дефицит тепла, который ориентировочно может быть принят для дискомфорта 1 -й степени равным 46 Вт.

Методика выполнения работы

1. В соответствии с заданием выберите исходные данные для проведения расчетов.

2. На основе величины теплопродукции человеческого организма $M=Q$ и коэффициентов X , Y , Z определяют величины $Q_{\text{исп}}$, $Q_{\text{дых}}$, $N_{\text{мех}}$, используя формулы (23) и (24).

3. Рассчитывают допустимую величину основных потерь по формуле (25).

4. По данным таблицы 19 определяется величина общей поверхности тела человека $F_T^{\text{расч}}$

5. Определяют размеры поверхностей тела человека, закрытых одеждой и открытых:

$$F_M^{\text{откр}} = 0,029 \cdot F_m^{\text{расч}}, \quad (42)$$

$$F_M^{\text{закр}} = 0,971 \cdot F_m^{\text{расч}}, \quad (43)$$

6. По формулам 39 и 40 рассчитываются значения $\alpha_{\text{конв}}$ и $\alpha_{\text{рад}}$. Используя формулы (14) и (15) рассчитывают величину коэффициента теплоотдачи $\alpha_{\text{общ}}$ и величину термического сопротивления теплоотдаче $R_0 = 1/\alpha_{\text{общ}}$.

7. Определяют часть общих основных потерь тепла с участков тела непокрытых одеждой

$$\sum Q_{\text{осн.откр}} = \frac{F_m^{\text{откр}} \cdot (t_{\text{к}}^{\text{откр}} - t_{\text{в}})}{R_0}, \quad (44)$$

9. Определяют часть общих основных потерь тепла с участков тела закрытых одеждой.

$$Q_{\text{осн.закр}} = \sum Q_{\text{осн.общ}} - \sum Q_{\text{осн.откр}}, \quad (45)$$

10. Определяют среднее для всей одежды значение термического сопротивления теплопроводности.

$$R_{\text{ср}} = \frac{F_m^{\text{закр}} (t_{\text{к}}^{\text{закр}} - t_{\text{в}})}{\sum Q_{\text{осн.закр}}} - R_0, \quad (46)$$

11. Все полученные расчетные данные заносятся в итоговую таблицу.

12. Далее переходят к расчету основных теплотерь с участков тела, закрытых одеждой и открытых, используя формулу:

$$\sum Q_{\text{осн.уч.закр}} = \sum Q_{\text{осн.закр}} \cdot \frac{\gamma}{100} \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (47)$$

где γ и β - соответственно, относительная доля поверхности данного участка в общей поверхности тела, защищенной одеждой, и относительная интенсивность основных теплопотерь для каждого участка поверхности тела, закрытого одеждой.

Значения γ и β выбирают из таблицы 20 в соответствии с заданными участками.

13. Рассчитывают термическое сопротивление пакета на заданных участках тела по формуле:

$$R_{\text{уч}} = \frac{F_m^{\text{уч}} (t_{\text{к}}^{\text{уч}} - t_{\text{в}})}{\sum Q_{\text{осн.уч.закр}}} - R_0, \quad (48)$$

где $F_{\text{т}}^{\text{уч}}$ - площадь поверхности участка тела, м².

14. После проведения расчетов термического сопротивления пакета по участкам приступают к формированию пакета одежды.

Структура пакета на каждом участке определяется исходя из функционального назначения одежды с учетом всех его элементов, начиная от поверхности тела с учетом воздушных прослоек.

Общее суммарное термическое сопротивление тканей и воздушных прослоек сформированного пакета может отличаться от его расчетного значения на более чем на 10%.

15. Структуру сформированного пакета изобразить графически, указав на рисунке расположение тканей и прослоек.

16. Определить суммарную толщину тканей пакета одежды на участке.

17. Рассчитать величину прибавок на толщину пакета используя соотношение:

$$П_{\text{ТМ}} = \pi \cdot \delta_{\text{общ}}, \quad (49)$$

где $П_{\text{ТМ}}$ - величина прибавки к полуобхвату, м;

$\delta_{\text{общ}}$ - общая толщина тканей пакета, м.

По результатам работы сформулируйте выводы о теплозащитной способности пакета в зависимости от его структуры.

Контрольные вопросы:

1. Какова структура уравнения баланса тепла в организме человека?
2. Как проявляются воздействия внешних факторов на человека?
3. Какова доля основных радиационно-конвективных теплопотерь в общих потерях тепла человеком?
4. Какие факторы влияют на изменение теплопродукции человека?
5. Как осуществляется регулирование теплообразования в организме человека?
6. Как осуществляется регулирование теплоотдачи с поверхности тела человека?
7. Что называется общим обменом?
8. Что такое основной обмен?
9. Основные пути теплообмена человека с окружающей средой.
10. Каковы исходные данные для расчета теплозащитной одежды?
11. В чем состоят особенности теплового расчета одежды?

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТСКОЙ ОДЕЖДЫ

Цель работы: ознакомиться с физиолого-гигиеническими требованиями предъявляемыми к одежде для детей.

Задание:

1. Изучить теоретические основы работы.
2. Изучить физиолого-гигиенические требования, предъявляемые к одежде для детей.
3. Изучить гигиенические показатели материалов для одежды. Проанализировать факторы, влияющие на их численные значения.
4. Ознакомиться с нормами вложения химических волокон в материалы, используемые для изготовления изделий для детей различных возрастных групп.

5. Ознакомиться с требованиями к аппретам и пропиткам в материалах для детской одежды.

6. Разработать требования к проектированию детской одежды для заданной возрастной группы.

7. Анализ результатов работы.

Теоретические основы работы

Общие гигиенические требования к материалам для детской одежды

Создавая пододежный микроклимат, одежда существенно снижает теплотери организма, способствует сохранению постоянства температуры тела, облегчает терморегуляционную функцию кожи, обеспечивает процессы газообмена через кожные покровы. Указанные свойства одежды особенно важны для детей, поскольку: в детском возрасте механизмы терморегуляции еще весьма несовершенны, как переохлаждение, так и перегревание организма может привести к нарушениям в состоянии здоровья; необходимо помнить, что дети отличаются большой двигательной активностью, при которой уровень теплопродукции возрастает в 2-4 раза; кожа детей нежна и легко ранима; кожное дыхание (уровень углекислоты в пододежном пространстве) у детей имеет больший удельный вес в обменных процессах организма, чем у взрослых.

В связи с этим, одежда детей по своей конструкции и физиолого - гигиеническим показателям материалов должна соответствовать возрастным анатомо-физиологическим особенностям, виду деятельности и метеорологическим условиям, не препятствовать быстрому и легкому одеванию и снятию, воспитывать эстетические вкусы ребенка.

При гигиенической оценке детской одежды гигиенической экспертизе подлежат как ткани, используемые для ее изготовления, пакеты тканей - комплекты размером 1 м², состоящие из верхнего покровного слоя, теплозащитного слоя и подкладки, а также готовые изделия.

В одежде для детей различают три слоя: белье, платье (или костюм) и верхнюю одежду для улицы. Для детской одежды

разрешается использовать материалы, произведенные из натуральных волокон или с добавками к ним химических волокон, но в строгом соответствии с требованиями санитарных норм и правил.

Так, в материалах, из которых шьют белье (1 слой):

- 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 бельевая одежда может быть сделана из «капровискозного» материала и материала из хлопколавсановой пряжи, но с содержанием капрона и лавсана не более 40%, а также из хлопчатобумажного материала с вложением капроновой нитью и ластика (не более 28%).

Для производства летней и зимней одежды (2 слой):

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

- для дошкольников и школьников содержание «синтетических и искусственных» волокон в материалах должно быть не более 3540%;

- для детей старшего ясельного возраста при изготовлении верхних трикотажных изделий допускается применение, как чистых синтетических волокон, так и их сочетаний с натуральными и искусственными.

В третьем слое детской одежды для утепления:

- 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 материалы.

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

Использование тех или иных материалов для производства детской одежды связано с их физиолого-гигиеническими

показателями: толщиной, весом, объемным весом, пористостью, воздухо- и паропроницаемостью, гигроскопичностью, влагоемкостью, гидро- и липофильностью, а также теплопроводностью. Эти свойства определяются структурой материалов (количеством и размером пор, заполненных воздухом) и свойствами волокнообразующих полимеров [5-10].

Толщина материалов - измеряется в миллиметрах и непосредственно влияет на теплозащитные свойства ткани. В материалах, имеющих большую толщину, содержится больше воздуха, которые обладает очень низкой теплопроводностью. Следовательно, чем толще материал, тем он теплее (например: батист - 0,1 мм, драп - 5 мм, натуральный мех - 10-50 мм) [6-10].

Вес материалов - измеряется в граммах по отношению к определенной площади материала (г/м). «Гигиеническим идеалом» является материал с минимальным весом, при сохранении всех необходимых его свойств.

Объемный вес - вес одного кубического метра материала в граммах определяет соотношение плотных веществ и воздуха в материале. Чем меньше объемный вес, тем легче материал, даже если он имеет значительную толщину. Объемный вес является также критерием теплозащитных свойств материала - при одной и той же толщине, более теплым является материал, имеющий меньший объемный вес (например, шерстяной трикотаж - 0,07 г/м ; брезент - 0,6 - 0,7 г/м³).

Пористость - определяется отношением объема пор к общему объему данного материала, выраженным в % и непосредственно связана с объемным весом. Пористость материала дает основание для суждения о его тепловых свойствах (например, драп - 50%; шерстосодержащий трикотаж - 93-95%).

Воздухопроницаемость - измеряется в дм³/м²с и определяет способность материалов пропускать через свою структуру воздух путем фильтрации его через поры. Материал, используемый для разной одежды, должен обладать различной воздухопроницаемостью. Так, например, поверхностный слой зимней и демисезонной одежды должен иметь низкую воздухопроницаемость в целях защиты от холодного воздуха.

Летняя одежда должна обладать максимальной вентиляруемостью, т.е. большой воздухопроницаемостью (например, шелк натуральный - $341 \text{ дм}^3 / \text{м}^2 \text{с}$).

Паропроницаемость - измеряется в граммах водяного пара, проходящего в час через 1 м^2 материала и определяет способность материалов пропускать через себя водяные пары, постоянно образующиеся в пододежном пространстве путем диффузии их через волокна. Наибольшую паропроницаемость должна иметь одежда, используемая в жарком климате, когда теплоотдача человека осуществляется в значительной мере за счет испарения (например, шелк натуральный - $4,62 \text{ г/м}^2 \text{час}$).

Гигроскопичность - выражается в % и характеризует способность материалов поглощать водяные пары. Хорошая гигроскопичность является положительным свойством материалов, используемых для внутренних слоев одежды, способствуя удалению пота с поверхности кожи. Гигроскопичность материалов, используемых для верхних слоев зимней и демисезонной одежды, должна быть минимальной, что предотвращает ее намокание от атмосферных осадков и снижение теплозащитных свойств (например, батист, ситец - 90 % и более, драп облегченный - 17%, шелк натуральный - 16,5%).

Влагоемкость - выражается в % и определяет способность материалов впитывать воду при погружении в нее. Свойство материалов сохранять значительную часть пор свободными после увлажнения имеет большое значение, т.к. при этом сохраняется определенный уровень воздухопроницаемости и меньше изменяются тепловые свойства данного материала.

Гидрофильность - выражается в % и отражает способность материала быстро и полно впитывать влагу. Высокая гидрофильность должна быть у материалов, имеющих непосредственное соприкосновение с кожными покровами, поглощающими водяные пары с поверхности кожи (например, батист, ситец - 90% и более).

Гидрофобность - «несмачиваемость» - свойство противоположное гидрофильности. Высокая гидрофобность должна быть у материалов, образующих верхний слой одежды, защищая ее от снега, дождя, тумана.

Липофильность - выражается в % и характеризует способность материалов впитывать жир с поверхности кожи. Высокалипофильность является отрицательным свойством, присущим, в основном, синтетическим материалам, т.к. капельки жира заполняют воздушное пространство между волокнами и нитями, ухудшая тем самым вышеуказанные физиолого-гигиенические свойства материалов.

Теплопроводность - характеризует теплозащитные свойства материалов, чем ниже теплопроводность, тем теплее материал.

Тепловое сопротивление - свойство, противоположное теплопроводности, оно определяется временем (в часах), в течение которого 1 ккал тепла пройдет через 1 м² материала при перепаде температуры 1⁰С.

Детская одежда подразделяется на: белье - одежда, непосредственно соприкасающаяся с кожными покровами, летнюю одежду, домашнюю одежду для ношения в холодное время года, верхнюю теплую одежду. Каждый из перечисленных видов одежды выполняет свои задачи, которые обуславливают требования, предъявляемые к одежде.

Основным гигиеническим требованием к любым предметам детского обихода, в том числе одежде является - безвредность. Степень безопасности изделий определяется гигиенической классификацией, где основными классифицирующими элементами являются площадь непосредственного контакта с кожей, возраст пользователя и продолжительность непрерывной носки.

В зависимости от площади тела, контактирующего с одеждой, обуславливающей степень воздействия изделий на организм ребенка, все они по балльной системе подразделяются на:

- имеющие непосредственный контакт с кожей на большой поверхности (от 15% площади тела и более) - 1 балл;
- имеющие непосредственный контакт с кожей на небольшой поверхности (менее 15% площади тела) - 2 балла;
- не имеющие непосредственного контакта с кожей - 3 балла.

В зависимости от возрастных физиологических особенностей изделия, по балльной системе, подразделяются на изделия:

- для новорожденных - 0 баллов;
- для детей до 3 лет включительно - 1 балл;

- для детей от 4 до 7 лет включительно - 2 балла;
- для детей от 8 до 12 лет включительно - 3 балла;
- для подростков от 13 до 15 лет включительно - 4 балла;
- для девушек, юношей и взрослых от 16 лет - 5 баллов.

В зависимости от продолжительности непрерывной носки и частоты использования изделия по балльной системе подразделяются на:

- изделия регулярного использования (ежедневно от 4 часов и более) - 1 балл;
- изделия эпизодического использования (1-2 раза в неделю - не более 4 часов) - 2 балла.

В соответствии с гигиенической классификацией по балльной системе для каждого конкретного изделия следует определять классифицирующий показатель (КП), устанавливающий степень риска воздействия изделия на здоровье детей и взрослых, по формуле:

$$КП = \frac{SUM_{i}^3 Б}{(SUM_{max} Б - SUM_{min} Б) + 1}, \quad (50)$$

где $SUM_{i}^3 Б$ - сумма баллов, присвоенных изделию в соответствии с классификацией;

$SUM_{max} Б$ - максимально возможная сумма баллов, присвоенных в максимальном соответствии с классификацией;

$SUM_{min} Б$ - минимально возможная сумма баллов, присвоенных в минимальном соответствии с классификацией.

Изделия для детей в зависимости от значения классифицирующего показателя подразделяют на 4 класса:

- I класс - классифицирующий показатель - 0,38 - 0,55;
- II класс - классифицирующий показатель - 0,56 - 0,70;
- III класс - классифицирующий показатель 0,71 - 0,92;
- IV класс - классифицирующий показатель 0,93 - 1,25.

Специальные гигиенические требования к одежде для новорожденных детей, в том числе недоношенных

Изделия для новорожденных (первые 28 дней жизни), в том числе недоношенных детей должны изготавливаться только из натуральных материалов.

Допускается применение химических нитей и волокон для швов изделий, не соприкасающихся с кожей ребенка.

Все соединительные швы с обметыванием срезов одежды должны быть выполнены на лицевую сторону.

Допускается использование отделки из синтетических материалов (кружев, шитья, вышивки, аппликаций) на одежде, предназначенной для кратковременной носки (не более 2 часов). Отделка не должна контактировать с кожей ребенка.

В конструкции изделий для недоношенных детей необходимо предусмотреть:

- отсутствие швов и узлов на изделиях в местах возможного соприкосновения головы и тела ребенка с поверхностью одежды;
 - отсутствие пуговиц, кнопок в местах, прилегающих к телу.
- Ползунки должны иметь дополнительную внутреннюю подкладку в области стоп из 100% шерсти.

Недопустимо изготовления изделий, одевающихся через голову ребенка.

Необходимо обращать внимание на покрой одежды для детей, т.к. не правильно сшитая одежда может принести вред.

Детское белье не должно иметь толстых, грубых швов. Перетягивание верхней части живота тугими резинками (в трусах резинка должна быть только сзади), ремнями, корсажами вызывает изменения в функционировании внутренних органов организма ребенка, нарушает координацию движения мышц, поддерживающих позвоночник, и может способствовать появлению сколиоза, кифоза. Кроме того, стягивание резинками талии, кистей рук нарушает кровообращение, создает застой крови в капиллярах кожи, ограничивает питание ее.

Длительное воздействие резинки создает условия для расширения вен. Поэтому при ношении колготок (рейтуз, курточек и т.п.) необходимо соблюдать одно правило: резинку, стягивающую

талию ребенка, делать слабой, чтобы она лишь прилегала слегка к телу ребенка, но не давила и не стягивала бы кожи. Чтобы колготки не сползали, и вид у ребенка был опрятный, следует их поддерживать помочами. Важно также 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, сдавливающие грудную клетку, высокие тесные воротнички исключаются. В детском или подростковом возрасте вместо бюстгалтеров лучше надевать обычные топы с выточками. Бретельки у топов должны быть широкими, не уже 2 см. Слишком узкие и тугие бретельки врезаются в кожу и деформируют ее, оставляя глубокие следы на плечах. Это не красиво и вредно. Слишком длинная одежда, как и тесная, затрудняет движение и делает детей неуклюжими. Необходимо учитывать возрастные размеры и пропорции детей и подростков. Основная масса одежды при правильном покрое ложится на плечи и обеспечивает правильное распределение тяжести. Необходимо учитывать массу одежды. Тяжелая одежда утомляет ребенка, мешает быть активным.

Детская одежда и материалы для ее изготовления, в том числе отделочные и вспомогательные, должны соответствовать требованиям технических нормативных правовых актов и быть безопасны для здоровья ребенка.

В соответствии с санитарными правилами и нормами, утвержденными в РБ, гигиенические требования к детской одежде предусматривают **возрастную принадлежность детей** [3]:

- для детей в возрасте до 3 лет - ясельная группа;
- для детей от 3 до 7 лет - дошкольная группа;
- для детей от 7 до 15 лет - школьная группа;

- для детей от 15 до 18 лет - подростковая группа.

Гигиеническая безопасность детской одежды определяется:

- ее предназначением;
- составом сырья изделия;
- возрастом ребенка;
- площадью контакта с кожей ребенка (слоем одежды).

Детская одежда распределена на **классы по степени риска для здоровья:**

◆ **одежда, контактирующая с кожей ребенка:**

• **1 слой:**

1 класс - одежда для новорожденных, пеленки, постельное белье, белье для детей ясельного возраста;

2 класс - белье для детей дошкольного, школьного возраста;

3 класс - чулочно-носочные изделия для ясельной, дошкольной, школьной групп;

класс - изделия бельевые

4 класс - изделия бельевые и чулочно-носочные для подростковой группы, изделия купальные;

• **2 слой:**

5 класс - изделия платьево-блузочного и сорочечного ассортимента швейные;

6 класс - изделия верхние трикотажные (жакеты, свитеры, джемперы, платья, юбки, брюки, рейтузы и легинсы и т.п.) и изделия спортивные;

7 класс - головные уборы, шарфы, перчаточные изделия;

◆ **одежда, не контактирующая с кожей ребенка:**

• **3 слой:**

8 класс - изделия костюмного ассортимента (костюмы, пиджаки, брюки, сарафаны, юбки, жилеты), конверты и одеяла детские;

9 класс - изделия пальтового ассортимента (пальто, плащи, куртки, комбинезоны).

Гигиеническая безопасность детской одежды оценивается комплексом следующих **гигиенических показателей**, установленных санитарными правилами [6-10].

◆ **Органолептические показатели**

Методика выполнения работы

1. Изучить физиолого-гигиенические требования, предъявляемые к одежде для детей.

Используя источники [6-10] и рекомендации, изложенные в теоретическом разделе (выше), изучить основные гигиенические требования, предъявляемые к одежде для детей. Привести перечень указанных требований.

2. Изучить гигиенические показатели материалов для детской одежды. Проанализировать факторы, влияющие на их численные значения.

Изучить гигиенические показатели материалов для детской одежды. Привести примеры оптимальных и допустимых значений показателей органолептических, санитарно-химических, физико-гигиенических.

3. Ознакомиться с нормами вложения различных видов химических волокон в материалы, используемые для изготовления изделий для детей различных возрастных групп.

Привести примеры допустимых вложений химических волокон для различных классов одежды по степени риска для здоровья ребенка.

4. Ознакомиться с требованиями к аппретам и пропиткам в материалах для детской одежды.

Перечислить виды допускаемых отделок в детской одежде. Указать, для каких возрастных групп запрещается использование пропиток и аппретов.

5. С использованием методики проведения исследования теплового сопротивления одежды, определить теплозащитные свойства детской одежды.

5.1. Порядок проведения исследования теплового сопротивления одежды

Для изучения теплозащитных свойств одежды можно использовать наблюдение за некоторыми общими реакциями организма в процессе опытной носки, определяя величину расхода энергии, количество выделенного пота, подсчитывая частоту пульса и дыхания, а также выявляя субъективные ощущения ребенка путем опроса анкетным методом.

Исходные данные для расчета:

- температура воздуха окружающей среды (определяется психрометром Августа);
- скорость движения воздуха в окружающей среде (определяется с помощью кататермометра);
- средневзвешенные величины кожных температур (лоб, грудь, спина, плечо, кисть, голень);
- плотность тепловых потоков по тем же точкам.

Формула расчета теплового сопротивления одежды:

$$J_0 = \frac{(T_{с.в} - t_{в})}{H_{с.в.}} - J_{в}, (51)$$

где J_0 - тепловое сопротивление одежды, $^{\circ}\text{См}^2/\text{Вт}$;

$J_{в}$ - тепловое сопротивление воздуха пододежного пространства, $^{\circ}\text{См}^2/\text{Вт}$;

$T_{св}$ - средневзвешенный показатель температуры кожи;

$H_{св}$ - средневзвешенный показатель плотности теплового потока, $\text{Вт}/\text{м}$;

$T_{в}$ - температура воздуха внешней среды, $^{\circ}\text{С}$.

Протокол проведения исследования теплового
сопротивления одежды

Таблица 21

Показатели кожных температур

Место прикрепления датчиков	лоб	грудь	спина	плечо	кисть	голень
Показания приборов, $T, ^{\circ}\text{С}$						

Таблица 22
Показатели величины плотности теплового потока

Место прикрепления датчиков	лоб	грудь	спина	плечо	кисть	голень
Показания прибора, Н, Вт/м ²						

Таблица 23
Тепловое сопротивление воздуха пододежного пространства

Время, затрачиваемое на охлаждение кататермометра с 38 до 35 ⁰ С,сек	Фактор кататермометра (F)	$\frac{H}{Q} = \frac{\left(\frac{F}{t_{сек}}\right)}{(36,5-t_B)}$ Вт/м ²	Скорость движения воздуха, м/сек	J ₀ , ⁰ См ² /Вт
---------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------------------

Таблица 24
Влияние скорости движения воздуха на теплоизоляцию прилегающего к телу воздушного слоя

Скорость движения воздуха, м/сек	0,1	0,18	0,25	0,33	1,16	1,17	2,16	5,34	22,8
J _B , ⁰ См ² /Вт	0,15	0,12	0,11	0,09	0,07	0,05	0,04	0,025	0,015

Таблица 25
Процентное соотношение отдельных участков поверхности кожи человека в зависимости от возраста

Поверхность кожи	Возраст, годы					
	0-1	1-4	5-9	10-14	15	взрослые
голова	21	19	15	13	11	9
туловище	32	32	32	32	32	32
верхние конечности	19	19	19	19	19	19
нижние конечности	28	30	34	36	38	40

Таблица 26

**Гигиенические рекомендации по обеспечению оптимального
теплового сопротивления одежды**

Назначение одежды	Тепловое сопротивление одежды	
	$^{\circ}\text{Cm}^2/\text{Вт}$	«J ₀ »
Легкое летнее платье	0,08	0,5
Домашняя одежда, школьная форма	0,15	1,0
Демисезонная одежда	0,31 - 0,39	2,0 - 2,5
Зимняя одежда	0,49 - 0,54	3,0 - 3,5

6. Разработать требования к проектированию детской одежды для заданной возрастной группы.

По заданию преподавателя, исходя из вида изделия и возрастной группы ребенка, разработать физиолого-гигиенические требования к проектированию детской одежды заданного вида. При этом указать:

- вид изделия;
- возрастную группу;
- размер;
- волокнистый состав материала;
- максимально допустимую долю химического сырья;
- класс одежды по степени риска для здоровья ребенка;
- основные гигиенические показатели материалов для детской одежды заданного класса;
- оптимальные и допустимые значения показателей органолептических, санитарно-химических, физико-гигиенических показателей.

7. Анализируя результаты работы, перечислить наиболее важные факторы, влияющие на физиолого-гигиенические требования и показатели качества детской одежды.

Контрольные вопросы:

1. На какие классы по степени риска для здоровья делится детская одежда?
2. Какие гигиенические показатели определяют безопасность детской одежды?

3. Каков допустимый процент вложения химических волокон в материалы детской одежды и, какие факторы определяют его величину?
4. Чем определяется гигиеническая безопасность детской одежды?
5. Какие документы определяют гигиенические требования безопасности детской одежды?
6. Как распределена детская одежда по степени риска для здоровья?
7. Перечислить физико-гигиенические показатели безопасности детской одежды и материалов для ее изготовления.
8. Какие требования безопасности по органолептическим показателям предъявляют к детской одежды?
9. Какие факторы определяют допустимое вложение химических волокон в материалы для детской одежды?
10. Какие требования предъявляют к повседневной одежде для учащихся образовательных учреждений?
11. Какие химические вещества определяют при санитарно-химических исследованиях детской одежды?

ИЗУЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ И НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СПЕЦИАЛЬНУЮ ОДЕЖДУ

Цель работы: 1. Рассмотреть основные свойства специальной одежды, определяющие ее защитные функции;
2. Ознакомиться с классификацией и нормативной документацией на специальную одежду.

Задание:

1. Изучить теоретические основы работы.
2. Ознакомиться с классификацией и показателями качества специальной одежды.
3. Ознакомиться с ГОСТами, ОСТами, ТУ на специальную одежду. На основании изучения литературы, ГОСТов, ОСТов и ТУ на различные виды спецодежды выполнить конструкторский анализ по следующим показателям: ассортиментная разновидность

спецодежды; виды материалов; виды конструктивных узлов (швов); конструктивные элементы.

4.Зарисовать основные виды специальной одежды и составить перечень показателей, обеспечивающий защитные, эксплуатационные и технические требования, предъявляемые к этой одежде.

5.В соответствии с заданием для конкретного вида специальной одежды выделить особенности ее конструкции, обеспечивающие защитные функции (степень прилегания, конструкция застежки, наличие специальных деталей и т.д.). Отметить, какими конструктивными приемами достигается удобство конструкции в эксплуатации, воздухообмен для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма, герметичность в условиях вредного микроклимата, высокие или низкие теплозащитные свойства одежды ит. д.

б.Проанализировать результаты работы.

Требования к отчету: Результаты работы следует записать в виде таблицы 27.

Таблица 27

Характеристика основных видов спецодежды

Наименование групп спец. одежды	Условные обозначения защитных свойств	ГОСТ, ОСТ, ТУ	Эскиз модели	Виды материалов и их характеристики	Показатели качества спец. одежды		Характеристика конструкции, обеспечивающей защитную функцию
					общие	специализированные	

Теоретические основы работы

Назначение, классификация, общие технические требования к специальной одежде

Основное назначение спецодежды состоит в обеспечении надежной защиты тела человека от различных производственных факторов при сохранении нормального функционального состояния и работоспособности человека.

По конструктивному исполнению различают большое число видов спецодежды, которые в зависимости от конкретных производственных условий могут применяться как отдельно, так и в комплекте.

Все виды спецодежды классифицируют по защитным свойствам на группы и подгруппы (табл. 28) [3].

Условное обозначение защитных свойств указывается на спецодежде краской, устойчивой к стирке и химической стирке. Маркировка спецодежды, защищающей одновременно от нескольких вредных факторов, должна включать обозначение наиболее значимых групп и подгрупп, но не более трех. Так, спецодежда для защиты от теплового излучения, брызг и искр расплавленного металла и окалины должна маркироваться - ТиТр, а от нефти, механических повреждений (истирания) и пониженных температур - НсМиТн. Маркировку следует наносить на каждое изделие, входящее в комплект (например, куртку и брюки, куртку и юбку и т. п.). Наиболее рационально осуществлять маркировку спецодежды с помощью знаков защиты - эмблем.

Обеспечение необходимых свойств спецодежды зависит от свойств применяемых материалов и ее конструктивного исполнения. Поэтому при создании спецодежды необходимо руководствоваться определенными требованиями, учитывающими весь комплекс показателей качества и назначения. Эти показатели делятся на общие для всех групп и подгрупп спецодежды и специализированные, для конкретной группы или подгруппы в соответствии с ее назначением.

Общие показатели спецодежды в основном характеризуют ее эксплуатационные, гигиенические и эстетические свойства. К ним относятся: соответствие качества материалов назначению; разрывная нагрузка швов; соответствие конструкции условиям труда; соответствие конструкции антропометрическим измерениям; масса изделия; время непрерывного действия; жесткость швов; художественно-эстетические показатели (целостность композиционного и цветового решения модели); устойчивость к стирке и химчистке.

Классификация спецодежды

Группа	Подгруппа	Условное обозначение защитных
1	2	й
От механических воздействий	От истирания От проколов, порезов	Ми Мп
От пониженных температур	От пониженных температур воздуха От пониженных температур воздуха и ветра	Ти Тнв
От радиоактивных веществ и рентгеновских излучений	От радиоактивных загрязнений От рентгеновских излучений	Рз Ри
От электрического тока, электростатических зарядов, электрических и электромагнитных полей	От электростатических полей, зарядов От электрических полей От электромагнитных полей	Эс Эп Эм
От повышенных температур	От повышенных температур, обусловленных климатом От теплового излучения От открытого пламени От искр, брызг расплавленного металла, окалины От контакта с нагретыми поверхностями От 40 до 100 °С От 100 до 400 °С Свыше 400 °С От конвективной теплоты	Тк Ти То Тр Тп 100 Тп 400 Тв Тг
От нетоксичной пыли	От пыли стекловолокна, асбеста От мелкодисперсной пыли	Пн Пс Пм
От нетоксичных веществ	От жидких токсичных веществ От твердых токсичных веществ От аэрозолей токсичных веществ	Яж Ят Яа
От воды и растворов нетоксичных веществ	Водонепроницаемая Водоупорная От растворов поверхностно-активных веществ	Вн Ву Вп
От растворов кислот	От кислот концентрацией выше 80 % (по серной кислоте) От кислот концентрацией от 50 до 80 % (по серной кислоте) От кислот концентрацией от 20 до 50% (по серной кислоте) От кислот концентрацией до 20% (по серной кислоте)	Кк К80 К50 К20
От щелочей	От расплавов щелочей От растворов щелочей концентрацией выше 20%	Щр Щ50

Специализированные показатели характеризуют защитные свойства конкретной группы спецодежды (см. табл. 29).

Таблица 29

Перечень специализированных показателей для спецодежды

Вид защиты	Наименование показателя защитной эффективности, обязательного для данного вида спецодежды
От механических воздействий и общих производственных загрязнений	Сопротивление вырыву деталей или частей
От повышенных температур окружающей среды, теплового излучения и пониженных температур	Теплопроводность пакета (суммарное тепловое сопротивление) Воздухопроницаемость пакета Паропроницаемость пакета
От открытого пламени	Воздухопроницаемость пакета
От радиоактивных веществ	Коэффициент защиты Способность к дезактивации
От рентгеновских излучений	Свинцовый эквивалент
От нетоксичной пыли, асбеста, стекловолокна	Пыленепроницаемость пакета Устойчивость к обеспыливанию
Кислотопроницаемость	Кислотопроницаемость пакета
От щелочи	Щелочепроницаемость пакета
От электрических зарядов	Электрическое сопротивление пакета Коэффициент защиты пакета
От электрических полей	Коэффициент защиты пакета
От магнитных полей	Коэффициент защиты пакета
От воды	Водопроницаемость пакета
От растворов поверхностно-активных веществ	Проницаемость ПАВ
От лаков и красок	Проницаемость лаков и красок
От органических растворителей	Проницаемость органических растворителей
От насекомых	Проницаемость насекомых
От жидких токсичных веществ	Проницаемость жидких токсичных веществ Сорбционная способность
От твердых токсичных веществ	Проницаемость твердых токсичных веществ Сорбционная способность
От сырой нефти	Проницаемость нефти
От масел и жиров	Проницаемость масел и жиров
От микроорганизмов	Проницаемость микроорганизмов Устойчивость к стерилизации

Характеристика видов спецодежды

Спецодежда для защиты от механических воздействий

Выпускается несколько моделей мужских и женских костюмов, полукombineзонов и комплектов, предназначенных для аппаратчиков пультов управления, мастеров, начальников смен, слесарей по ремонту технологического оборудования, слесарей КИПиА, дежурных слесарей, электромонтеров по обслуживанию и ремонту электрооборудования, подсобных рабочих, машинистов насосов, компрессоров и работников других профессий.

При работах в очистных забоях шахт бурильщики скважин и шпуров, взрывники, крепильщики, машинисты установок по оборудованию стволов и другие рабочие должны применять комплекты с усилительными накладками в области локтей, коленей и сидения (леи), а также с внутренними специальными карманами в области локтей и коленей для вкладывания амортизационных прокладок. В комплекты кроме куртки и брюк входят головные уборы (подкасники) типа пилотки, кроме того, жилет с утепленной прокладкой.

Рабочим стекльной промышленности, резчикам и шлифовальщикам корунда, сборщикам и резчикам изделий из оргстекла рекомендуется применять спецодежду, защищающую от проколов и порезов. К ней относятся куртки с амортизационными прокладками в рукавах по всей длине или в области локтя, а также нарукавники и гамаши со стеганой прокладкой.

Для дорожных рабочих, мастеров, монтеров пути и рабочих других специальностей предназначены жилеты для работ в летнее время и для работ в холодное время года, надеваемые на утепленную спецодежду. Такая спецодежда называется сигнальной и маркируется индексом Со.

Спецодежда для защиты от повышенных температур

Для аппаратчиков отделений возгонки, конденсации, плавильщиков феррофосфора и карбида кальция, сливщиков-разливщиков, фрутеровщиков, газосварщиков, мастеров,

начальников смен соответствующих производств и работников других профессий, работающих в условиях повышенных температур выпускают костюмы, состоящие из курток без подкладки с накладками из металлизированных и асбестовых тканей с отверстиями для воздухообмена и брюк.

Для газосварщиков, электросварщиков ручной сварки, электросварщиков на автоматических машинах разработано несколько типов костюмов, защищающих от искр, брызг расплавленного металла и окалины. Особенностью конструкции этих костюмов является наличие защитных накладок на полочках, верхних и нижних частях рукавов и др.

Для рабочих этих же профессий предназначены костюмы, у которых защитные накладки на брюках спереди и сзади изготовлены из кожевенного спилка.

При электрогазосварочных работах, выполняемых в условиях повышенных температур (для аппаратчиков плавления, слесарей по ремонту оборудования, сливщиков карбида и рабочих других профессий), могут применяться фартуки различных конструкций.

Спецодежда для защиты от пониженных температур

Для аппаратчиков, слесарей по ремонту технологического оборудования, начальников смен, мастеров, слесарей-ремонтников, электромонтеров по обслуживанию электрооборудования, пробоотборщиков и работников других профессий, занятых обслуживанием оборудования на открытых площадках, предназначена спецодежда, снабженная пристегивающейся утепленной подкладкой, капюшоном или шлемом, ветрозащитными клапанами в подбородочной части, меховым воротником или другими элементами.

Спецодежда для защиты от радиоактивных веществ

При работе с радиоактивными веществами в качестве спецодежды повседневной носки применяют специальные комплекты лавсановые (СКЛ). Они могут использоваться при работе с кислотами щелочами. В зависимости от характера

выполняемой работы и радиационной обстановки применяется один из пяти типов комплектов. Комплект ОСЛ-1 состоит из куртки, брюк и шапочки, СКЛ-2 и СКЛ-3 - из комбинезонов и шапочки, СКЛ-4 и СКЛ-5 - из халата и шапочки. Комплекты изготавливают из технической лавсановой ткани.

Продолжительность работы в лавсановой спецодежде с одновременным использованием утепляющей одежды в зависимости от температуры окружающей среды, ч:

35-50°С до 0,5 ч; 15-35°С до 3 ч;

15-30°С до 6 ч.

Лавсановую одежду следует надевать только на чистое хлопчатобумажное белье. При выполнении работ, грозящих обливами, лавсановую спецодежду следует применять в комплекте с защитной пластиковой спецодеждой: фартуками, нарукавниками, полухалатами, полукombineзонами. Пластиковая спецодежда надевается поверх основной при выполнении ремонтных, монтажных, дезактивационных и других работ.

Пластиковую спецодежду изготавливают методом высокочастотной сварки из поливинилхлоридного пластика, толщиной 0,3 мм.

В зависимости от характера проводимых работ применяют тот или иной вид защитной одежды или их сочетание.

Спецодежда для защиты от нетоксичной пыли

Для аппаратчиков, занятых в процессе выпаривания, дозирования, фильтрования, кристаллизации и сушки, мельников, весовщиков, укладчиков-упаковщиков и рабочих других профессий выпускают мужские и женские костюмы и комбинезоны, а для изолировщиц - костюмы женские летние. Отличительными конструктивными элементами костюмов является пылезащитные клапаны, пристегивающиеся к бортам и карманам курток и по бортам брюк, а также наколенники и напульсники.

Кроме этих видов спецодежды для защиты от нетоксичной пыли могут применяться халаты шелковые.

Перечисленные виды спецодежды защищают также от механических повреждений и общих производственных загрязнений.

Спецодежда для защиты от воды, щелочей, растворов нетоксичных веществ

Для аппаратчиков, занятых в процессах гашения извести, обжига, приготовления химических растворов, чистильщиков печей и газоходов, транспортировщиков, слесарей-ремонтников и работников других профессий предназначены костюмы, а также фартуки различных типов и нарукавники.

Отличительной особенностью этих видов спецодежды является применение льняных и полулльняных тканей со спец.пропитками, наличие в их конструкции усилительных накладок на плечах, рукавах, передних и задних половинах брюк, а также вентиляционных отверстий под проймами. Этот вид спецодежды одновременно защищает от механических воздействий.

Для защиты от воды и щелочей аппаратчиков химических производств,готавливающих химические растворы, лаборантов химического анализа, пробоотборщиков, слесарей по ремонту оборудования и работников ряда других профессий, предусмотрено применение фартуков различных типов и нарукавников из прорезиненных тканей.

Плащи предназначены для дежурных стрелочного поста, обходчиков железнодорожных путей и искусственных сооружений, составителей поездов и других профессий.

При проведении работ в потопляемых колодцах, обводненных траншеях, ремонте канализации и других подобных работах могут применяться специальные гидроизолирующие костюмы.

Спецодежда для защиты от растворов кислот

Предназначена для аппаратчиков отделений дозирования, смешения, сушки, окисления, абсорбции, нейтрализации, подготовки сырья и концентрирования кислот, дежурных слесарей,

слесарей-ремонтников, сливщиков-разливщиков и рабочих других профессий.

Она представляет собой костюмы, в комплект которых входят головные уборы в виде берета, шлема с пелериной и козырьком для мужчин или в виде берета с завязками, косынки с козырьком и берета с эластичной лентой для женщин.

Для защиты от кислот пробоотборщиков, инженеров-химиков, лаборантов химического анализа, заготовщиков, упаковщиков и работников других профессий применяются халаты.

Для защиты от кислот различных концентраций используют ткани различных видов.

Для защиты от кислот концентрацией выше 80%: ткань кислотозащитная с полипропиленом ГОСТ 16166-80; ткань для кислотозащитной спецодежды (ГОСТ 16166-80).

Для защиты от кислот концентрацией от 50 до 80 %: ткань для спецодежды с лавсаном; ткань для кислотозащитной спецодежды; ткань полиэфирная с кислотоотталкивающей пропиткой для спецодежды; ткань для спецодежды с полипропиленом; сукно кислотозащитное (ТУ 16166-80).

Для защиты от кислот концентрацией от 20 до 50 %: ткань лавсанохлопковая с кислотозащитной пропиткой для спецодежды; ткань суконная полушерстяная с полипропиленом и кислотозащитной пропиткой; сукно кислотозащитное (ГОСТ 16166-80).

Для защиты от кислот концентрацией до 18%: молескин гладкокрашенный с пропиткой КР; молескин гладкокрашенный с пропиткой КР (ГОСТ 11209-85).

Для работы с едким натром в концентрациях до 35% и растворами серной кислоты в концентрациях до 22% выпускают костюмы противощелочекислотные (ПЩК), ТУ 38-105-1005-81. Их изготавливают двух ростов из односторонней прорезиненной ткани. В комплект ПЩК входят: куртка, брюки, шляпа, сапоги 42-го или 43-го размеров, перчатки резинокотажные, шлем-маска. Применяемая ткань может быть любого цвета, поверхность резинового слоя должна быть темного цвета.

*Спецодежда для защиты от нефти, нефтепродуктов,
масел и жиров*

Для аппаратчиков цехов очистки сточных вод, а также синтеза и смешения химических продуктов изготавливают костюмы мужские и женские. Для аппаратчиков отделений перегонки, полимеризации, приготовления растворов, промывки, синтеза, экстрагирования, слесарей по ремонту технологического оборудования и работников ряда других профессий выпускают костюмы мужские летние и комплекты женские летние. В их конструкциях предусмотрены бортовые потайные застёжки и накладные карманы с клапанами, защитные накладки из материалов с плёночным покрытием на спинках и плечах курток, рукавах и брюках, а также вентиляционные отверстия в области подмышечных впадин и шаговых швов. В комплект костюмов входят пристегивающиеся капюшоны или панамы.

*Спецодежда для защиты от общих производственных
загрязнений*

К этой группе спецодежды относятся халаты мужские и женские различных моделей, фартуки и нарукавники различных типов, а также блузы женские, белье мужское и женское и т. п.

Халаты предназначены для лаборантов химического анализа, кладовщиков, дегазаторщиков, уборщиков производственных помещений, гардеробщиков, машинистов по стирке спецодежды, комплектовщиков, контролеров ОТК, смазчиков, полировщиков и работников ряда других профессий.

Фартуки и нарукавники должны выдаваться весовщикам - маркировщикам, укладчикам-упаковщикам, фасовщикам, подсобным рабочим и рабочим других профессий.

Блузы женские предназначены для аппаратчиков фиксации, мотальщиц, перемотчиков нити, ткачих, шпульниц, крутильщиц, съёмщиц химического волокна и пряжи и работников ряда других профессий.

Гарнитур трикотажный женский, состоит из фуфайки и панталон, предназначен для аппаратчиков, занятых в

технологических стадиях производства соляной кислоты и хлорофоса, начальников смен, аппаратчиков возгонки, конденсации и хлорирования в производстве хлорида алюминия и др.

Белье мужское тканевое предназначено для аппаратчиков в технологических стадиях производства, футеровщиков, газосварщиков, паяльщиков, слесарей по ремонту оборудования, слесарей-ремонтников, машинистов насосных установок и работников других профессий. Оно состоит из сорочки прямого силуэта с закрытым воротом и кальсон с прямым поясом, изготовленных из мадаполама или миткали.

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируют специальную одежду по защитным свойствам? Какой признак положен в основу классификации?

2. Требования к маркировке спецодежды. Как маркируется спецодежда, защищающая одновременно от нескольких вредных факторов?

3. Как связаны специфические свойства спец. одежды со свойствами материалов, применяемых для изготовления последней?

4. Какие показатели защитных свойств специальной одежды называются общими?

5. Какие показатели защитных свойств специальной одежды принято называть специализированными?

6. Дайте полную характеристику общих и специализированных свойств специальной одежды разного назначения. Какие виды нормативных документов на спец.одежду Вам известны?

7. Перечислите варианты комплектования пакетов спецодежды для условий с повышенными и пониженными температурами эксплуатации и их специального оснащения.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ И ОЦЕНКА ЕЕ КАЧЕСТВА

Цель работы:

1. Изучить методику определения допустимой продолжительности работы в спецодежде.
2. Изучить методику оценки работоспособности человека в спецодежде.
3. Изучить основные принципы проектирования специальной одежды и оценка ее качества.
4. Изучить методику прогнозирования теплоизоляции средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Задание:

1. Произвести расчет теплоизоляционных характеристик спецодежды, предназначенной для работы в холодных климатических условиях.
2. Произвести расчет допустимой продолжительности работы человека в спецодежде на холоде.
3. Произвести расчет работоспособности человека в спецодежде.
4. Предложить вариант конструктивного решения спецодежды для конкретного узкого назначения.

Требования к отчету: Результаты работы следует представить в виде отчета, содержащего алгоритм расчетов теплоизоляционных свойств средств индивидуальной защиты (СИЗ), алгоритмов методик определения допустимой продолжительности работы в спецодежде на холоде, оценки работоспособности человека в спецодежде и прогнозирования теплоизоляции средств индивидуальной защиты.

Теоретические основы работы

Специальная одежда, обеспечивающая защиту от опасных и вредных производственных факторов, должна отвечать эргономическим, эксплуатационным и эстетическим требованиям.

На практике часто приходится сталкиваться с противоречиями этих требований.

Создание специальной одежды, отвечающей всем перечисленным требованиям, складывается из пяти основных этапов:

1) анализ технических требований и изучение условий труда рабочих;

2) выбор материалов, в наибольшей степени соответствующих конкретным условиям производства (воздействию вредных и опасных производственных факторов, метеорологическим условиям);

3) разработка конструкции одежды с учетом динамики работающих, локализации воздействия вредного или опасного производственного фактора и метеорологических условий;

4) оценка специальной одежды в лабораторных и производственных условиях;

5) разработка нормативно-технической документации на массовое или серийное изготовление специальной одежды.

Качество специальной одежды для рабочих конкретных профессий во многом определяется знаниями условий труда. По изучении условий труда рабочих в первую очередь обращают внимание на следующее: характер производственных факторов и степень их воздействия (по всей поверхности или на локальных участках); тяжесть выполняемой работы; характерные движения; метеорологические условия (температура и влажность воздуха, скорость ветра); режим труда и отдыха; нормативный срок эксплуатации (в соответствии с нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений); эстетические требования (цветовое решение, соответствие промышленному интерьеру предприятия).

С учетом всех этих факторов разрабатывают специальную одежду. Например, в соответствии с метеорологическими данными, интенсивностью физической работы, временем пребывания на рабочем месте выбирают материалы и разрабатывают конструкцию одежды, обеспечивающую нормальные условия для теплообмена человека на производстве. В соответствии же с характером производственных факторов и движениями человека выбирают материалы и разрабатывают конструкцию одежды,

обеспечивающую необходимую защиту от этих факторов и свободу движений. Выбранные материалы и конструкция обуславливают также срок носки специальной одежды и работоспособность человека.

Материалы выбирают таким образом, чтобы они в наибольшей степени обеспечивали защитные, эксплуатационные и эргономические требования. Для этого в лабораторных условиях наряду с защитными свойствами определяют такие показатели, как прочность, устойчивость к истиранию, жесткость, воздухопроницаемость, влагопроводность, массу и т. д.

Конструкцию специальной одежды разрабатывают с учетом движений рабочих, свойств материалов и требований, предъявляемых к данному виду одежды. На этом этапе определяют изменение размеров отдельных участков фигуры человека в зависимости от характера движений при работе. Анализ движений работающих в различных отраслях промышленности показал, что при совершении основных (характерных) движений существенно изменяются значения ведущих размерных признаков фигуры человека.

Исходя из динамического прироста измерений при конструировании изделий, устанавливают общий припуск на свободное облегание и его распределение по основным конструктивным участкам. При этом учитывают свойства выбранных материалов: жесткость, драпируемость, массу, которые в большой степени определяют эргономические свойства спецодежды. Улучшению этих свойств спецодежды в последние годы уделяется большое внимание.

Естественно, что любая спецодежда в какой-то мере ограничивает движения человека. Однако в любом случае она не должна оказывать нежелательных воздействий на организм человека, поскольку это связано с уменьшением уровня работоспособности. Одежда при этом в свою очередь претерпевает ряд изменений: перемещаясь, скользит относительно тела человека до тех пор, пока возрастающие силы тангенциального сопротивления не заставят одежду растягиваться, изгибаться или сжиматься. Деформируясь, одежда воздействует с различной силой на участки тела человека (давит на его тело). Поэтому необходимо

создание такой конструкции спецодежды, которая давала бы возможность работающему осуществлять разнообразные движения с наибольшим размахом при минимальной затрате физической энергии.

Степень эргономического совершенства оценивается по следующим комплексным показателям: антропометрическому, гигиеническому, физиологическому, психофизиологическому, психологическому.

Антропометрический показатель качества спецодежды характеризует ее соответствие размерам и форме тела человека.

Гигиенический показатель оценивает способность изделия отводить или сохранять тепло, удалять влагу и другие продукты жизнедеятельности организма из пододежного пространства.

Физиологический показатель характеризует тепловое состояние организма в спецодежде, соответствие силовым и энергетическим возможностям человека. В частности, материалы, из которых изготовлена спецодежда, должны обладать минимально возможной жесткостью при изгибе и максимальной эластичностью, чтобы усилия на преодоление сопротивления одежды не вызывали повышенной утомляемости человека.

Психофизиологический показатель качества спецодежды (Оценивает ее соответствие особенностям функционирования органов чувств человека: зрительным, слуховым, осязательным, обонятельным, кинестатическим (мышечным) и т. п.). Например, одежда с капюшоном или шлемом не должна снижать порог слуха у человека или уменьшать поле его зрения. Для ряда профессий (охотники, охранники и др.) не допускается применение материалов, издающих при движении шорох, скрип. Повышенная масса изделия и неравномерность распределения ее по поверхности тела человека оказывают чувство давления, потертость кожи и т. п.

Применение материалов с высоким коэффициентом поверхностного отражения (например, металлизированных) может привести к ухудшению остроты зрения, пропускной способности зрительного анализатора и т. п.

Психологический показатель характеризует удобство пользования отдельными элементами спецодежды, удобство надевания и снятия ее, соответствие цвета изделия возможностям

цветового зрения человека. С учетом этого при проектировании спецодежды оценивается удобство пользования карманами и другими конструктивными элементами для размещения необходимых предметов труда. Для ряда профессий (например, пожарных, работающих в «горячих цехах», и т. п.) конструкция спецодежды должна быть такой, чтобы обеспечить быстрый съем ее при необходимости. Цвет материала, из которого должна изготавливаться спецодежда, не должен оказывать раздражающего действия на психику человека. В то же время в ряде случаев цвет одежды или ее отдельных частей должен быть таким, чтобы в аварийных ситуациях позволял обнаружить человека в короткий срок.

Для оценки эргономических свойств спецодежды в ЦНИИШПе разработаны и используются антроподинамические стенды для различных видов изделий микроклиматическая камера, различные медицинские приборы и т. д. На антроподинамических стендах проводятся комплексные исследования разных видов спецодежды (курток, брюк, комбинезонов) и средств защиты рук (рукавиц, перчаток) [6.1].

При получении эргономических показателей, не соответствующих показателям лучших образцов, в конструкцию вносятся изменения. Примером этого может служить разработка спецодежды для сварщиков. Такая одежда, как известно, изготавливается из материалов повышенной поверхностной плотности, толщины и жесткости для обеспечения защиты работающего от искр и брызг расплавленного металла. Как выяснилось при исследовании, разработанная классическая конструкция втачного рукава подвергает руку сварщика значительной нагрузке (свыше 5 Н). Чтобы выявить возможность уменьшения этой нагрузки, были проведены исследования курток, изготовленных материалов различной поверхностной плотности, жесткости и конструкции рукава.

В результате этих исследований установлено, что наименьшее усилие на руку сварщика обеспечивает куртка, изготовленная из мягкой ткани (типа фенилон-3Н) с рукавом, конструкция которого соответствует основной рабочей позе руки работающего (суставный угол между плечом и предплечьем равен 120°).

Проведенные в ЦНИИШПе исследования с применением современного математического аппарата позволили выявить оптимальные значения конструктивных параметров спецодежды другого вида - комбинезона:

Таблица 30

Значения конструктивных параметров спецодежды

Конструктивный параметр	Область оптимальных значений, см
Прибавка к полуобхвату груди	12-14
Прибавка на свободу проймы	4-6
Прибавка к обхвату плеча	11-13
Прибавка к участку от 7-го шейного позвонка через паховую область до яремной впадины	12-14
Прибавка к обхвату бедер	4,5-6
Ширина по линии колена	26-29
Ширина изделия внизу	24-26

Базовая конструкция комбинезона, разработанная на основе оптимальных значений конструктивных параметров, прошла производственные испытания и получила положительные заключения потребителей.

Обеспечение эргономических требований, предъявляемых к спецодежде, возможно не только благодаря оптимальным конструктивным параметрам, но и благодаря необходимым конструктивным элементам. К основным из таких конструктивных элементов относятся складки и эластичные вставки. Введение их в конструкцию позволяет уменьшить прибавки на свободное облегание без снижения эргономического уровня при одновременном улучшении эстетических свойств (рис. 1). Глубина складок и размер эластичных вставок должны определяться в зависимости от динамического прироста размерных признаков тех участков тела, где предусматриваются вставки или складки при совершении работающими определенных движений.

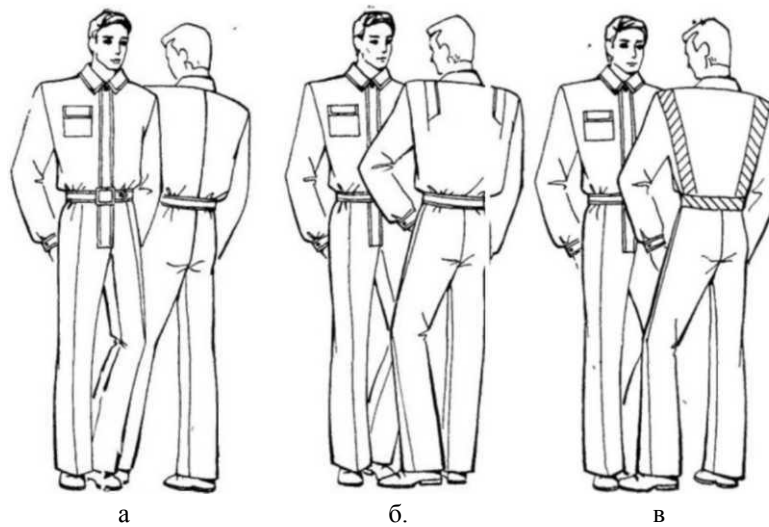


Рис. 1. Модели комбинезонов: а - базовой конструкции; б - со складками; в - с эластичными вставками.

В таблице 31 приведены эргономические показатели комбинезонов различного конструктивного решения.

Таблица 31
Эргономические показатели качества комбинезонов

Комбинезон	Перемещение изделия, см	Деформация растяжения материала, %	Давление, кПа
Эксплуатируемый (ГОСТ 12.4.100-80)			
тип А	11,0	9,4	121
тип Б	10,5	8,7	136
Разработанный			
со складками на спинке	6,8	4,9	86
с эластичными вставками	5,2	2,8	75

Как видно из таблицы 31, комбинезоны с эластичными вставками и со складками на спинке являются более совершенными с эргономической точки зрения, что подтверждается данными физиолого-гигиенической оценки этих изделий, проведенной в микроклиматической камере с заданными метеорологическими условиями: температурой, влажностью, скоростью ветра и др.

При объективной оценке функционального состояния организма человека, одетого в исследуемую одежду, используются

следующие показатели: кистевая мышечная сила и мышечная выносливость до и после опыта; динамика частоты сердечных сокращений непосредственно после окончания работы; восстановление пульса после окончания периодов работы в течение эксперимента; степень утомления человека по изменению индекса работоспособности при выполнении степ-теста; показатель теплового состояния человека; температура кожи и тела; энергозатраты; влагопотери.

Комбинезоны различной конструкции оказывают значительное влияние на физиологические показатели функционального состояния организма человека. Наиболее информативными физиологическими критериями, определяющими степень влияния конструкции изделия на общее функциональное состояние организма, являются динамика сердечных сокращений во время выполнения работы и динамика восстановления их после окончания работы. Эти показатели хорошо коррелируются с субъективными ощущениями испытуемых.

Гигиенический показатель качества спецодежды - наиболее важный эргономический критерий. Об эргономическом совершенстве спецодежды можно судить по гемодинамическим показателям (частоте сердечных сокращений, артериальному давлению), работоспособности, состоянию центральной нервной системы, критериям теплового состояния. Например, об удобстве курток с рукавами различного покрова можно судить по частоте сердечных сокращений.

При выполнении легкой работы и работы средней тяжести с эргономической точки зрения наиболее совершенным является покроем рукава с ластовицей.

Зависимость частоты сердечных сокращений человека в спецодежде от ее массы хорошо видна из данных, приведенных в таблице 32.

Об уровне эргономического совершенства спецодежды можно судить также по состоянию двигательного анализатора, определяемого путем оценки времени выполнения движений человеком и точности координации этих движений.

Таблица 32

Зависимость частоты сердечных сокращений от массы
спецодежды

Спецодежда	Пульс, ударов в минуту, после физической работы в течение, мин		
	1	2	3
Образец 1 массой X кг	132	120	114
Образец 2 массой (дг+2) кг	141	135	129

Так, при оценке удобства конструкции двух видов брюк с помощью этого показателя было выявлено, что у испытуемых в брюках, оцененных ими как более удобные, степень координации после 1,5 ч работы изменилась на 18,9%, а как неудобные - на 28,3 %.

При эргономической оценке качества конструкции спецодежды используются методы определения мышечной силы и выносливости правой и левой руки до и после опыта. Так, у испытуемого, одетого в куртку с прибавкой на свободное облегание в области груди 5 см и с рукавами реглан, отмечается значительное уменьшение мышечной силы кисти (до 30%) после физической нагрузки, а в случае прибавки на свободное облегание 11 см при прочих равных условиях изменений мышечной силы не наблюдается.

Давление одежды на тело человека - один из важнейших показателей, определяющих уровень ее эргономического совершенства. Этот показатель может быть различным в зависимости от назначения изделий. Так, для брюк типа джинсов он составляет 150- 170 кПа, для комбинезона специального назначения- 70 кПа. При этом надо иметь в виду, что спецодежда» оказывая в процессе эксплуатации давление на тело человека, не должна вызывать раздражение кожи, наминов, потертостей.

Как известно, в последние годы во всем мире растет производство синтетических нитей и волокон, а, следовательно, и материалов из них. Материалы из синтетических волокон обладают многими положительными свойствами: долговечностью, стабильностью размеров, удобством ухода и высоким уровнем

эстетических свойств. Однако применение этих гидрофобных материалов оказывает неблагоприятное влияние на микроклимат под одеждой, вызывая неприятные ощущения от электрических разрядов, раздражение кожи, быструю загрязняемость. Кроме того, для некоторых химических волокон характерна недостаточная химическая стабильность. Существенным недостатком гидрофобных химических волокон является их высокая электризуемость, отрицательно влияющая на самочувствие человека.

В связи с этим возникла проблема, связанная с выяснением влияния волокнистого состава материалов на микроклимат под одеждой и определением оптимальной смеси синтетических и натуральных волокон. Последнее позволяет сочетать положительные свойства волокон и компенсировать их недостатки.

В практике Изготовления спецодежды наиболее часто используются следующие соотношения синтетических (полиамидных - ПА, полиэфирных - ПЭ) и натуральных (в частности, хлопчатобумажных) волокон: 50% ПА+50% Х/б; 50% ПЭ+50% Х/б; 65% ПА+35% Х/б; 65% ПЭ+35% Х/б и т. д.

Другим направлением, связанным с улучшением гигиенических свойств синтетических волокон, является их химическая и физическая модификация, способствующая изменению гигроскопичности, антистатичности, воздухопроницаемости, тепло- и влажнoпроводности.

Тенденция замены при изготовлении материалов для спецодежды натуральных волокон на синтетические открывает широкие возможности для обеспечения высокого защитного эффекта. Однако гигиенические свойства таких материалов значительно уступают натуральным, что связано с гидрофобностью синтетических волокон, их высокой теплопроводностью. Поэтому замена натуральных волокон на синтетические ведет к ухудшению гигиенических свойств одежды вследствие нарушения, прежде всего, теплового обмена организма.

Ухудшение гигиенических свойств одежды из синтетических материалов усиливается при изменении физической активности человека, при дискомфортных микроклиматических условиях

окружающей среды, что ведет к снижению работоспособности человека.

Городинским С. М. и другими исследователями установлено, что при оптимальном тепловом состоянии за 1 ч выполнения работы средней тяжести работоспособность человека снижается на 2,2-3,8%, при допустимом тепловом состоянии - на 5- 8,1%, при предельном уровне теплового состояния - на 9,6-11,2%. В условиях тепловых нагрузок на организм изменяется также способность человека к координированным движениям. Поэтому необходимо найти такие сочетания гидрофильных (натуральных) и гидрофобных (синтетических) волокон, которые включали бы в себя положительные свойства обоих компонентов, а материалы из них оказывали бы на тепловое состояние человека минимальное воздействие.

В ЦНИИШПе проведены исследования по установлению гигиенической регламентации допустимого вложения синтетических волокон в различный ассортимент материалов для спецодежды. Эти исследования основаны на оценке теплового и функционального состояния человека при эксплуатации одежды, изготовленной из материалов с различными физико-гигиеническими свойствами. Опыт эксплуатации спецодежды из одних и тех же материалов показал, что тепловое состояние человека значительно различается в зависимости от метеорологических условий и уровня физической активности.

Исходя из перспективы развития материалов для спецодежды в таблице 33 приведен перечень тех материалов, из которых изготавливались образцы спецодежды. В соответствии с применяемой в ЦНИИШПе методикой физиолого-гигиенической оценки уровня качества проводились сравнительные исследования образцов спецодежды, изготовленных из материалов различного волокнистого состава.

При эксплуатации одежды, как из натуральных волокон, так и из смеси с вложением синтетических волокон в нормальных условиях при выполнении работ легкой и средней категории тяжести существенной разницы в увеличении напряжения функциональных систем организма человека не выявлено. Наблюдается некоторое ухудшение теплового состояния

человека только лишь при выполнении работ с высоким уровнем энергозатрат в изделиях из смесовых тканей с вложением более 50% полиэфирного волокна.

Таблица 33

Сырьевой состав материалов и масса изделия

Сырьевой состав материала, %	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{с})$	Масса, г	
		костюм	халат
100 Х/б	-	630	480
50Х/б+50ПЭ	60	742	540
50Х/б+50ПЭ	80	740	540
50Х/б+50ПЭ	115	665	486
50Х/б+50ПЭ	250	595	445
67 Ввис+33ПЭ	-	735	560
67ПЭ+33Х/б	-	770	575
30Х/б+70ПЭ	-	1215	985
67ПЭ+33Вви	-	877	646
с 67Ввис+33ПЭ	-	1130	750
Э			

Наиболее значимая разница получена при исследовании спецодежды, изготовленной из смесовых тканей (с вложением синтетических волокон более 50%), эксплуатируемой в условиях умеренно нагревающего микроклимата при температуре окружающего воздуха $30\pm 5^\circ\text{C}$ и выполнении физической работы различной тяжести. Это наглядно прослеживается при сравнении показателей состояния человека, характеризующих скорость влагопотерь. Эффективность испарения влаги обуславливает влагопроводную функцию одежды и рациональность ее конструкции.

Так, в случае легкой физической нагрузки при температуре воздуха $30-35^\circ\text{C}$ в халатах из смесовых тканей с вложением 70% массы полиэфирных волокон скорость влагопотерь увеличивается на 48,5% по сравнению с аналогичными условиями при эксплуатации халатов из натуральных волокон.

Сравнительный анализ показателей функционального состояния нервно-мышечной системы человека, выполняющего легкую работу в спецодежде из 100% хлопка и смесовых материалов при вложении в них более 50% полиэфирного волокна, свидетельствует о снижении коэффициента мышечной выносливости (0,88-0,96 в костюмах из хлопка и 0,8-0,82 в костюмах из смеси с вложением 67% полиэфирного волокна).

Аналогичные данные получены при эксплуатации спецодежды, изготовленной из материалов с вложением синтетических волокон более 50%, работающими с энерготратами 220 Вт (средняя физическая нагрузка). Например, при вложении в смесовые материалы до 70% синтетических волокон растет скорость увеличения температуры тела, что вызывает увеличение накопления тепла в организме в среднем на 30-40% по сравнению со спецодеждой из материалов с 50% синтетических волокон. Одновременно при вложении до 70% синтетических волокон снижается эффективность испарения влаги на 14,3%.

При вложении в материалы более 67% синтетических волокон ухудшаются показатели пододежного микроклимата и показатели, характеризующие напряжение нервных процессов. При этом увеличение воздухопроницаемости смесовых тканей с вложением 50% синтетических волокон свыше 60-80 дм³/(м²-с) не влияет на улучшение показателей теплового и функционального состояния работающих.

Результаты физиолого-гигиенической оценки спецодежды, эксплуатируемой при выполнении тяжелой физической работы (энерготраты 300 Вт), показывают, что при работе в спецодежде из материала с вложением синтетических волокон 67% скорость накопления тепла увеличивается по сравнению с изделиями из 100%-го хлопка на 44%. Следовательно, у работающих в костюмах из указанных смесовых тканей почти в 1,5 раза будет расти напряжение терморегуляционной системы, а значит и утомление.

Анализ показателей пододежного микроклимата свидетельствует также о том, что при использовании смесовых тканей с вложением синтетических волокон более 50% происходит более резкое увеличение температуры пододежного воздуха в

области спины и груди, чем при эксплуатации спецодежды из 100%-го хлопка.

Проведенными в ЦНИИШПе физиолого-гигиеническими исследованиями установлено, что в спецодежде из смесовых тканей с вложением более 50% синтетических волокон не снижается температура воздуха и относительная влажность под одеждой в периоды отдыха, что увеличивает скорость утомляемости человека.

Таким образом, на основании выполненных в ЦНИИШПе исследований сделаны выводы, что применение смесовых тканей для изготовления спецодежды необходимо дифференцировать в зависимости от доли вложения синтетических волокон, уровня энерготрат и климатических условий.

Правильное применение этих материалов позволит обеспечить лучшие гигиенические, эксплуатационные и эстетические свойства спецодежды.

Методика прогнозирования теплоизоляции СИЗ

1. Определение теплоизоляции комплекта СИЗ от холода

Теплоизоляция комплекта СИЗ (I_k , $m^2 \cdot C / Вт$) рассчитывается по формуле:

$$I_k = (T_k - T_v) / q_{п}, \quad (69)$$

Для расчета величины теплоизоляции необходимы сведения о величинах T_k и $q_{го}$ а также температуре окружающей среды (T_v), при которой предполагается эксплуатировать одежду.

2. Расчет величины теплового потока, необходимого для определения должной теплоизоляции комплекта СИЗ

2.1. Величина вычисляется в соответствии с уравнением теплового баланса:

$$q_{п} = q_{конв.} + q_{рад.} = q_{м} - W - q_{к.дых} - q_{исп.дых} - q_{исп.к} + \Delta q_{т.с.}, \quad (70)$$

где W - эффективная мощность механической работы, $Вт/м^2$;
 $q_{к.дых}$ - теплопотери конвекцией при дыхании, $Вт/м^2$;
 $q_{исп.дых}$ - теплопотери испарением влаги при дыхании, $Вт/м^2$;

$q_{\text{исп.к}}$ - потери тепла испарением влаги с поверхности, Вт/м²;

$\Delta q_{\text{т.с}}$ - изменение теплосодержания в организме, Вт/м².

Изменение теплосодержания в организме представляет собой разность между величиной и суммой теплопотерь организма.

2.2. Величина $q_{\text{к.дых}}$ может быть определена по формуле:

$$q = 0,0014 q_M (T_{\text{выд.}} - T_{\text{в.}}), \quad (71)$$

где $T_{\text{выд.}}$ - температура выдыхаемого воздуха, °С, вычисляемая по формуле:

$$T_{\text{выд.}} = 29 + 0,2 T_{\text{в.}}, \quad (72)$$

2.3. Величина $q_{\text{исп. дых}}$ вычисляется по формуле:

$$q = 0,0173 q_M (P_{\text{выд.}} - P_{\text{в}}), \quad \text{Вт/м}^2, \quad (73)$$

где $P_{\text{выд.}}$ - давление насыщенного водяного пара при температуре выдыхаемого воздуха ($T_{\text{выд.}}$), кПа;

$P_{\text{в}}$ - давление водяного пара в атмосфере, кПа.

2.4. Теплопотери испарением влаги с поверхности тела, $q_{\text{исп}}^{\wedge}$ могут быть определены по формуле:

$$q_{\text{исп.к}} = w (P_{\text{нас.к}} - P_{\text{в}}) / R, \quad \text{Вт/м}^2, \quad (74)$$

где w - доля увлажненного участка тела, участвующего в теплообмене испарением, безразмерная величина; величина w в условиях некоторого охлаждения принимается равной 0,06; в условиях теплового комфорта может быть определена как равная $0,001 \cdot q_M$;

$P_{\text{нас.к}}$ - давление насыщенного водяного пара при температуре кожи, кПа; оно может быть определено, либо по психрометрическим таблицам, либо по формуле:

$$P_{\text{нас.к}} = 0,1333 \cdot e^{18 \cdot 6686 - 4030,183 / (T_{\text{к}} + 235)}, \quad (75)$$

$R_{\text{сум}}$ - суммарное сопротивление одежды испарению влаги, $\text{м}^2 \cdot \text{кПа}/\text{Вт}$, которое может быть определено из выражения:

$$R_{\text{сум}} = R_{\text{в}} + R_{\text{од}}, \quad (76)$$

где $R_{\text{в}}$ - сопротивление испарению влаги слоя воздуха, прилегающего к поверхности одежды;

$R_{\text{од}}$ - сопротивление испарению влаги пакета материалов одежды и воздушных прослоек между ними.

Величина $R_{\text{сум}}$ с некоторым приближением может быть определена из формулы:

$$R = 0,18 \cdot (I_{\text{к}} - I_{\text{в}}), \quad (77)$$

2.5. Если для изготовления одежды используются паропроницаемые материалы, то расчет потерь тепла испарением с поверхности тела человека может быть осуществлен по формуле:

$$q_{\text{исп.к}} = (8,816 + 0,390 \cdot q_{\text{м}}) / S - q_{\text{исп.дых.}}, \quad (78)$$

где S - площадь поверхности тела обнаженного человека, м^2 .

Контрольные вопросы:

1. Назовите факторы, влияющие на продолжительность работы в спецодежде.

2. Какие показатели используют для гигиенической оценки спецодежды? Восстановите иерархию этих показателей.

3. Каков вклад конструкции спецодежды в формирование теплового состояния человека? Что называют «фактором конструкции»? Как его можно оценить количественно?

4. Какие конструкции спецодежды называют открытыми, какие - закрытыми?

9. Назовите принципы проектирования специальной одежды и оценки ее качества.

10. По каким комплексным показателям оценивается степень эргономического совершенства спецодежды?

11. Что характеризует антропометрический показатель качества спецодежды?

12. Что характеризует гигиенический показатель качества спецодежды?

13.Что характеризует физиологический показатель качества спецодежды?

14.Что характеризует психофизиологический показатель качества спецодежды?

15.Какие конструктивные элементы спецодежды обеспечивают ее соответствие эргономическим требованиям?

Библиографический список

1. Ботезат, Л.А. Проектирование гигиенических свойств одежды [Текст]: учебное пособие / Л.А. Ботезат. - Витебск.: УО «ВГТУ», 2006. - 128 с.

2. Делль, Р.А. Гигиена одежды [Текст]: учебное пособие / Р.А. Делль, Р.Ф. Афанасьева, З.С. Чубарова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Легпромбытиздат, 1991. - 160 с.

3. Куликов, Б.П. Гигиена, комфортность и безопасность одежды [Текст]: учебное пособие / Б.П. Куликов, Н.А. Сахарова, Ю.А. Костин. - Иваново.: ИГТА, 2006. - 256 с.

4. Данилова, С.А. Конфекционирование материалов для одежды [Текст]: учебное пособие / С.А. Данилова. - Курск.: РИО ЮЗГУ, 2014, 107 с.

5. Назаренко, О.Б. Безопасность жизнедеятельности человека. [Текст]: учебное пособие / О.Б. Назаренко. - Томск, 2010, 144 с.

7. Жихарев, А.П. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности [Текст]: учебное пособие / А.П. Жихарев. - М.: Изд. центр «Академия», 2004, 448 с.

8. Афанасьева, Ф.С. Физиолого-гигиенические аспекты создания одежды для защиты работающих от холода [Текст] / Ф.С. Афанасьева. - М.: 2000, 84 с.

9. Склянный, В.П., Афанасьева Р.Ф., Машкова Е.Н. Гигиеническая оценка материалов для одежды [Текст]: учебное пособие / В.П. Склянный. - М.: 2003.