

М.Р. МХИТАРЯН

**УСТАНОВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ОБУВИ
МЕТОДОМ АПРИОРНОГО РАНЖИРОВАНИЯ**

Изучены параметры, влияющие на микроклимат обуви. Методом априорного ранжирования осуществлён выбор и дано научное обоснование основных параметров, характеризующих микроклимат обуви. Из предложенных экспертами-специалистами десяти параметров отобраны четыре: температура и относительная влажность внутриобувного пространства, время эксплуатации и суммарное тепловое сопротивление обуви.

Ключевые слова: обувь, параметр, температура, влажность, время, сопротивление.

Важными показателями качества обуви являются ее гигиенические свойства. Рост потребности в обуви во всем мире обуславливает необходимость использования искусственных и синтетических материалов при ее изготовлении. Поэтому следует более глубоко изучать микроклимат обуви и гигиенические свойства обувных материалов.

Обеспечение комфортных условий эксплуатации обуви требует сохранения постоянного микроклимата. Микроклимат обуви зависит от ряда факторов и свойств, а именно: температуры и относительной влажности внутриобувного пространства, времени эксплуатации, суммарного теплового сопротивления и массы обуви, энергозатрат организма, теплопроводности материалов, их воздухопроницаемости, водопроницаемости и влагопоглощаемости [1].

Исследованию свойств обуви посвящено значительное количество научных трудов. Однако имеющиеся данные противоречивы в силу различия условий проведения экспериментов. Поэтому для оценки гигиенических свойств обувных материалов необходимо проведение экспериментов по определению единичных свойств, формирующих гигиеничность обуви, обеспечивая одинаковые условия их проведения.

Для исследования микроклимата обуви экспериментальным путем определены температура и относительная влажность внутриобувного пространства, масса обуви во время её эксплуатации, теплопроводность, воздухопроницаемость, влагопроницаемость и влагопоглощаемость обувных материалов. Эксперименты по исследованию температуры и относительной влажности внутриобувного пространства и массы обуви проводились в специальной климатической камере [2]. В табл. 1 приведены данные результатов экспериментов [3].

Таблица 1

Результаты экспериментов в климатической камере

N	Показатель	Периодичность выполнения измерений, ч							
		0	1	2	3	4	6	7	8
1	Масса обуви, г	549,9	550	550,5	551,1	-	551,6	551,7	551,8
2	Относительная влажность, %	66,3	67,4	68,5	69,8	-	73,5	74,2	79,2
3	Температура, °C	25,9	26,3	-	27,2	28,0	29,4	30,2	31,1

Теплопроводность обувных материалов определялась на специальной установке [4], а суммарное тепловое сопротивление теплопроводности пакета материалов - по формуле

$$R_{\lambda j} = \sum_{i=1}^n \delta_{ij} / \lambda_{ij},$$

где δ_{ij} - толщина обувного материала, определяемая с помощью толщиномера; λ_{ij} - теплопроводность этого материала.

Воздухопроницаемость материалов определялась на приборе ПВЗ, а водопроницаемость и влагопоглощаемость материалов - на приборе ПВС-2 [1].

Очевидно, что для оценки микроклимата обуви целесообразно использовать минимально возможное число показателей. Из множества параметров, характеризующих микроклимат обуви, надо выбрать основные.

Выбор и научное обоснование основных параметров осуществлялись методом априорного ранжирования. Экспертами-специалистами была предложена группа параметров - $X_1, X_2, \dots, X_{10}$, которые соответствуют требованиям, предъявляемым к микроклимату обуви:

- X_1 - температура внутриобувного пространства;
- X_2 - относительная влажность внутриобувного пространства;
- X_3 - воздухопроницаемость;
- X_4 - водопроницаемость;
- X_5 - масса обуви;
- X_6 - влагопоглощаемость;
- X_7 - время эксплуатации обуви;
- X_8 - теплопроводность материала;
- X_9 - энергозатраты организма;
- X_{10} - суммарное тепловое сопротивление обуви.

Число экспертов - $m = 17$. Оценки экспертов приведены в табл. 2. Данные таблицы используются для определения коэффициентов значимости. Сумма

рангов $\sum_{i=1}^n s_{ij}$ рассчитывается по следующей формуле:

$$\Sigma S = (1 + 2 + 3 + \dots + n) = 0.5n(n + 1) = 0.5 * 10(10 + 1) = 55.$$

Сумма рангов - S_i любого X_i – свойства по вертикали рассчитывается по формуле

$$S_i = \sum_{j=1}^m a_{ij}; j = 1, \dots, 17$$

и используется для сравнительной оценки важнейших характеристик в табл.2.

Таблица 2

Результаты опроса экспертов-специалистов

m	Сравнительные оценки, n										Σ
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	
1	10	9	4	2	3	5	8	1	6	7	$\sum_{i=1}^m S_{ij} = 55$
2	9	10	5	6	2	1	7	3	6	8	
3	10	8	2	1	5	4	9	3	7	6	
4	8	7	6	3	5	1	10	4	2	9	
5	8	10	1	6	4	3	7	2	5	9	
6	7	9	2	3	6	4	8	1	5	10	
7	9	8	1	4	3	2	10	6	5	7	
8	9	10	3	1	2	5	7	4	6	8	
9	8	9	1	3	4	3	10	2	6	7	
10	10	8	5	4	1	2	9	3	7	6	
11	9	10	4	5	2	1	8	6	3	7	
12	10	8	5	4	3	2	7	6	1	9	
13	9	7	3	6	2	5	4	10	1	8	
14	9	10	5	4	3	1	8	6	2	7	
15	8	9	4	6	1	2	7	5	3	10	
16	10	5	3	9	4	1	8	7	2	6	
17	6	8	2	7	3	4	9	1	10	5	
$\sum_{i=1}^m a_{ij}$	149	145	56	74	53	46	136	70	77	129	-
$\bar{a}_j = \sum_{i=1}^m a_{ij}/m$	8,8	8,5	3,3	4,3	3,1	2,7	8,0	4,1	4,5	7,6	-
y_i	0,026	0,026	0,155	0,148	0,144	0,155	0,033	0,157	0,1	0,051	-
S_{j0}	-	-	56	70	53	46	-	75	68	-	368
y_{i0}	-	-	0,243	0,232	0,225	0,243	-	0,246	0,156	-	-
$S_i - S$	94	90	1	19	-2	-9	81	15	22	74	-
$(S_i - S)^2$	8836	8100	1	361	4	81	6561	225	484	5476	30129
Коэффициент конкордации W=1,26 Критерий Пирсона $\chi^2 = 192,8$											

Относительную значимость отдельных свойств удобно оценить коэффициентом значимости, который для любого фактора рассчитывается по формуле

$$\gamma_i = \frac{m \cdot n - S_i}{m \cdot n^2 - m \cdot \sum R_{ji}}.$$

Из всех факторов выделяется более значимый, для которого

$$j_j > \frac{1}{n} \Rightarrow j_j > \frac{1}{10}.$$

Для любого выделяемого фактора относительный коэффициент значимости рассчитывается по следующей формуле [5]:

$$\gamma_{io} = \frac{m \cdot n - S_i}{m \cdot n \cdot n_o - \sum_{i=1}^n S_{jo}},$$

где S_{jo} - сумма рангов любых отдельных факторов; n_o - количество выделяемых факторов.

Гипотезу о наличии согласия во мнениях специалистов проверяем с помощью коэффициента конкордации W по следующей формуле [5]:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^m (S_i - S)^2}{\frac{1}{12} \cdot m^2 \cdot (n^3 - n)} = \frac{30129}{\frac{1}{12} \cdot 17^2 \cdot (1000 - 10)} = \frac{30129}{23842,5} = 1,26,$$

где S - средняя сумма всех факторов,

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i = 0,5 \cdot (n+1) \cdot n = 0,5 \cdot (10+1) \cdot 10 = 55.$$

Коэффициент конкордации в нашем случае $W > 1,26$, а значит, связь между факторами сильная.

Статистическую значимость коэффициента W оцениваем по критерию Пирсона [5]:

$$\chi^2 = Wm(n-1) = 1,26 \cdot 17 \cdot (10-1) = 192,8.$$

Рассчитанное значение критерия сравниваем с табличным значением при выбранном числе степеней свободы и уровне значимости - $S = n - 1$ и $q = 0,05$.

Так как $\chi^2 > \chi^2_{\tau} \Rightarrow 192,8 > 12,6$, то можно утверждать о наличии согласия в мнениях специалистов.

Для анализа результатов ранжирования строим априорные диаграммы рангов. Диаграмма, построенная по суммам рангов из табл. 2, показана на рисунке.

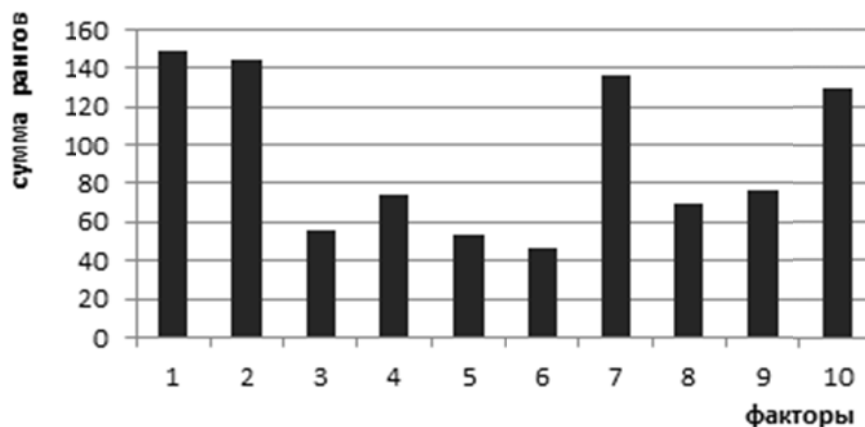


Рис. Диаграмма рангов

Анализ диаграммы рангов показывает, что изученные факторы можно разбить на три группы:

1. X_1, X_2, X_7, X_{10} .
2. X_4, X_8, X_9 .
3. X_3, X_5, X_6 .

Окончательное суждение о группах, на которые разбиваются факторы, можно провести следующим образом. Будем считать, что ранги по каждому из факторов представляют собой случайную выборку со средним рангом $\bar{a}_j$. Эти средние ранги сравниваем между собой и формируем группы факторов, для которых средние ранги статистически значимо не отличаются.

Поскольку объемы выборок одинаковы, рекомендуем К-критерий Линка и Уоллеса, использующий размахи отдельных выборок R_j , средние значения которых сравниваются, и размах средних $R(\bar{a}_j)$:

$$K_{\text{расч}} = \frac{v R(\bar{a}_j)}{\sum_{j=1}^v R_j},$$

где v - число сравниваемых средних; j - номер средней.

Размахи ранжировок j -го фактора:

$$R_j = a_{ij_{\max}} - a_{ij_{\min}}$$

и средние ранги $\bar{a}_j$ приведены в табл. 1.

Считается, что сравниваемые средние не различаются между собой, если расчетное значение $K_{\text{расч}}$ оказывается меньше табличного $K_{\text{табл}}$ при выбранном уровне значимости α , числе членов выборки ($m=10$) и числе сравниваемых средних v .

Проверим, различаются ли между собой средние ранги для факторов X_1, X_2, X_7, X_{10} , включенных нами в группу 1:

$$K_{\text{расч}} = \frac{4(8,8-7,6)}{4+5+6+5} = 0,24.$$

Из приложения [5] $K_{\text{табл}} = 0,98$ при $\alpha = 0,05$; $m = 10$; $v = 4$. Поскольку $K_{\text{расч}} < K_{\text{табл}}$, можно считать, что средние ранги рассматриваемых четырех факторов не различаются между собой, и они действительно образуют единую группу.

Объединим теперь факторы групп 1 и 2. В этом случае

$$K_{\text{расч}} = \frac{7(8,8-4,1)}{4+5+8+6+9+9+5} = 0,71,$$

что больше $K_{\text{табл}} = 0,63$ при $\alpha = 0,05$; $m = 10$; $v = 5$. Следовательно, группы 1 и 2 факторов различаются между собой.

Теперь можно подвести итоги априорного ранжирования. Выделены три группы факторов, влияющих на микроклимат обуви:

1. X_1, X_2, X_7, X_{10} .
2. X_4, X_8, X_9 .
3. X_3, X_5, X_6 .

Факторы группы 1, по мнению специалистов, являются более важными, поэтому именно их следует включить в программу исследований.

Таким образом, выбираем те свойства, которые соответствуют представленным требованиям, а именно: температура и относительная влажность внутриобувного пространства, время эксплуатации и суммарное тепловое сопротивление обуви.

Предложен параметр гигиеничности обуви H , характеризующий микроклимат обуви, который является комплексным показателем четырех основных гигиенических факторов.

С помощью метода математического планирования эксперимента получено уравнение зависимости микроклимата обуви от температуры - T и относительной влажности - φ внутриобувного пространства, времени эксплуатации - τ и суммарного теплового сопротивления - R_c обуви:

$$H = -12,8714 - 0,2941T - 0,1772\varphi + 0,1886\tau - 48,8975R_c + 0,0036T\tau + 2,0703TR_c - 0,75\tau R_c + 0,0047T\varphi + 0,7071\varphi R_c - 0,0262T\varphi R_c.$$

С помощью этого параметра можно определить гигиеничность любого типа обуви.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Иванов М.Н.** Проблемы улучшения гигиенических свойств обуви.- М.: Легпром-бытиздат, 1989. -136 с.
2. **Մխիթարյան Մ., Մինասյան Զ.** Կոշիկի ջերմապաշտպան հատկությունների ուսումնասիրման փորձարարական սարք // ՀՊՃՀ տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու.- Երևան, 2000.- էջ 278:
3. **Մխիթարյան Մ., Մինասյան Զ.** Մարզական կոշիկի միկրոկլիմայի հետազոտումը // ՀՊՃՀ տարեկան գիտաժողովի նյութերի ժողովածու.- Երևան, 2010.- էջ 534-538:
4. **Минасян З.А., Арутюнян О.С., Нестеров В.П.** Экспериментальное определение термического сопротивления клеевого шва в обуви // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - Киев, 1999.- Вып. 5.- С. 319-323.
5. **Новик Ф.С., Арсов Я.Б.** Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов.- М.: Машиностроение, 1980. – 304 с.

Гюмрийский филиал ГИУА (ПОЛИТЕХНИК). Материал поступил в редакцию 10.02.2013.

Մ.Ռ. ՄԻԻԹԱՐՅԱՆ

ԿՈՇԻԿԻ ՄԻԿՐՈԿԼԻՄԱՅԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՀԱՍՏԱՏՈՒՄԸ ԱՊՐԻՈՐԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՄԵԹՈՂՈՎ

Ապրիորի գնահատման մեթոդով ուսումնասիրվել են կոշիկի միկրոկլիմայի վրա ազդող հիմնական պարամետրերը, և իրականացվել կոշիկի միկրոկլիմայի բնութագրող հիմնական պարամետրերի ընտրում ու գիտական հիմնավորում: Մասնագետ-փորձագետներին առաջարկված տասը պարամետրերից ընտրվել են չորսը՝ միջկոշկային տարածության ջերմաստիճանը, դրա հարաբերական խոնավությունը, կոշիկի շահագործման ժամանակը և կոշիկի գումարային ջերմային դիմադրությունը:

Առանցքային բաներ. կոշիկ, պարամետր, ջերմաստիճան, խոնավություն, ժամանակ, դիմադրություն:

M.R. MKHITARYAN

SETTING THE BASIC PARAMETERS OF THE SHOES MICROCLIMATE BY THE METHOD OF PRIORY RANKING

The parameters affecting the shoes microclimate are studied. The basic parameters characterizing the shoes microclimate are selected and scientifically substantiated by the method of priory ranking. Four of the ten parameters proposed by experts-specialists are selected: the temperature and relative humidity inside the shoes, period of the shoes operation, and the total thermal resistance of the shoes.

Keywords: shoes, parameter, temperature, humidity, duration, resistance.