

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕЛИЧИН КОНСТРУКТИВНЫХ ПРИБАВОК УТЕПЛЕННОЙ ОДЕЖДЫ

OPTIMIZATION OF THE VALUES OF CONSTRUCTIONAL ADDITIVES OF WARMED CLOTHES

Н.С. МОКЕЕВА, Г.Н. ТРУЩЕНКО, А.Ж. ТАЛГАТБЕКОВА, Е.А. АШИМОВА, А. ОСПАН

N.S. MOKEEVA, G.N. TRUSHCHENKO, A. ZH. TALGATBEKOVA, E.A. ASHIMOVA, A. OSPAN

(Новосибирский технологический институт (филиал) Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)

(Novosibirsk Technological Institute (branch) of the Russian State University
named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: a.talгатbekova@atu.kz

В статье на основе исследований 15 моделей утепленных курток с различным сочетанием конструктивных прибавок решены задачи оптимизации величин конструктивных прибавок при проектировании спецодежды для геологов, работающих в суровых климатических условиях. А также получена математическая модель, которая в дальнейшем позволит прогнозировать величины теплопотерь организма при разнице температур под одежного пространства и окружающей среды в зависимости от выбранных конструктивных прибавок на свободу облегания.

Based on the research of 15 models of insulated jackets with a different combination of design gains, the article solves the problems of optimizing the values of design gains in the design of workwear for geologists working in harsh climatic conditions. And also a mathematical model was obtained, which in the future will make it possible to predict the heat loss of an organism with a difference in the temperature of the clothing space and the environment, depending on the selected structural additions to freedom of fitting.

Ключевые слова: спецодежда для геологов, конструктивные прибавки, теплопотери организма, куртка.

Keywords: overalls for geologists, structural gain, body heat loss, jacket.

Процесс проектирования спецодежды для геологов Арктики требует определения ее основного функционального назначения с целью создания эргономически оптимальной конструкции. Одна из основных функций спецодежды работающих в условиях Крайнего Севера – теплозащитная. Поэтому важной задачей на стадии проектирования является прогнозирование минимальных теплопотерь организма в спецодежде при разнице температур пододежного пространства и окружающей среды. Для этого

необходимо решить задачу оптимизации величин конструктивных прибавок при проектировании спецодежды для геологов, работающих в суровых климатических условиях.

С этой целью были проведены измерения теплопотерь организма при пониженных температурах для определенного числа конструкций утепленной одежды.

Метод исследования топографии теплового излучения с поверхности утепленной одежды основан на измерении температуры с поверхности одежды при помощи тер-

модатчиков, обладающих разным диапазоном чувствительности к температурам. Всего для исследований были задействованы 5 термодатчиков различного диапазона. Для получения наиболее точных результатов исследования в линейку термодатчиков были отобраны образцы, диапазоны чувствительности которых пересекались.

Для исследования отобраны 15 моделей утепленных курток с различным сочетанием конструктивных прибавок. Проводили измерения температуры, полученные с поверхности одежды, после чего рассчитывали величину теплового излучения по формуле (1) через потери тепла конвекцией:

$$Q = \alpha_{\text{конв}} S (t_{\text{од}} - t_{\text{в}}), \quad (1)$$

где $\alpha_{\text{конв}}$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м²·°С); S – площадь поверхности тела человека, м²; $t_{\text{од}}$ – температура с поверхности одежды, °С; $t_{\text{в}}$ – температура окружающего воздуха, °С.

Для решения задачи методом математического моделирования выделены следующие имеющиеся данные: ряд варьируемых переменных X_i и отдельные значения искомой функции Y_j – теплового излучения с поверхности одежды, представленные в табл. 1 (тепловое излучение с поверхности одежды для различных сочетаний конструктивных прибавок).

Т а б л и ц а 1

№ модели	X_1	X_2	X_3	Y_j
	относительная величина прибавки к ширине проймы $P_{\text{ш. пр.}}$, %	прибавка на свободу проймы по глубине $P_{\text{с. пр.}}$, см	прибавка к полуобхвату груди $P_{\text{г.}}$, см	тепловое излучение Q , Вт
1	50	5	8	208
2	65	7	10	410
3	50	6	12	289
4	50	5	8	220
5	80	6	14	390
6	65	7	14	347
7	80	5	10	239
8	65	7	12	365
9	80	6	10	250
10	50	6	10	360
11	65	5	8	350
12	65	6	10	390
13	80	6	10	260
14	65	7	8	280
15	65	6	10	290

Решение этой задачи может быть проведено на базе многомерной регрессионной модели. Из многообразия методов моделирования выбран метод поверхности отклика Бокса-Бенкина, сущность которого заключается в построении центрального композиционного плана с равноудаленными от центра точками.

$$Y = B_0 X_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_{11} X_1^2 + B_{22} X_2^2 + B_{33} X_3^2 + B_{12} X_1 X_2 + B_{13} X_1 X_3 + B_{23} X_2 X_3. \quad (2),$$

Решение этой математической модели заключается в нахождении коэффициентов уравнения регрессии, по значениям кото-

Функцией в данном случае, экстремум которой необходимо найти, являются теплототери с поверхности одежды, выраженные в единицах теплового излучения.

Математическая модель задачи представлена формулой (2):

рых можно оценить, сочетания каких переменных оказывают наибольшее влияние на значения функции.

С помощью современных прикладных программ решена задача поиска экстремума функции – найдены коэффициенты уравнения регрессии, построена диаграмма Парето эффектов и графики поверхностей отклика различных сочетаний переменных;

найжены оптимальные значения переменных, которые соответствуют искомому минимальному значению целевой функции. Как видно на рис. 1 (результаты расчета минимального значения функции), – это значение $Y=203,9318$ Вт.

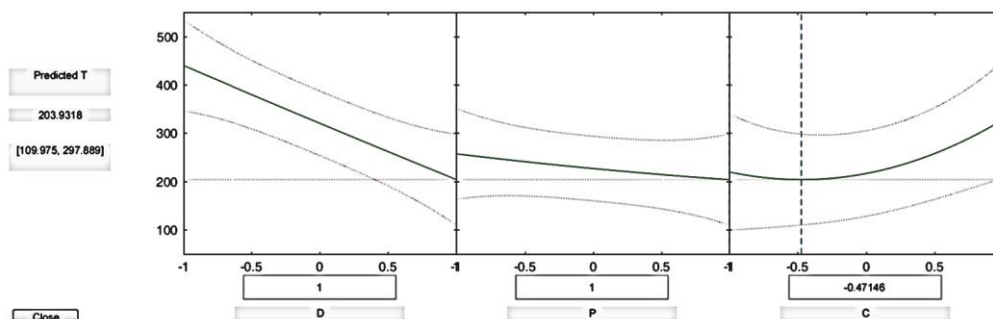


Рис. 1

Величины конструктивных прибавок, позволяющих достигнуть минимума теплотеря организма с поверхности утеп-

ленной одежды по результатам расчетов, представлены в табл. 2 (оптимальные значения конструктивных прибавок).

Т а б л и ц а 2

X_{1opt}	X_{2opt}	X_{3opt}	Y_{min}
относительная величина прибавки к ширине проймы $P_{ш. пр.}$, %	прибавка на свободу проймы по глубине $P_{с. пр.}$, см	прибавка к полуобхвату груди P_r , см	тепловое излучение Q , Вт
79,99	6,99	9,58	203,9318

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель, предназначенная для дальнейшего прогнозирования величины теплотеря организма при разнице температур пододежного пространства и окружающей среды в зависимости от выбранных конструктивных прибавок на свободу облегания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ступалова Л.Г. Современное состояние рынка производства и потребления спецодежды // Швейная промышленность. – 2012, №3. С. 16...17.
2. Some New Three Level Designs for the Study of Quantitative Variables G. E. P. Box AND D. W. BEHNKEN University of Wisconsin and the American Cyanamid Company Источник: Technometrics, Vol. 2, № 4 (ноябрь, 1960). P. 455...475.
3. Методология поверхности отклика Л.А. Сарабия и М.С. Ортис, Университет Бургоса, Бургос, Испания 2009 Response Surface Methodology L.A. Sarabia and M.C. Ortiz, University of Burgos, Burgos,

Spain ^a 2009 Elsevier B.V. All rights reserved. <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section3/pri3362.htm> {Электронный ресурс}.

REFERENCES

1. Stupalova L.G. Sovremennoe sostoyanie rynka proizvodstva i potrebleniya spetsodezhdy // Shveynaya promyshlennost'. – 2012, №3. S. 16...17.
2. Some New Three Level Designs for the Study of Quantitative Variables G. E. P. Box AND D. W. BEHNKEN University of Wisconsin and the American Cyanamid Company Istochnik: Technometrics, Vol. 2, № 4 (noyabr', 1960). P. 455...475.
3. Metodologiya poverkhnosti otklika L.A. Sarabiya i M.S. Ortis, Universitet Burgosa, Burgos, Ispaniya 2009 Response Surface Methodology L.A. Sarabia and M.C. Ortiz, University of Burgos, Burgos, Spain ^a 2009 Elsevier B.V. All rights reserved. <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section3/pri3362.htm> {Elektronnyy resurs}.

Рекомендована отделом организации научной работы АТУ. Поступила 01.04.19.