

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
МАТЕРИАЛОВ СПЕЦОДЕЖДЫ

АРНАЙЫ КИІМ МАТАСЫНЫҢ ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТІН
МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ДАЙЫНДАУ

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF PHYSICO-MECHANICAL
PROPERTIES OF MATERIALS FOR OVERALLS

К.А. ЖУМАТАЕВА, Б.Р. РЫСКУЛОВА
K.A. ZHUMATAEVA, B.R. RYSKULOVA

(Алматинский технологический университет)
(Алматы технологиялық университеті)
(Almaty Technological University)
E-mail:karus63@mail.ru

Отсутствие научно-обоснованной методики производства спецодежды для рабочих птицефабрики, а также недостаточная изученность основных принципов проектирования спецодежды с позиции компьютерных технологий, позволяют говорить об актуальности выбранной авторами проблемы. В представленной статье показана разработанная математическая модель физико-механических свойств материалов спецодежды с учетом производственных факторов. Объектом исследования послужила ткань Ортон, дальнейшее использование которой в производстве спецодежды является оправданным. Разработанная математическая модель оптимизации взаимодействия времени носки и топографических участков спецодежды в производственных условиях позволяет выявить интенсивность износа материалов спецодежды по зонам и спрогнозировать срок носки спецодежды для рабочих птицефабрики.

Құс фабрикасы жұмысшыларына арналған арнайы киім өндірісінің ғылыми – негізделген әдісінің болмауы, сонымен бірге компьютерлік технология тұрғысынан арнайы киімдерді жобалаудың негізгі қағидаларының жеткіліксіз зерттелуі авторлардың таңдаған мәселелерінің өзектілігі туралы айтуға мүмкіндік береді. Ұсынылған мақалада арнайы киімдер материалдарының физика – механикалық қасиеттерінің өндірістік факторлардың есебімен жасалған математикалық үлгісі көрсетілген. Зерттеу нысаны Ортон матасы, арнайы киімдер өндірісінде одан ары пайдалану орынды. Өндірістік жағдайда жасалған математикалық үлгісі арнайы киімдердің кию мерзімінің үйлесімділігі және көрінісі арнайы киімдер материалдарының аймағы бойынша тез тозуын айқындауға мүмкіндік береді және құс фабрикасының жұмысшылары үшін арнайы киімдердің кию мерзімін болжам жасауға мүмкіндік береді.

Lack of a scientific and reasonable technique of production of overalls for workers of poultry farm, and also insufficient study of the basic principles of design of overalls from a position of computer technologies, allow to tell about relevance of the problem chosen by authors. The developed mathematical model of physico-mechanical properties of materials of overalls taking into account production factors is shown in presented article. Object of study served as Orton fabric, which further use in the manufacture of overalls is warranted. The developed mathematical model of optimization of interaction of wearing time and topographical sites of overalls under production conditions allows to reveal intensity of wear of materials of overalls on zones and to predict wearing term of overalls for workers of poultry farm.

Ключевые слова: специальная одежда, текстильные материалы, математическая модель, ткань Ортон.

Негізгі сөздер: арнайы киім, тоқымалық материалдар, математикалық қалып, Ортон матасы.

Key words: special clothing, textile materials, mathematical model, Orton fabric.

Введение

В настоящее время отсутствует научно-обоснованная методика производства спецодежды для рабочих птицефабрики, а также недостаточно изучены основные принципы проектирования спецодежды с позиции компьютерной технологии, которые позволяют принципиально совершенствовать производство спецодежды.

Технологии позволяют использовать высокопрофессиональное оборудование, которое обладает универсальной возможностью простого и быстрого переключения с одной операции на другую, при этом идет экономия времени на обработку.

Следует отметить, что под моделью понимается объект любой природы, который способен замещать исследуемый предмет или явление так, что его изучение дает новую информацию об изучаемом объекте [1].

Объекты и методы исследования

С помощью математических моделей дают математическое описание какого-либо явления, процесса или объекта, составленного в виде систем уравнений, неравенств, функций таблиц значений. Применение математических моделей позволяет отыскать оптимальное решение задачи, например из множества возможных вариантов раскроя материалов на детали одежды выбрать наиболее оптимальный способ.

В процессе работы рабочих птицефабрики материалы спецодежды подвергаются различным воздействиям агрессивных (химических опасных веществ) и производственных факторов.

Объектом исследования служили материалы: ткань Ортон, Грета, Смесовая и Ти-Си.

Ткань Ортон - состав: 51% полиамид + 49% хлопок. Характеристика: смесовая ткань, изготовлена таким способом, что полиэфирная нить выведена на лицевую поверхность, что обеспечивает необходимую износостойчивость и способствует легкому удалению грязи. Хлопок на изнаночной стороне ткани придает одежде комфорт и хорошее впитывание влаги. А отделка используется в этом случае для защиты спецодежды от дождя, снега, грязи. Материал характеризуется хорошей формоустойчивостью, низкой усадкой и стойкостью окраски. Поверхностная плотность: 260г/м². Заключительная отделка: ВО — водоотталкивающая, МВО – масловодоотталкивающая отделка.

Основными физико-механическими свойствами вышеуказанных материалов являются следующие показатели:

У₁ - разрывная нагрузка плотности ткани по основе;

У₂ - разрывная нагрузка плотности ткани по утку;

У₃ - стойкость к истиранию;

У₄ - воздухопроницаемость, дм³/м²с;

У₅ - водоупорность в динамике, мм.рт.ст.;

У₆ - водоупорность в статике, мм.рт.ст.

Для разработки математической модели, описывающей взаимодействия данных факторов, используется метод многомерного анализа. Обработка опытных данных и расчеты проводились на компьютере с использованием программного обеспечения статистических пакетов программ STATISTICA [2].

Метод многомерных зависимостей осуществлялся в условиях ограниченного объема опытных данных и априорной неопределенности относительно вида функций регрессии.

В таких случаях уравнение регрессии представляют в виде полинома второй степени:

$$\hat{y} = b_0 + \sum_1^k b_i x_i + \sum_1^k b_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

где: \hat{y} - значение критерия;

b_i - линейные коэффициенты;

b_{ij} - коэффициенты двойного взаимодействия факторов.

Первым этапом исследования взаимосвязей локальных критериев является изучение влияния совокупности производственных факторов на каждый из показателей, то есть определяется система уравнений регрессии, отражающая эту величину:

$$F_i(\bar{y}) = f(x_{m+1}, x_{m+2}, \dots, x_n) \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

В результате пошаговой процедуры с указанными выше параметрами рассчитаны стандартизированные β -коэффициенты, регрессионные b -коэффициенты в натуральном масштабе, t -критерии Стьюдента для проверки их значимости и доверительные уровни вероятности p .

Вовлечение в модель переменных, а также взаимодействий и квадратов их центрированных величин производилось за соответствующее число шагов регрессионной процедуры. На каждом этапе процедуры проводился перерасчет и анализ всех статистических характеристик и параметров

моделей оценки качества спецодежды для рабочих птицефабрики.

В соответствии с абсолютной величиной t-критериев переменным, вовлеченным в регрессионные модели, присвоены ранги, упорядочивающие члены регрессии по степени их воздействия на соответствующий показатель качества спецодежды.

Для получения более наглядного представления о том, как связаны показатели по влиянию длительности носки на другие

факторы построены объемные графики. Построенная поверхностная диаграмма позволяет найти наилучшее сочетание факторов, которое трудно выявить иным способом из имеющихся значений.

Результаты обработки экспериментальных данных опытной носки спецодежды для рабочих птицефабрики по физико-механическим свойствам ткани Ортон показаны на рисунках 1 и 2.

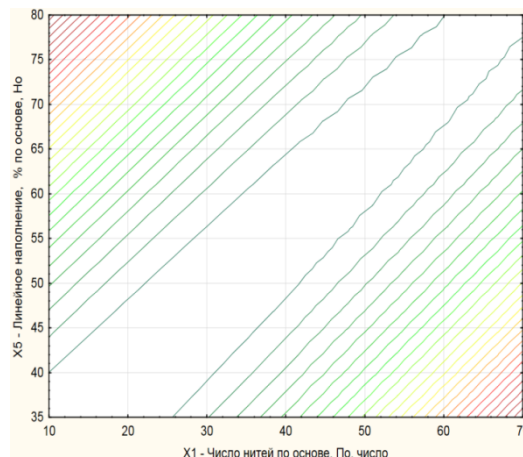
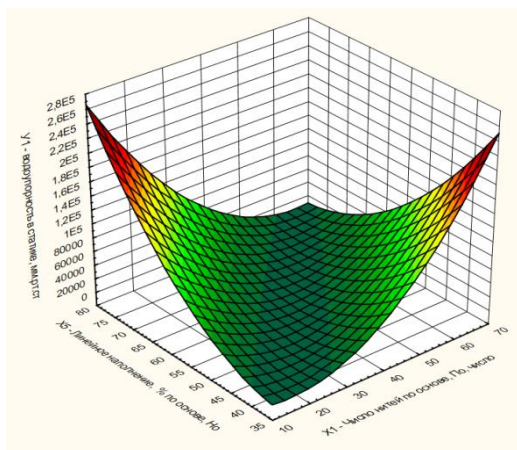


Рисунок 1 – Изменение физико-механических свойств ткани спецодежды в процессе опытной носки артикула Ортон

Y_1 - водоупорность в статике, мм.рт.ст.;

X_1 - число нитей по основе, По;

X_5 - линейное наполнение, % по основе, Но;

$$Y_1 = 50348,2081 + 4126,258 * X_1 - 4698,9638 * X_5 + 81,816 * X_1^2 - 187,1045 * X_1 * X_5 + 108,0693 * X_5^2.$$

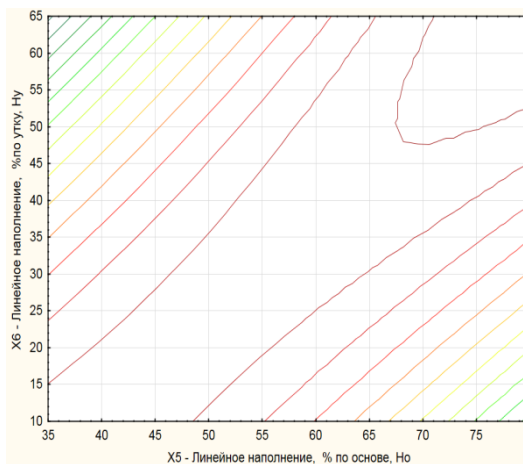
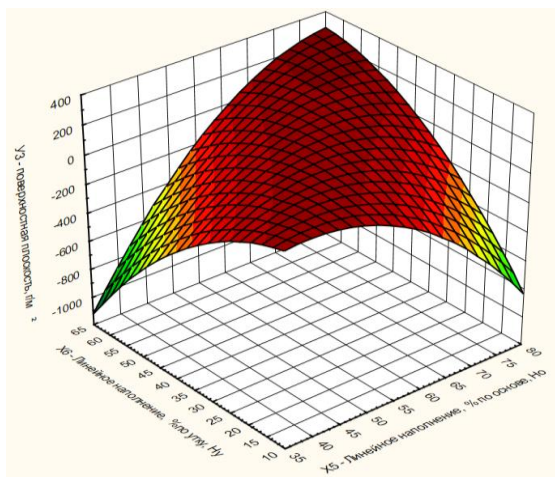


Рисунок 2 – Изменение физико-механических свойств ткани Ортон

Y_3 - поверхность плоскость, г/м²;

X_5 - линейное наполнение, % по основе, Но;

X_6 - линейное наполнение, % по утку, Ну;

$$Y_3 = -414,8141 + 37,5265 * X_5 - 33,3402 * X_6 - 0,5983 * X_5^2 + 0,9644 * X_5 * X_6 - 0,3116 * X_6^2.$$

В результате обработки эксперимента были получены значения коэффициентов регрессии полиномиальных моделей, зависимости от физико-механических свойств и

входных факторов. А также сделана оценка значимости каждого коэффициента и оценка адекватности полученной модели. В результате получена следующая математическая модель:

$$Y_1 = -16730,9 - 432,5X_1 + 647,4X_5, R=0,90603458 \quad (3)$$

$$Y_2 = -1454,10 + 71,19X_5, R=0,81172409 \quad (4)$$

$$Y_3 = 180,6578 + 3,0023X_1 + 4,3149X_3 - 9,5723X_5 + 1,6187X_6, \\ R=0,99623854 \quad (5)$$

$$Y_4 = 161,0563 + 4,9547X_1 + 6,9388X_3 - 13,3101X_5, \\ R=0,98773045 \quad (6)$$

$$Y_5 = 80,99071 + 2,36534X_1 + 1,79759X_3 - 4,22967X_5, \\ R=0,98881761 \quad (7)$$

$$Y_6 = 48,45594 + 1,05755X_1 + 0,50519X_2 + 1,20207X_3 - 2,41898X_5, \\ R=0,99729150 \quad (8)$$

Результаты и их обсуждение

Анализируя полученную регрессионную модель (3), можно сделать вывод о том, что плотность Y_1 - водоупорность в статике зависит и от X_1 - Число нитей по основе и от X_5 - Линейное наполнение. Коэффициент при факторе X_1 значимый, отрицательный и указывает на то, что при увеличении водоупорности в статике имеется тенденция к уменьшению числа нитей по основе. Коэффициент при факторе X_5 значимый, положительный и указывает на то, что при увеличении водоупорности в статике имеется тенденция к увеличению линейного наполнения до определённого предела.

Проверка по критерию Стьюдента показала, что все коэффициенты корреляции значимы при доверительной вероятности 0,95.

На представленных выше рисунках показано влияние длительности носки спецодежды на физико-механические свойства материалов для спецодежды.

Заключение

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что использование ткани Ортон с заданными свойствами позволяет снизить материалоемкость тканей, улучшить важные физико-механические и потребительские свойства. Таким образом, на основании проведенного исследования физико-механических свойств в процессе носки спецодежды и применения методов математического анализа получена математическая модель оптимизации взаимодействия времени носки и топографических участков спецодежды в производст-

венных условиях, что позволило выявить интенсивности износа материалов спецодежды по зонам и спрогнозировать срок носки спецодежды для рабочих птицефабрики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов К.Е. Математическое моделирование в научном познании. - М.: Мысль, 1969.-62с.
2. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows.-2-е изд., перераб. и доп. - М.: «Филинь», 1998. - 608 с.