

УДК 667.01  
МРНТИ 64.29.99

**ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ РАСЧЕТА И  
НАЗНАЧЕНИЯ ПРИПУСКОВ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ  
ДЕФОРМАЦИЙ**

*В.З. КРУЧЕНЕЦКИЙ, А.А. КАЛАБИНА, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА, У. СМАИЛОВА*

(Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан)  
E-mail: kruchen\_37@mail.ru

*Наилучшие результаты при использовании сенсорных технологий получены при определении цветовых, теплозащитных свойств материалов и одежды. Цветовые характеристики материалов, одежды, деформации, полученные экспериментально, показали хорошее совпадение с аналитическими выражениями, найденными с помощью метода муар и тензорного анализа.*

**Ключевые слова:** деформации, одежда, припуски, текстильные материалы, тензоры, швейные изделия, экскурсия.

**ДЕФОРМАЦИЯЛАРДЫ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, КИІМДІ ҚҰРАСТЫРУ КЕЗІНДЕ  
ӘДІПТЕРДІ ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ТАҒАЙЫНДАУДЫҢ ҚАЗІРГІ  
ТЕОРИЯСЫ МЕН ТӘЖІРИБЕСІН ЗЕРТТЕУ**

*В.З. КРУЧЕНЕЦКИЙ, А.А. КАЛАБИНА, Р.О. ЖІЛІСБАЕВА, У. СМАИЛОВА*

(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан)  
E-mail: kruchen\_37@mail.ru

*Сенсорлық технологияны пайдалану барысында ең жақсы нәтижелер материалдардың және киімдердің түстік, жылусақтағыштық қасиеттерін анықтауда алынған. Эксперименттік жолмен алынған материалдардың киімдердің, деформацияның түстік сипаттамалары муар және тензорлық талдау әдістерінің көмегімен табылған аналитикалық көріністермен жақсы сәйкестікті көрсетті.*

**Негізгі сөздер:** деформациялар, киім, жәрдемақы, тоқыма материалдар, тензорлар, тігін өнімдері, экскурсия.

**THE STUDY OF THE EXISTING THEORY AND PRACTICE OF CALCULATION AND  
ASSIGNMENT ALLOWANCES IN THE DESIGN OF CLOTHING GIVEN DEFORMATION**

*V.Z. KRUCHENETSKY, A.A. KALABINA, R.O. ZHILISBAEVA, U. SMAILOVA*

(Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan)  
E-mail: kruchen\_37@mail.ru

*The best results with the use of sensor technologies are obtained in determining the color, heat-shielding properties of materials and clothing. The color characteristics of materials, clothing, deformation, obtained experimentally, showed good agreement with the analytical expressions found using the moiré method and tensor analysis.*

**Key words:** deformation, clothes, allowances, of textile materials, tensors, clothing, tour.

### **Введение**

Деформации, проявляющиеся при выполнении различных технологических операций, связанных с конструированием, изготовлением, условиями носки швейных изделий, имеют в определении к ним припусков важнейшую роль. Ввиду сложности математического описания процессов обработки деформаций текстильных материалов теоретический анализ их напряженно-деформированного состояния даже при плоском или осесимметричном формоизменении встречает значительные трудности [1,3]. Как известно, одежда создается с учетом формы и размеров фигуры человека, но не является точной ее копией. Степень прилегания одежды на разных участках фигуры неодинакова. На некоторых из них, в частности, опорных поверхностях, между одеждой и телом человека, существуют воздушные зазоры, которые необходимы для обеспечения свободы дыхания и движений, нормальной жизнедеятельности человека.

### **Объект и методы исследования**

Объектом исследования в данной работе являются припуски, необходимые при конструировании одежды, в том числе с учетом деформаций; использованы экспериментально-аналитические методы. Исследования выполнены как теоретически, оригинальным методом тензорного анализа, так и экспериментально - с помощью инновационных инструментальных средств на базе цифровых технологий.

При конструировании одежды размерные признаки, полученные путем измерения конкретной фигуры человека или взятые из таблиц антропометрических измерений типовых фигур, составляют лишь часть определения соответствующего участка одежды. Каждое измерение швейного изделия по любой конструктивной линии, лежащей на его поверхности, равно аналогичному измерению поверхности тела человека плюс припуск на свободное облегание и декоративно-конструктивное оформление. Поэтому при построении чертежей к полученным измерениям рассчитывают специальные припуски: на свободное облегание, силуэт и форму, на толщину материалов и утепляющие прокладки; их дают к ширине изделия по линиям груди, талии и бедер, к глубине проймы, длине и ширине спинки и полочки, ширине рукава, длине изделия и рукава [3,4].

Припуски на свободное облегание включают в себя технические и декоративно-конструктивные. Технический припуск — это минимально необходимый припуск для создания нормального микроклимата вокруг тела человека (дыхания, движения, регулирования теплообмена, кожного дыхания), т. е. комфортного состояния. В нем учитывается и припуск на толщину ткани. На утепляющую прокладку дается дополнительный припуск, зависящий от ее толщины. Технический припуск дается только к поперечным размерам изделия, но иногда он может прибавляться и к длинам. Величина технического припуска установлена антропологами и гигиенистами, она зависит от вида изделия [1,3].

Технический припуск к обхвату груди имеет постоянную величину, он является минимально необходимой и постоянной величиной на свободное облегание изделия и не зависит от модели и изменений в моде.

В зависимости от вида изделия технический припуск по линии груди рассчитывают исходя из вида и свойств применяемого основного материала. Независимо от степени прилегания изделия при конструировании его необходимо обеспечить свободу дыхания и движений, минимальное давление на тело, а также наличие воздушной прослойки для регулирования теплообмена в пододежном слое и кожного дыхания.

Разницу в обхватах грудной клетки, измеренных при глубоком вдохе и полном выдохе, в медицине называют «экскурсией грудной клетки». Она неодинакова у разных людей и зависит от возраста, физического развития человека, его натренированности и других факторов: у спортсменов она обычно больше, чем у лиц, не занимающихся спортом. По известным данным, экскурсия грудной клетки в среднем равна: у лиц, не занимающихся спортом, 5,5 см, у спортсменов - 6,5 - 8,0 см (на полный обхват груди) [1,3].

Для изделия из тонких тканей припуск минимальный, из толстых — максимальный. Если изделие шьют из пальтовой ткани, то технический припуск пересматривают в сторону его увеличения, исходя из вида и толщины ткани. В практике конструирования одежды технические припуски по линиям талии и бедер не рассчитывают.

Величина декоративно-конструктивного припуска зависит от моды, силуэта и вида изделия. Такие припуски могут даваться как

по ширине, так и по длине, могут быть нулевыми.

Для упрощения расчетов в процессе конструирования одежды используют суммарный припуск на свободное облевание (Пг), в который входят и технический (Пгт) и декоративно-конструктивный припуски (Пн\гд). Формулу расчета общего припуска Пг записывают в следующем виде:

$$Пг = Пгт + Пн\гд \quad (1)$$

Между тем, зависимость величины припуска на свободное облевание от свойств тканей, в частности, от деформации, мало исследована [1,3]. Естественно, что независимо ни от чего, припуски не могут быть меньше имеющихся деформаций (Д) в текстильных материалах, тканях. То есть, необходимо выполнение условия, чтобы окончательный припуск был

$$Пг \geq Пг + Д. \quad (2)$$

Для большинства процессов определение деформаций и напряжений возможно лишь при введении упрощающих гипотез о протекании процесса [2]. Основой для создания теоретических методов расчета процессов пластического формоизменения, а также критерием правильности и точности аналитических решений являются в основном опытные данные. Более того, разработка новых и совершенствование существующих методов экспериментальной физики и механики с целью получения достоверных и точных количественных данных о напряженно-деформированном состоянии позволяет рассматривать экспериментальное изучение процессов обработки текстильных материалов как самостоятельный подход, стоящий на одном уровне с теоретическим. В некоторых случаях экспериментальный метод исследования процессов деформации является единственно возможным и достоверным. В то же время в ряде случаев использование экспериментальных методов может оказаться нецелесообразным, так как имеются достаточно надежные аналитические решения. Поэтому в настоящее время зачастую стоит вопрос о создании экспериментально-аналитических методов [4,6].

#### **Результаты и их обсуждение**

В данной работе предпринята попытка реализовать последнее. Основным подходом при этом является использование имитационных математических моделей, описывающих процессы деформации, ибо, как известно, именно такие модели предполагают исполь-

зование экспериментальных данных. В них отправной точкой являются либо найденные аналитические соотношения и подкрепленные экспериментальными данными, либо последние, по которым математическими методами определяются аналитические выражения модели.

Авторами рассмотрены инновационные методы теоретического и экспериментального определения деформаций в текстильных материалах и одежде, основанные на использовании имитационных математических моделей, сенсорных и цифровых технологий.

В основу теоретического подхода при определении математических моделей положено использование тензорного анализа [5]. Что касается тензорных деформаций. Напомним, тензор (от лат. *tensus*, «напряженный») — объект линейной алгебры, линейно преобразующий элементы одного линейного пространства в элементы другого. Частными случаями тензоров являются скаляры, векторы, билинейные формы и т. п.

Тензордеформации характеризуют сжатие (растяжение) и изменение формы в каждой точке тела при деформации. Это математический объект, который не зависит от смены системы координат, но его компоненты при их смене преобразуются по определенному математическому закону [5].

В тензорном методе понятие пространства является основным инструментом в решении различных задач. Такие понятия, как размерность и кривизна пространства, понятие подпространств меньшей размерности, дают возможность строить адекватные модели физических процессов, протекающих в сложных системах, каковыми являются текстильные материалы и швейные изделия.

Важнейшее значение в тензорном анализе имеет система обозначений. В основе построения системы тензорных обозначений лежат три соглашения: о суммировании, о ранге и о расположении индексов в частных производных. В свою очередь, в основу этих трех соглашений положен простой формальный прием - использование верхних и нижних индексов, применение тензорных правил обращения с ними. При переходе от одной системы координат к другой тензоры остаются неизменными. Наглядно это видно на примере скаляров и векторов. Такие скалярные поля, как плотность материала и др., очевидно, определяются исключительно фи-

зическими процессами, а не выбором системы координат.

Различают тензоры разных рангов: 1-го, 2-го и т.д. (до 6-го). В трехмерном пространстве тензор второго ранга проще всего представить, как матрицу, заданную в каждой точке пространства, которая описывает неоднородность этого пространства и действует на входящий вектор, изменяя его направление и масштаб.

При изучении процессов пластического формоизменения удобно воспользоваться логарифмическими деформациями. Представим себе процесс удлинения отрезка, имеющего первоначальную длину  $\ell_0$ , как последовательность этапов деформирования, на каждом из которых длина получает приращение  $d\ell_1$ . Относительное удлинение на каждом этапе будем относить к той длине, которую имел отрезок в начале этапа:

$$d\varepsilon = d\ell / \ell \quad (3)$$

Примем за меру полного удлинения сумму бесконечно малых относительных удлинений  $d\varepsilon$  при изменении длины от  $\ell_0$  до  $\ell_1$ , а именно

$$\bar{\varepsilon} = \int_{\ell_0}^{\ell_1} \frac{d\ell}{\ell} = \ln \frac{\ell_1}{\ell_0} \quad (4)$$

Величина  $\bar{\varepsilon}$  здесь является логарифмической или натуральной деформацией. Она удобна для описания процесса конечной деформации поскольку, если деформация производится ступенями, то суммарная деформация после  $n$  ступеней равна сумме логарифмических деформаций каждой из ступеней, т.е логарифмические деформации обладают свойством аддитивности.

$$\varepsilon = \ln \frac{\ell_n}{\ell_0} = \ln \frac{\ell_1}{\ell_0} + \ln \frac{\ell_2}{\ell_1} + \dots + \ln \frac{\ell_n}{\ell_{n-1}} = \bar{\varepsilon}_1 + \bar{\varepsilon}_2 + \dots + \bar{\varepsilon}_n \quad (5)$$

Скорость деформации  $\mathfrak{z}$  представляет собой отношение скорости абсолютного удлинения к длине. Пока деформация мала, можно считать, что

$d\varepsilon / dt = \mathfrak{z}$ , но для конечных деформаций это не верно. В то же время скорость деформации равна производной от логарифмической деформации по времени

$$\mathfrak{z} = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dt} \quad (6)$$

Условие несжимаемости для логарифмических деформаций имеет такой же вид, как и для малых деформаций, но является более точным

$$\bar{\varepsilon}_1 + \bar{\varepsilon}_2 + \bar{\varepsilon}_3 = \ln \frac{V}{V_0} = 0, \quad (7)$$

где  $V$  и  $V_0$  – объемы элемента материала до и после деформации.

Тогда значение интенсивности главных логарифмических деформаций (интенсивность итоговой деформации) выражается как

$$\bar{\Gamma} = 2\sqrt{6} \sqrt{(\bar{\varepsilon}_1 - \bar{\varepsilon}_2)^2 + (\bar{\varepsilon}_2 - \bar{\varepsilon}_3)^2 + (\bar{\varepsilon}_3 - \bar{\varepsilon}_1)^2} \quad (8)$$

В случае монотонной деформации выражение (8) может быть приравнено к наличию степени деформации

$$\Lambda = \int H dt, \quad (9)$$

где  $H$  – интенсивность скоростей деформации сдвига [6]

В общем случае для конечной пластической деформации (8) интенсивность итоговой деформации  $\bar{\Gamma}$  оказывается меньше степени деформации  $\Lambda$  (9), определяемой как сумма интенсивностей последовательных малых деформаций. При простых видах деформации выбор ее меры является скорее вопросом привычки, поскольку, например, при одноосном растяжении главные эйлерова  $\mathfrak{z}$ , лагранжа  $\varepsilon$  и логарифмическая  $\bar{\varepsilon}$  деформации связаны между собой соотношениями:

$$\mathfrak{z} = \frac{\varepsilon \exp(\bar{\varepsilon}) - 1}{1 + \varepsilon \exp(\bar{\varepsilon})} \quad (10)$$

$$\varepsilon = \frac{\mathfrak{z}}{1 - \mathfrak{z}} = \exp(\bar{\varepsilon}) - 1 \quad (11)$$

$$\bar{\varepsilon} = \ln(1 + \varepsilon) = -\ln(1 - \mathfrak{z}) \quad (12)$$

Для общего случая деформированного состояния связь между различными определениями деформаций становится более сложной и поэтому анализ процессов определения деформаций в материалах, для которых характерны большие пластические деформации, должен базироваться на аппарате теории конечных деформаций [6].

Что касается экспериментальных исследований деформаций и других параметров и характеристик тканей, одежды. Как выше указано, в данной работе в инструментальной среде использовались сенсорные и цифровые технологии. Первые из них представляют собой многофункциональную «умную среду», в которой использовались сенсоры: перемещения, температуры, влажности, цвета и др., для передачи данных и интерфейса – беспроводная система связи, контроллеры [7]. Наилучшие результаты при использовании сенсорных технологий получены при определении цветовых, теплозащитных свойств материалов и одежды. При этом особо следует выделить методологию и результаты оценки тем-

пературных свойств пододежного пространства одежды [7].

В составе инструментария на основе цифровых технологий использовался разработанный оригинальный прибор, главными компонентами которого являются эталонные источники света, цифровая камера, системное и прикладное программное обеспечение. С его помощью исследовались в основном цветовые характеристики материалов, одежды, деформации. Последние определялись также по аналитическим выражениям, найденным с помощью метода муар и тензорного анализа, и показали хорошее совпадение с результатами, полученными экспериментально.

#### **Выводы и заключение**

1. Рассмотрены вопросы существующей теории и практики расчета и назначения припусков при конструировании швейных изделий. Основное внимание при этом обращено на учет деформаций в материалах, одежде.

2. Рассмотрены виды припусков, порядок их расчета, особенности в зависимости от используемых материалов, типов швейных изделий, методология, расчетные формулы.

3. Кратко представлены виды деформаций в материалах, одежде, вопросы тензорного метода определения их аналитических выражений,

4. Даны краткие сведения об использованных инновационных инструментальных средствах при экспериментальных исследованиях деформаций и основных параметров одежды, характеризующих их потребительские свойства.

5. Наилучшие результаты при использовании сенсорных технологий получены при определении цветовых, теплозащитных свойств материалов и одежды. Цветовые характеристики материалов, одежды, деформации, полученные экспериментально, показали хорошее совпадение с аналитическими выражениями, найденными с помощью метода муар и тензорного анализа.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гайбуллаева Н. З., Раджабова Ф. А. Виды припусков при конструировании швейных изделий // Молодой ученый. - 2016. - №7. - С. 58-60.
2. Чебышев П.Л. О кройке одежды. Полное собрание сочинений. Том 5. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 238 с.
3. Куренова С. В., Савельева Н. Ю. Конструирование одежды. - Ростов на Д., Феникс. 2003. – 480 с.
4. Кичемазова Л. Н., Малышева И. Э. Конструирование, моделирование и технологии одежды. – М.: МарТ, 2001 г. – 224 с.
5. Курнышев Б.С., Данилов С.П. Тензорная методология в теории электротехнических систем. Учебное пособие// Иван. гос. энерг. ун-т. г. Иваново, 2002. - 180 С.
6. Милюкайте-Гульбинене А.Б. Исследование характеристик сдвига тканей, дублированных с поролоном: дис. канд. техн. наук., Каунас, 1974, - 164с.
7. Крученецкий В.З. Жилисбаева Р.О., Кизатова М Ж., Тажибаева М.Х., Вязигин С.В. К оценке температурных характеристик пододежного пространства с использованием интеллектуальной среды // Известия ВУЗов. Сер. Технология текстильной промышленности. - Изд-во: Ивановская государственная текстильная академия, г. Иваново - №3(357), 2015 г. - С.26-29.