

УДК 677:628.8

**ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОСКО-ОБЪЕМНЫХ УЧАСТКОВ ОДЕЖДЫ С
ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ
ВАКУУМИРОВАНИЯ ЗАМКНУТОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА**

**Д.А.Бахриддинова,
С. Худжамуродов**

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведен анализ процессов влажно-тепловой обработки воздействующих на физико-механические свойства текстильных материалов, описано специальное формообразующее устройство и детальные характеристики различных степеней вакуума, а также теоретические основы аэродинамического прохождения воздуха в вакуумном пространстве и результаты исследований костюмной ткани на разрывную нагрузку

Ключевые слова: *вакуумное пространство, формование, аэродинамика, разрывная нагрузка, перфорация, поток воздуха, деформация, малооперационные технологии, оболочка.*

ABSTRACT

This article provides an analysis of the processes of wet-heat treatment affecting the physical and mechanical properties of textile materials, describes a special shaping device and detailed characteristics of various degrees of vacuum, as well as the theoretical foundations of aerodynamic passage of air in a vacuum space and the results of studies of costume fabric for breaking load

Keywords: *vacuum space, molding, aerodynamics, breaking load, perforation, air flow, deformation, low-operation technologies, shell.*

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных направлений в технологии изготовления швейных изделий является улучшение их качества за счет формирования и устойчивого закрепления заданной конфигурации деталей одежды. В целом качество швейных изделий в значительной степени зависит от формы основных деталей и сохранения ее в процессе носки изделия. Современная технология, названная «изготовление изделий методом формования» [1], направлена на создание сложной заданной формы одежды при минимальном количестве швов. Таким образом, сформировано направление, связанное с изготовлением одежды на основе малооперационной технологии, когда заданная форма получается путем

изменения угла между нитями основы и утка без деформации длины нитей ткани.

Для создания заданной формы деталей одежды из тканей или пакетов текстильные материалы подвергаются прессованию путем воздействия на них давления, технологическим паром и температурой в течение определенного промежутка времени. Однако в результате механического воздействия на обрабатываемый полуфабрикат происходит ухудшение его физико-механических свойств. В процессе формообразования и использования давления при прессовании нити материала или пакета полуфабриката подвергаются нежелательным усилиям и микроскопическим разрушениям волокон, что уменьшает механические характеристики (разрывная нагрузка, разрывное удлинение). Операции ВТО приводят также к ухудшению гигиенических (воздухопроницаемости, паропроницаемости) показателей, что подтвердилось в исследованиях [2]. Так, результаты экспериментов физико-механических свойств пакетов после ВТО свидетельствуют о том, что происходит потеря их свойств в среднем на 15-21%.

На основе вышеизложенного следует, что для повышения качества обработки путем сохранения физико-механических и гигиенических свойств текстильных материалов необходимо совершенствовать способ формообразования, исключающий появление повреждений и негативных воздействий на пакет деталей одежды со стороны рабочих органов оборудования для ВТО. Недостатком этих устройств является то, что форма пуансона и матрицы постоянная. Для увеличения ассортимента или замены формирующихся деталей одежды необходимо менять матрицу и пуансон, что неизбежно приводит к дополнительным материальным расходам и снижению производительности.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Наиболее совершенной для формования объемных деталей одежды является специальное устройство [3], представляющее перфорированную форму-колодку, выполненную в виде верхней и нижней подушек. В верхней подушке установлены форсунки для подачи полимерного композиционного материала и горячего воздуха ($t=125-130^{\circ}\text{C}$), предназначенные для надежной фиксации созданной формы деталей одежды. Перфорация выполнена в нижней подушке, соединенной с вакуумной установкой (рис.1).

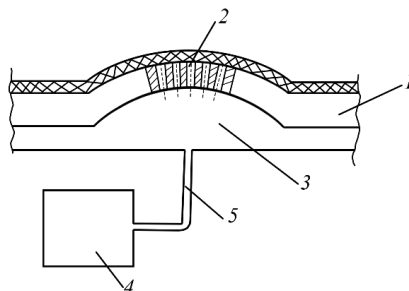


Рис.1. Нижняя подушка устройства вакуумного формообразования деталей одежды:

1-подушка, 2-перфорация, 3-воздушная камера,
4-вакуумная установка, 5-трубопровод.

Нижняя подушка 1 выполнена с перфорацией 2, сквозь которую отсасывается воздух из воздушной камеры 3 (замкнутого технологического пространства) при помощи вакуумной установки и через трубопровод 5. Для формования, например, спинки мужского пиджака ткань 6 укладывается на нижнюю подушку 1 и за счет вакуумирования замкнутого технологического пространства, создаваемого профилем нижней подушки, происходит деформирование ткани. Деформирование ткани осуществляется при плотном контакте с наружной поверхностью нижней подушки, создаваемом потоком отсасываемого воздуха через перфорации с помощью вакуумной установки. Таким образом, деформированная ткань копирует форму нижней подушки. Для фиксации полученной формы служит верхняя подушка [3], в которой установлены специальные форсунки для подачи полимерного композиционного материала, а также предусмотрено устройство (калорифер) для одновременной подачи горячего воздуха с целью интенсификации процесса закрепления формы и сушки. Вакуумирование замкнутого технологического пространства под нижней подушкой состоит в разрежении воздуха (газа) и доведение его до состояния при давлении ниже атмосферного. Степень разрежения газа зависит от соотношения между средней длиной свободного пробега $\bar{\lambda}$, соответствующей взаимным столкновениям молекул газа, в котором находится газ. В зависимости от данного соотношения различают степени сверхвысокого ($\lambda \gg r$), высокого ($\lambda > r$), среднего ($\lambda \leq r$) и низкого ($\lambda \ll r$) вакуума [4]. Средняя длина свободного пробега $\bar{\lambda}$ молекулы с учетом распределения соударяющихся молекул по относительным скоростям равна:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2}n_o\delta}, \quad (1)$$

где n_o – число молекул в см^3 газа; δ – эффективное поперечное сечение соударения.

В случае соударения молекул, имеющих диаметр $d \approx 10^{-8}$ см, эффективное газокинетическое поперечное сечение равно площади круга с радиусом d (эффективный диаметр молекулы):

$$\delta = \pi d^2 \quad (2)$$

Для оценки работы вакуумной установки полезно знать некоторые характеристики различных степеней вакуума (табл. 1.)

Таблица 1

Характеристики различных степеней вакуума

Характеристики	Вакуум			
	низкий	средний	высокий	сверхвысокий
Давления, характерные для данной степени вакуума, мм.рт.ст.	760-1	1- 10^{-3}	10^{-3} - 10^{-7}	10^{-8} и менее
Число молекул, м ³	10^{25} - 10^{22}	10^{22} - 10^{19}	10^{19} - 10^{13}	10^{13} и менее
Зависимость от давления коэффициентов теплопроводности и внутреннего трения	Не зависит от давления	Зависимость от удлинения определяется параметром $\bar{\lambda}/d$	Прямо пропорциональны давлению	Оба явления практически отсутствуют

Для определения степени вакуума при формообразовании элементов деталей одежды необходимо рассчитать среднюю длину пробега $\bar{\lambda}$ молекул воздуха (1) и сопоставить с размерами деталей одежды, соответствующими замкнутому технологическому пространству в пределах объема нижней подушки (рис. 1). Так, например, для среднего вакуума, когда число молекул в м³ составляет $n_0 = 10^{22}$ - 10^{19} (табл.1) средняя длина пробега $\bar{\lambda}$ равна 0,0225-2,25 м. Этот диапазон длины пробега вполне сопоставим с линейными размерами (r) устройства для вакуумирования с целью формообразования элементов деталей одежды, т.е. для среднего вакуума $\lambda \leq r$.

Для формообразования деталей одежды с помощью вакуумирования предусмотрены множество перфораций в пределах рабочей зоны нижней подушки данного устройства. Сквозные отверстия могут иметь различную конфигурацию (рис. 1). Выбор формы перфорации зависит от особенностей аэродинамики прохождения воздуха и создания благоприятных условий деформирования ткани, расположенной на рабочей поверхности подушки.

Таким образом, для вакуумирования замкнутого технологического пространства, образуемого контуром нижней подушки, давление, соответствующее средней степени вакуума равно $p = 1 \cdot 10^{-3}$ мм.рт.ст. (1 мм.рт.ст. = 133,322 Па).

Вакуумирование осуществляется посредством откачки (отсоса) воздуха из некоторого замкнутого герметичного пространства с помощью вакуумного насоса. В настоящем устройстве (рис.1) струйки воздуха проходят через отверстия различной формы (рис.2): конически сужающейся (рис. 2,а) к нижней поверхности (конфузор); конически расширяющейся (рис.2,б) к нижней поверхности (диффузор); цилиндрической (рис.2,в). Вопросы прохождения струйки воздуха или любого другого газа через перфорации с целью выполнения аэродинамического расчета основывается на главных законах гидродинамики.

Однако малые перепады давлений и обычные температуры, наиболее часто встречающиеся в технике, приводят к тому, что изменения основных физических свойств (плотности, вязкости, температуры и др.) воздуха и других газов в процессе их движения при малых скоростях и давлениях (близких к атмосферному), настолько малы, что ими можно пренебречь. Это дает возможность использования основных закономерностей гидродинамики при анализе аэродинамических процессов.

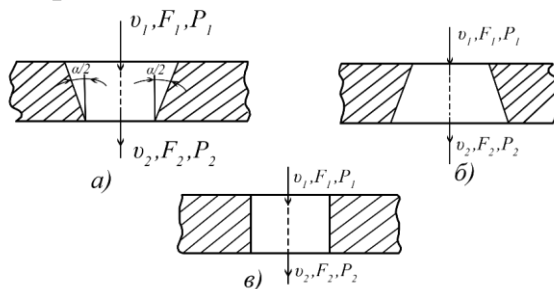


Рис. 2. Виды перфораций и аэродинамические характеристики (v -скорость потока воздуха; F -площадь сечения отверстия; p -давление):

- а) перфорация в виде конфузора ($P_1 > P_2$; $F_1 > F_2$; $V_1 > V_2$)
- б) перфорация в виде диффузора ($P_1 < P_2$; $F_1 < F_2$; $V_1 < V_2$)
- в) перфорация в виде цилиндрического отверстия ($P_1 = P_2$; $F_1 = F_2$; $V_1 = V_2$)

Основным уравнением гидродинамики является уравнение Д.Бернулли, выражающее закон сохранения механической энергии при движении идеальной жидкости, которая не имеет вязкости и обладают абсолютной подвижностью. В случае реальной жидкости, имеющей вязкость, возникают силы сопротивления движению жидкости – внутреннего и внешнего трения. Поэтому расходуется безвозвратно часть энергии давления.

Помимо потери напора на трение различают ещё потери напора на местные сопротивления h_m , которые вызваны геометрическими, конструктивными и технологическими особенностями перемещения

(транспортирования) потока жидкости (газа). Поэтому общие потери реальной жидкости на любом участке трубопровода h_{nom} равны:

$$h_{nom} = h_{mp} + h_m \quad (3)$$

В общем случае местные сопротивления, вызывающие потери энергии при движении жидкости (газа), определяются рядом факторов: 1) изменением поперечного сечения (расширением или сужением); 2) изогнутостью и кривизной воздуховода (поворотом потока); 3) разветвлением или слиянием потоков; 4) комбинированием указанных факторов в различных устройствах. Важным в аэродинамических расчетах является учет местного сопротивления по конструктивному признаку, когда имеет место внезапное и плавное расширение и сужение трубопровода в местах изменения его сечения. Потери напора (в метрах) на местные сопротивления определяются по формуле Вейсбаха [5]:

$$h_m = \zeta(v^2/2g) = \zeta h_v, \quad (4)$$

где $h_v = v^2/2g$ – скоростной напор;

или, выражая через потерю давления ΔP_m ($кгс/м^2$) в местном сопротивлении:

$$\Delta p_m = (\gamma v^2/2g), \quad (5)$$

где ζ – безразмерный коэффициент (коэффициент местного сопротивления), выражающий потерю напора в долях скоростного напора и определяемый опытным путем.

При внезапном сужении воздуховода вначале происходит сжатие потока воздуха и затем расширение. Потери напора при внезапном сужении происходит главным образом на участке расширения. Эти потери зависят от скоростей газа (жидкости) в сжатом сечении потока $V_{сж}$ и в узком сечении трубы V_2 . Потеря напора при внезапном сужении определяются по формуле Борда, которая выводится из уравнений Д.Бернулли и импульса сил:

$$h_m = [(1/\varepsilon - 1)]^2 (v_2^2/2g) = \zeta (v_2^2/2g) \quad (6)$$

где $\zeta = \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1\right)^2$ – коэффициент местного сопротивления, отнесенный к скорости в узком сечении трубопровода; $\varepsilon = F_{сж}/F_2$ – коэффициент сжатия, определяемый отношением площади сжатого сечения потока $F_{сж}$ к площади трубы в узком сечении F_2 .

При выполнении плавного перехода от меньшего к большему сечению трубопровода (рис.2,б), называемого диффузором, резко снижаются потери напора. Потери напора в диффузоре состоят из потерь на трение по его длине и потерь, вызванных с затратой энергии на расширение потока. Потери напора зависят от угла раскрытия α . При расчете потери напора на местные

сопротивления в диффузоре учитывают поправочный коэффициент, называемый коэффициентом смягчения $k_{см}$ и зависящим от угла раскрытия α .

В диффузоре, в отличие от конфузора, происходит преобразование части кинетической энергии в энергию давления. С учетом $k_{см}$ потерю давления на местное сопротивление в диффузоре определяют по общей формуле коэффициента местного сопротивления:

$$h_M = k_{см}[(v_1 - v_2)^2 / 2g] \quad (7)$$

При вакуумировании технологического пространства происходит всасывание воздуха с большего сечения (верхняя плоскость перфорации) на меньшее сечение (нижняя плоскость перфорации). Из уравнения Д.Бернулли и уравнения неразрывности: ($Q = V_1 \cdot F_1 = V_2 \cdot F_2 = const$, Q -объемный расход) следует что, при течении жидкости в горизонтальной трубе, имеющей различные сечения, скорость жидкости больше в местах сужения, а давление больше в более широких местах, т.е. там где скорости меньше. Таким образом, расположение деформируемой ткани обеспечивает, во-первых, более плотное прилегание к нижней подушке устройства за счет увеличения площадей, охваченных напором воздуха при вакуумировании; во-вторых, давление в верхней плоскости подушки больше, чем в нижней, где отверстие имеет меньший диаметр, данное условие контактирования ткани с рабочей поверхностью подушки создает более благоприятную картину деформирования за счет интенсификации процесса формообразования ткани.

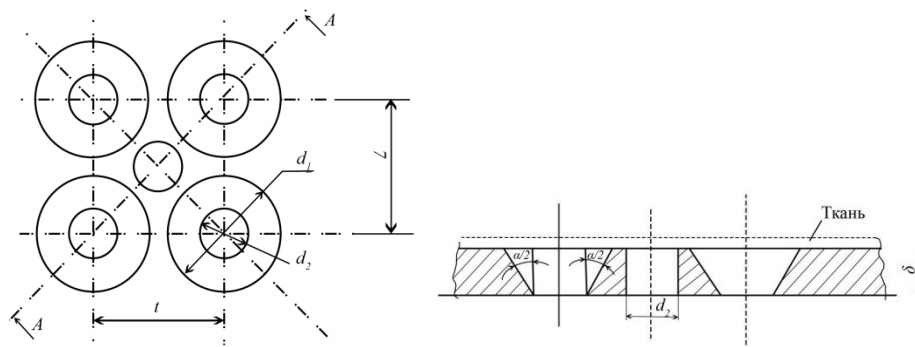


Рис. 3. Элементарная ячейка с перфорациями в пределах толщины 8 нижней подушки устройства для формообразования объемных деталей одежды методом вакуумирования; -узел конусности; t – шаг перфораций, d_1, d_2 – соответственно диаметры входного и выходного отверстия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом для практической реализации данного способа формообразования элементов одежды необходимо выполнить перфорации в форме конфузора в нижней подушке рассматриваемого устройства. Отверстие в

виде конфузора в соответствии с основами аэродинамики обеспечивает более плотное прилегание деформируемой ткани к поверхности подушки за счет увеличения площадей, охваченных напором отсасываемого воздуха при вакуумировании и большего давления в верхней плоскости подушки из-за увеличенного размера отверстия по сравнению с выходными отверстиями.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. С.Ш.Ташпулатов. Разработка высокоэффективной ресурсосберегающей технологии изготовления швейных изделий: Автор. дис докт.техн.наук.– Ташкент: ТИТЛП. 2008.-38 с.
2. Д.А.Бахриддинова, С.Ш. Ташпулатов, Э.Ш.Алимбаев, Д.А.Исмаилова. Изменение геометрических параметров текстильных материалов для ВТО деталей одежды// Проблемы текстиля. – Ташкент, 2011.-№1. – С. 63-66.
3. Патент UZ № FAP 00918. Устройство для формования объемных деталей одежды /Д.А. Бахриддинова , С.Ш.Ташпулатов, А.Д.Джураев, Т.Д.Кадиров, С.З.Юнусов, А.Ю.Тошев, Н.М.Артикбаева, Б.А.Рихсиева // Расмий ахборотнома. – 2012 - № 6