

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВЫРАБОТКИ ЭЛАСТИЧНЫХ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ

Асп. Кукушкин М.Л., к.т.н., доц. Чарковский А.В.
(ВГТУ)

Различные эластичные текстильные оболочки используются в широком ассортименте изделий: верхняя одежда, белье, изделия для спорта и медицины. Все эти изделия содержат в своей структуре эластичные нити. Эти нити являются синтетическим сырьем, и их производство с каждым годом увеличивается. Верхние и бельевые изделия, пошитые из полотна с эластичной нитью, лучше облегают фигуру, более удобны в носке. Особенно это важно для спортивных изделий. В медицинских изделиях эластичная нить позволяет создать лечебный эффект благодаря увеличению давления изделия на тело.

Ассортимент медицинских изделий, оказывающих повышенное давление на тело человека, представлен в основном чулочно-носочными изделиями, фиксирующими повязками, а также бинтами - плоскими и трубчатыми. Эти изделия могут вырабатываться как на круглом, так и на плоском оборудовании. Так как чулки сочетают в себе свойства чулочно-носочных изделий, и медицинских свойства, то они должны удовлетворять и медицинским требованиям и тем, которые предъявляются к чулочно-носочному ассортименту: 1- изделие должно обладать достаточным растяжением для удобства его одевания; 2- должны обладать удовлетворительной эластичностью для оказания на тело определения давления и сохранения своих линейных размеров в свободном состоянии; 3- не оказывать раздражающего и токсического действия при длительной носке; 4- должны обладать удовлетворительными гигиеническими свойствами (гигроскопичность, воздухопроницаемость и т.д.).

Для придания изделиям повышенной упругости при их выработке используются синтетические нити, обладающие подобным свойством: нити из искусственного каучука типа "латекс", полиуретановые нити типа "спандекс", "лайкра", "эластан" и др. Синтетические нити в изделии сочетаются с нитями других видов для придания изделиям хороших гигиенических свойств.

Эти два основных класса эластомерных нитей обладают схожими свойствами при растяжении. Полиуретановые нити наименее жесткие и наиболее эластичные. Поэтому нити типа "спандекс" наиболее широко используются в производстве. Они используются для производства тонких женских чулок и колготок на чулочном оборудовании высокого класса (28-34) и употребляются малых линейных плотностей (2,2-15,4 текс). Однако полиуретановые нити являются дорогим сырьем, и в изделиях, выработанных на оборудовании среднего класса, вместо спандекса высокой линейной плотности используется латексная нить, оплетенная синтетической нитью (чулочно-носочные автоматы среднего класса (14-22), плоскофанговое оборудование).

По классификации, принятой всеми странами, медицинские эластичные чулки по величине давления, оказываемого на тело, подразделяются на профилактические с величиной давления до 1,33 кПа, лечебно-профилактические с давлением от 1,33 до 6,65 кПа, лечебные с давлением до 13,3 кПа и компрессионные с величиной давления больше 13,3 кПа.

Задачей эластичных изделий является частичная компенсация упругой функции стенок сосудов или полное замещение этой функции. Для компрессионных изделий, кроме того, задачей является фиксация поврежденных суставов, растянутых

связок и др. Давление, оказываемое упругой оболочкой на тело, зависит от геометрических соотношений тело-изделие. Давление оболочки на тело можно определить теоретически при проектировании. Упругая текстильная оболочка представляется как система из грунтового переплетения и армирующей эластичной нити. Армирующая нить может быть либо проложена в виде утка, либо футерной нитью, либо провязана в петли через несколько петельных рядов или в каждом ряду. При эксплуатации оболочки она подвергается двумерному растяжению, поэтому в случае провязывания для проектирования изделия необходимо опытным путем определять для переплетения коэффициент Пуассона, а затем выводить модель для определения зависимости между продольной силой растяжения и возникающим усилием поперечного сжатия.

В случае прокладывания эластомерной нити утком или футером задача упрощается, т.к. грунтовое переплетение вырабатывается из обычных нерастяжимых нитей и в расчет принимается только поперечное растяжение.

В этом случае при моделировании уточная или футерная нить аппроксимируется линиями окружности. При этом расположение окружности зависит от способа выработки оболочки. Если оболочка выработана на плоской машине, а затем сшита продольным швом, то эластичная нить располагается в оболочке кольцами. Если же трубка была выработана на чулочном автомате, то армирующая нить располагается по винтовой линии. При выработке оболочки на автомате несколькими системами (обычно 3-4) эластичная нить может располагаться в зависимости от переплетения через два петельных ряда на третий, через петельный ряд или в каждом ряду при выработке сложного комбинированного переплетения. При этом сдвиг винтовой линии является малым по отношению к диаметру оболочки, поэтому расположение эластомера опять сводится к кольцам.

При расчете давления для учета влияния грунтового переплетения используется так называемый коэффициент конструкции, показывающий, во сколько раз грунтовое переплетение с выработанными в него эластичными нитями является более жесткими при растяжении, чем такое же количество эластомеров, взятое отдельно. При заданном грунтовом переплетении диаметре, на который будет рассчитываться давление и известной эластомерной нити необходимое давление может создаваться за счет различного количества эластичных нитей в кольце и различной частоты колец, т.е. за счет изменения подачи эластомера и плотности вязания. Очевидно, что при изменении обхвата тела оболочка будет оказывать другое давление. Поэтому при подборе лечебного эластичного изделия возможно два варианта действий:

1. Если известны класс изделия (величина оказываемого давления) и характеристики произведенных оболочек, такие как жесткость при растяжении эластомера, коэффициент конструкции переплетения, плотность вязания и количество эластомера в одном ряду вязания, то с большого снимаются необходимые обмерные данные, полученные цифры подставляются в формулу и, исходя из обхвата тела и давления определяются необходимые характеристики оболочки.

2. Если характеристики изделий не известны, то при подборе необходимо проводить опытную примерку с измерением оказываемого давления, специально сконструированным для этой цели прибором. Изделие одевается на тело, а затем между ним и телом помещается датчик прибора, определяющего давление. Необходимо отметить, что это давление нельзя измерить прибором для определения физического давления (например, манометром). Величина давления, показываемого подобным прибором, зависит, во-первых, от ориентации датчика. Если мы расположим мембрану датчика параллельно поверхности тела, прибор покажет силу прижима оболочки к телу. Если положение мембраны изменить на перпендикулярное поверхности, прибор не будет давать показаний (в отличие, например, от жидкой среды, где ориентация датчика не влияет на его показания). Во-вторых, показания прибора будут зависеть от размеров датчика. При расположении датчика на теле

его размер включается в обхват тела и, следовательно, определяемое давление будет несколько завышено. Существует много типов приборов, сконструированных специально для определения давления, оказываемого упругой текстильной оболочкой на тело. В основе их работы лежат пневматические, пневмоэлектрические, механические принципы действия. Для точной работы прибор должен иметь минимальный размер датчика и, кроме того, быть компактным для возможности работы в полевых условиях. Механический прибор определяет величину давления с достаточной точностью, однако он сложный, громоздкий и требует большого количества сменных элементов для моделирования различных обхватов тела, в то время как остальные приборы используют метод опытной примерки. Исследования, проведенные В.Н. Филатовым показали, что пневматические и пневмоэлектрические приборы при измерении дают очень большую погрешность (до 300%) от действительного давления оболочки, рассчитанного теоретически. Это связано с тем, что приборы в своей работе используют принцип определения пневматического давления, необходимого для отрыва части оболочки, расположенной над датчиком, от тела.

Текстильная упругая оболочка состоит из нескольких систем нитей. Армирующая нить является эластомерной. Нити грунтового переплетения имеют возможность перераспределяться по периметру оболочки при её растяжении по ширине. При отрыве оболочки от тела приходится преодолевать не только усилия давления, но и силу трения покоя между упругой оболочкой и телом, которая увеличивается благодаря растяжению грунтового переплетения и образованию незначительного ажурного эффекта. Поэтому для более точного определения усилия сдавливания необходимо напрямую измерять давление текстильной оболочки на датчик. Во ВНИИТГП разработан прибор ИД-5, позволяющий решить эту задачу. В основе его работы лежит принцип тензометрии. Этот прибор более удобен в работе, т.к. сразу после установки датчика можно снимать показания прибора. Кроме этого прибор даёт более точные показания благодаря тому, что датчик, установленный на тело, имеет меньший размер. Минимальный размер датчика ограничен габаритными размерами чувствительного элемента. При пользовании прибором ИД-5 погрешность измерения составляет около 35-40%. Её можно уменьшить, если проводить измерения по диапазонам обхватов тела, и для каждого диапазона проводить свою тарировку прибора.

Выработка эластичных медицинских изделий возможна как на круглом, так и на плоском вязальном оборудовании. Однако круглочулочное оборудование более предпочтительно, так как выработанные на нём изделия не имеют продольного шва, чем исключается лишняя операция.

Несмотря на большой объём выпуска чулочных изделий в республике, на данный момент выпуск изделий медицинского назначения на предприятиях пока не освоен. Это связано с тем, что зарубежное специализированное оборудование для производства эластичных медицинских чулочно-носочных изделий имеет высокую стоимость, а специализированного оборудования собственного производства республика не имеет. Поэтому встала задача создания модернизированного оборудования для производства медицинских чулочно-носочных изделий на базе серийных моделей. Главной особенностью процесса выработки эластичных медицинских изделий является заданное количество эластомерной нити в ряду вязания. Это подразумевает принудительную подачу эластичной нити. Чулочное оборудование оснащено нитеподатчиками для эластичной нити, тогда как серийные плосковязальные машины его не имеют. Серийный нитеподатчик для чулочно-носочного автомата рассчитан на выработку чулочных изделий с постоянной скоростью подачи эластичной нити. Такой режим работы приемлем для выработки эластичных трубчатых бинтов и фиксирующих повязок, тогда как для выработки чулочных изделий он не пригоден. Эластичный медицинский чулок должен иметь разное количество эластичной нити в ряду вязания на разных участках изделия. Количество

подаваемой нити должно изменяться в процессе вязания, т.е. механизм нитеподдачи должен работать по программе. Зарубежные фирмы выпускают нитеподатчики, которые могут устанавливаться на серийные автоматы. Однако эти механизмы используются для подачи тонкой эластичной нити типа спандекс. При использовании такого сырья возможно получение профилактических и лечебно-профилактических изделий. Для получения лечебных и компрессионных изделий необходимо пользоваться более жестким сырьем, например, нитью латекс. Для переработки на автомате этой нити фирменные нитеподатчики непригодны.

Для переналадки серийного чулочного автомата среднего класса на выработку эластичных чулочно-носочных изделий необходима работа в двух направлениях: оборудование автомата управляемым механизмом нитеподдачи и настройка автомата на необходимое переплетение грунта. Если автомат одноцилиндровый, то дополнительно необходимо изменять систему оттяжки готовых изделий. В настоящее время все одноцилиндровые чулочно-носочные автоматы оснащаются механизмом пневмооттяжки и транспортировки готовых изделий. Этот механизм хорошо работает при выработке изделий из обычных нитей. Эластичное медицинское изделие с вращенной в его структуру эластичной нитью обладает повышенной жесткостью и увеличенной массой, из-за чего не может надежно транспортироваться по пневмопроводу. Для производства медицинских изделий наилучшим является автомат, имеющий минимальный набор петлеобразующих деталей (для повышения скорости вязания), возможность деления игл на несколько позиций для образования несложных комбинированных переплетений и оснащенный валичным механизмом оттяжки с товароприемной корзиной. Число систем автомата три или четыре в зависимости от вырабатываемого переплетения.