

$H_p = f(n_n)$  зберігається при різному положенні нитководія щодо до поверхні намотування. Злам номограм спостерігається тим раніше, чим вище встановлено нитководій. Практично це виражається в гіперболічній формі балона розкладки.

Проведений нами графоаналітичний аналіз впливу чинників  $a$ ,  $n_n$  на висоту  $H_p$  розкладки нитки показав, що кожен з них має вплив на форму пакування і цей факт необхідно враховувати при геометричному методі дослідження поверхні пакування. Задану форму пакування можна отримати як за рахунок зміни конструктивного параметра  $a$ , так і за рахунок зміни кінематичного параметра  $n_n$ , а також за рахунок спільної зміни параметрів  $a$  і  $n_n$  в процесі намотування пакування. Закони зміни цих параметрів залежно від радіуса тіла намотування визначаються формою проектованого пакування, виходячи з ділянки зміни висоти  $H_p$  розкладки нитки, яка визначена номограмами.

### **Висновки**

Представлено геометричний метод дослідження поверхні пакування, який дозволяє за рахунок зміни висоти розкладки отримувати будь-яку форму тіла намотування. При цьому висоту розкладки нитки на пакування можна міняти за рахунок зміни або конструктивного параметра «відстань від нитководія до поверхні намотування», або за рахунок кінематичного параметра  $n_n$ , або спільної зміни обох параметрів в процесі намотування пакування.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Прохорова І.А., Жук О.С. Визначення висоти розкладки нитки на пакуванні // Вісник КНУТД – 2007. – №1(33). – с.98–101.
2. Прохорова И.А. Развитие научных основ инженерных методов высокоскоростного наматывания нити на паковку: автореф. докт.дис. – Херсон, 2003. – 457 с.

Надійшла 12.12.2008

УДК 677.025.001.57

## **НОВЫЕ СТРУКТУРЫ ОСНОВОВЯЗАНОВОГО ПРЕСС-УТОЧНОГО ТРИКОТАЖА**

**З.А. ВАДАЧКОРИЯ, Е.П. БУАДЗЕ**

Кутаисский государственный университет им. Ак. Церетели

**Ф.А. МОЙСЕЕНКО**

Киевский национальный университет технологий и дизайна

*В настоящее время в медицине остро стоит вопрос фильтрации крови. Данная работа посвящена созданию трикотажных фильтров новых структур. Предложен трикотаж для фильтров и рассмотрены важнейшие показатели*

В трикотажной промышленности ассортимент изделий развивается не только в традиционном виде. Наряду с совершенствованием технологии изготовления верхних, чулочно-носочных, бельевых и других изделий одежды происходит все более широкое внедрение трикотажа в такие области, как производство изделий технического и медицинского назначения.

В развитие медицины текстильная промышленность вносит значительный вклад. Трикотажные материалы все шире используются для изготовления таких искусственных органов организма человека, как сердечные клапаны, кровеносные сосуды. Трикотаж применяют для наложения контрзаплат при операциях на сердце и в качестве сетчатых полотен для лечения ожогов.

В настоящее время в медицине остро стоит вопрос фильтрации крови. Лечение острой кровопотери – актуальная проблема в хирургии. Врачам не всегда удается быстро остановить кровотечение, а реаниматологам – нормализовать состояние больного, особенно при массовой кровопотере, когда нет в наличии достаточных запасов донорской крови и кровезаменителей. Компенсация кровопотери представляет сложную задачу и от ее качественного выполнения нередко зависит исход операции и интенсивность терапии.

Эта задача может быть во многом решена, если прибегнуть к реинфузии крови, т.е. к обратному переливанию крови самого больного, излившейся при травмах груди, живота, при гинекологических операциях. Этот простой, безопасный, технически несложный способ компенсации крови не дает осложнений, значительно уменьшает расходование донорской крови, а в ряде случаев позволяет обходиться и без нее. Своя кровь не может оказаться несовместимой. Ее влияние не связано с риском заражения инфекционной болезнью. Она под рукой у хирурга и часто в количестве, близком к величине потери. В этой крови нет изменений, связанных с консервированием и хранением. Наконец использование реинфузии крови также весьма экономично.

Эффективность обратного переливания крови доказана фундаментальными исследованиями А.И.Филатова и др. ученых. В последние годы интерес к этой проблеме сильно возрос. Однако современные фильтры, широко применяемые в клинической практике в нашей стране и за рубежом, как правило, не обеспечивают задержания макро-и микросгустков в переливаемой крови из-за больших просветов в стенках фильтровального материала. Они изготовлены из монофильных нитей, которые не имеют собственной пористости, что снижает их фильтровальные свойства. В связи с вышесказанным возникла необходимость создания новых материалов для фильтрации крови на основе трикотажа, которые наиболее полно удовлетворяли бы требованиям, предъявляемым медициной.

Трикотаж многообразен по своему строению. В классификации [1] он по характеру переплетений делится на группы – простейшие или главные и рисунчатые. Сочетая в одном виде трикотажа переплетения различных классов, относящихся к группам главных, рисунчатых или подгруппе производных, можно неограниченно получать трикотаж комбинированных переплетений. Исходя из этого это обстоятельство, можно выбирать или создавать новые виды трикотажа, который бы по структуре и свойствам удовлетворял требованиям, предъявляемым к конкретным изделиям.

#### ***Объекты и методы исследования***

Для решения поставленной задачи нами использована комплексная методика исследований, включающая литературный обзор, патентный поиск, анализ достижений в исследуемой области, анализ структуры трикотажа, возможности варьирования таких показателей, как разрывные характеристики, устойчивость формы, пористость, водопроницаемость и другие, путем подбора структуры и параметров, комбинирования переплетений с учетом известных теорий вязания, особенностей структурообразования отдельных классов трикотажа и методов комбинирования, исследования свойств трикотажа с помощью гостированных и специальных методик [2,3].

Разрабатывая технологию изготовления трикотажных изделий для медицины, в частности вязаного полотна для фильтров крови, мы изучили требования, предъявляемые медициной. Общими требованиями к материалам, применяемым в медицине, являются:

- биологическая и химическая инертность, т.е. отсутствие нежелательных реакций в организме человека;
- исключение возможности разложения и выделения вредных токсичных веществ;
- отсутствие посторонних включений (механических и химических);
- сохранение устойчивой геометрической формы и размеров после стерилизации;
- неизменность физических, химических, механических и функциональных свойств при длительном хранении.

Кроме общих, к материалам для фильтрации крови, предъявляются следующие требования:

- фильтрующий элемент не должен пропускать макро- и микросгустки крови;
- не должен иметь ворса;
- не должен травмировать кровь (разрушать эритроциты) при прохождении через него;
- должен иметь высокий коэффициент фильтрации при минимальном размере пор;
- должен сохранять свои геометрические размеры и величину пор в течение всего периода фильтрования.

Перечисленные выше требования к фильтровальным материалам могут быть удовлетворены, если трикотаж имеет следующие свойства:

- высокий застил поверхности и минимально возможный размер сквозных пор;
- одинаковый размер пор и равномерное их распределение на поверхности полотна;
- общую пористость, достаточную, чтобы обеспечить принятую в медицинской практике скорость фильтрации;
- минимальную растяжимость, чтобы фильтр при деформациях не изменял размеров пор;
- неосыпающиеся края, не распускается;
- отсутствие ворса.

Эти условия в большой степени ограничивают выбор переплетений. Такой выбор должен быть основан на анализе особенностей строения переплетений различных классов, прежде всего с учетом наиболее важных показателей. Основным показателем качества для изделий, используемых в медицине, является пористость материалов. Ее учитывают в первую очередь при решении теоретических и практических задач, связанных с созданием высококачественного фильтровального материала для переливания крови. Нами пористость также взята за исходный пункт при выборе переплетения.

#### ***Постановка задачи***

Цель нашего исследования – разработать технологию изготовления трикотажных фильтров для крови, наиболее полно отвечающих предъявляемым требованиям, надежных и экономичных в изготовлении и применении. Для этого необходимо было решить две взаимно противоположные задачи.

Во-первых, за счет пор можно достичь максимальной кровепроницаемости для поддержания непрерывного поступления крови в сосудистую систему больного. Во-вторых, также за счет пор,

необходимо исключить возможность проникновения сквозь материал макро- и микросгустков. Эта задача решается увеличением числа пор и уменьшением их размеров.

И то и другое может быть достигнуто в плотном трикотаже из пряжи или нитей высокого номера, но для этого необходимо иметь машины очень высокого класса. Анализ образцов трикотажа для фильтрации крови, изготовленных фирмой «Бентли», показал, что они выработаны двухгребеночным переплетением трико-цепочка на основовязальных машинах 42 класса. Это позволило получить высокий застил поверхности нитями. Не имея подобных машин, мы вынуждены были пойти другим путем – путем выбора соответствующих структур и параметров трикотажа.

### **Результаты и их обсуждение**

В начале исследования мы сравнили кулирный и основовязанный трикотаж. На рис.1 и 2 показаны петли переплетений глади и трико [4]. Для определения поверхностного заполнения используют поверхностный модуль петли  $m_n$ , показывающий отношение площади петли к площади, занимаемой нитью петли.

Для глади поверхностный модуль вычисляется по следующей формуле:

$$m_n = \frac{AB}{ld}$$

Более точная формула указывает места перекрытий (на рисунках заштрихованы):

$$E = \frac{(dc - 4d^2)}{AB}$$

Для глади площадь пор в одной петле определится по следующей формуле:

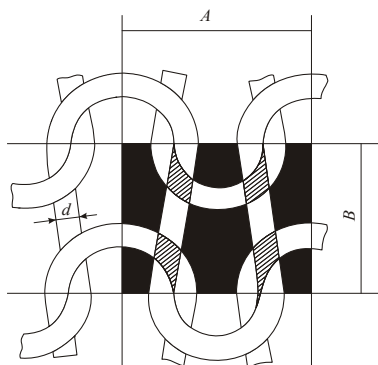
$$S_n = AB - \frac{dl - 4d^2}{AB}$$

В трико в отличие от глади, имеется пять участков перекрытий нити нитью -четыре перекрытия палочек остова и одно протяжки протяжкой.

Поэтому для трико используется следующая формула:

$$S_n = AB - \frac{dl - 5d^2}{AB}$$

Необходим показатель, характеризующий пористость трикотажа, т.е. величину пор участков, свободных от нитей.



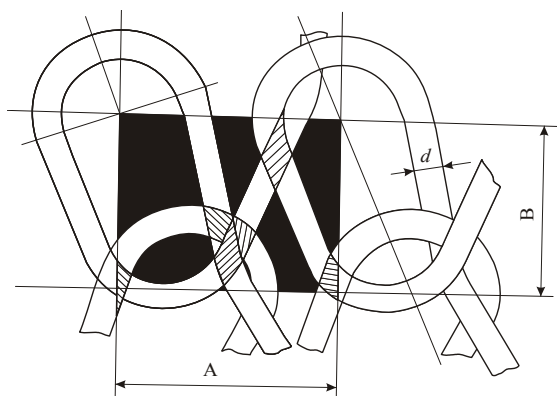


Рис.1. Петли переплетения гладь

Рис.2. Петли переплетения трико

При одинаковых значениях входящих данных пористость трико меньше, чем у глади. Дополнительное перекрещивание образуется в результате вязания петель трико закрытыми. Кулирные переплетения с закрытыми петлями не вырабатывают. Меньшая пористость характерна и для других основвязанных переплетений с закрытыми петлями.

Другое преимущество основвязанных переплетений по сравнению с кулирными в том, что они могут быть выработаны двухребеночными, то есть состоящими из двух систем нитей с разной кладкой на иглы. Это увеличивает число перекрытий одних нитей другими и уменьшает размер пор [5].

Различие в количестве и размере пор можно видеть, сравнив схемы на рис. 2 и 3.

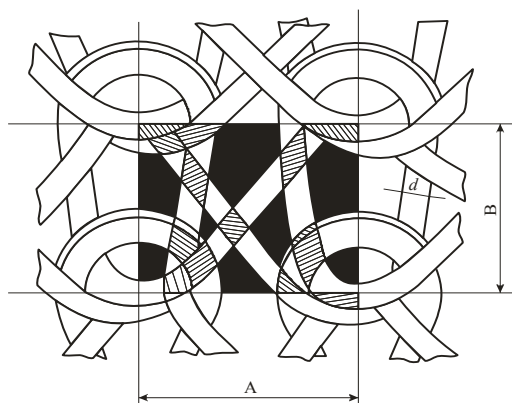


Рис. 3. Петли переплетения трико-трико

На рис.3 показано двухребеночное переплетение трико-трико с закрытыми петлями.

Весомым фактором для нашего исследования является возможность увеличения плотности трикотажа благодаря перетяжке нити. Известно, что в процессе петлеобразования нить, необходимая для получения новой петли, может поступать не только со стороны нитевода, но часто перетягиваться из ранее образованных петель, что обуславливает явление перетяжки. Вследствие перетяжки, петля в готовом трикотаже укорачивается.

На кулирных машинах перетяжка велика, но значительно меньше, чем на основвязальных. Основвязанный трикотаж может быть выработан предельно плотным, за счет затяжки сброшенных петель при большом натяжении нитей основ.

Застил поверхности трикотажа может быть увеличен за счет введения в его структуру дополнительных элементов, перекрывающих частично сквозные отверстия, например, протяжек, набросков, уточных отрезков нитей, а также за счет более пушистых и объемных нитей. Применение уточных, прессовых, жаккардовых, комбинированных переплетений позволяет лучше удовлетворить требования в отношении пористости.

В основовязаном трикотаже эти дополнительные элементы легче варьировать, выбирая направления и размеры, чем в кулирном трикотаже. Ввязать уточные нити в кулирный трикотаж одинарных переплетений трудно, а в основовязаный – затруднений не представляет.

Требование к фильтрующим материалам в отношении нераспускаемости и неосыпаемости краев также проще удовлетворить, применяя трикотажа основовязаных переплетений.

Важным фактором, который нужно учитывать, проектируя трикотаж для фильтрации крови, является малая растяжимость. Этот показатель для трикотажа в целом зависит от длины нити в переплетении, толщины нити, ориентации элементов структуры, удлинения самих нитей, наличия дополнительных элементов, препятствующих перемещению нити из одних участков петли в другие при растяжении. Известно, что в основовязании имеется больший арсенал средств для снижения растяжимости полотен в обоих направлениях, чем при вязании кулирных полотен. Такими средствами являются введение в структуру трикотажа высокоориентированных по вертикали и по горизонтали нитей, применение производных переплетений, изготовление трикотажа с малым модулем петли.

Основовязание имеет и ряд других преимуществ. Основовязальные машины работают на скоростях больших, чем кулирные машины и ткацкие станки. На одной основовязальной машине можно одновременно вязать несколько отдельных полотен разных ширин. Это важно для решения поставленной задачи, т. к. в зависимости от конструкции и назначения корпуса фильтра могут использоваться полотна одинаковой структуры, но разной ширины. Основовязаное полотно имеет нераспускающиеся и неосыпающиеся кромки и срезы, что ценно для фильтров, особенно изготовленных из лавсана, имеющего низкий коэффициент трения. Это позволяет легко сшивать фильтровальные полотна, при этом экономить материал на швы, исключая сшивку «в замок». Шов получается более тонким и эластичным [5].

Вышесказанное позволяет сделать вывод о целесообразности поиска необходимых для фильтровальных полотен структур на основе трикотажа основовязаных переплетений. Мы остановили наш выбор на уточном трикотаже.

Малорастяжимому уточному трикотажу основовязаных переплетений посвящен целый ряд научных работ. Но эти работы были направлены на решение проблемы снижения растяжимости трикотажа. В нашем же случае, наряду с растяжимостью, большое внимание уделено и пористости полотна, являющейся важнейшим показателем для фильтров крови.

Известно, что растяжимость основовязаного трикотажа можно существенно снизить вязыванием кроме горизонтально ориентированных уточных нитей, нитей, расположенных вертикально. Но при этом получим трикотаж по строению близкий к ткани, следовательно, фильтры из него будут иметь те же недостатки, что и тканые фильтры.

Проведя экспериментальные исследования различных видов основвязанных уточных переплетений мы пришли к выводу, что в основном трикотаж переплетения трико-уток может применяться для фильтровальных полотен, если в нем устранить следующие недостатки:

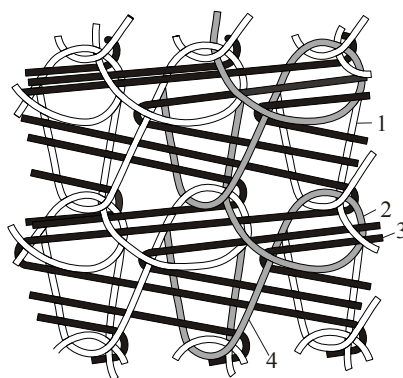
- низкий застил поверхности трикотажа нитями;
- высокую растяжимость.

Для устранения этих недостатков нужно ввести в структуру переплетения дополнительные элементы, например, прессовые наброски. При этом, во-первых, повышается застил поверхности за счет самих набросков, а также – уточных нитей, проложенных в каждом ряду дважды: при провязывании петель и при образовании набросков. Во вторых, уточные нити помимо обычного закрепления между остовами и протяжками петель будут дополнительно закреплены между набросками и протяжками из грунтовых нитей. Это увеличивает устойчивость трикотажа к деформации пор во время фильтрации.

А. Чарковским [6] предложены футерованные основвязанные трикотажные переплетения с прессованием игл через ряд. В результате получается трикотаж с большим поверхностным заполнением. Однако такой трикотаж не может быть применен для фильтров крови, т.к. имеет ворсовую поверхность, что недопустимо для фильтровальных полотен. Кроме того, в процессе фильтрации футерные нити, лежащие на поверхности полотна, свободно будут смещаться от давления крови и изменять поверхностное заполнение полотна. Если футерные нити вязать в полотно, то такой трикотаж мог бы удовлетворять поставленным требованиям.

Трикотаж, предлагаемый нами, является сочетанием двух переплетений – уточного и прессового, это комбинированный трикотаж. Поэтому мы назвали его пресс-уточным.

На рис.4 показаны, схема, графическая и аналитическая записи кладок нитей одного из вариантов нового уточного переплетения.



**Рис.4. Графическая запись кладок нитей одного из вариантов нового уточного переплетения**

Грунт вяжут переплетением трико, нитями  $H_r$ , этими же нитями образуются прессовые наброски. В каждом петельном ряду не менее двух раз проложены уточные нити  $V_r$ . Сначала уточные нити расположены между остовами и протяжками петель грунта, а после изменения направления в том же ряду между прессовыми набросками и протяжками петель грунта. Если для грунта использовать другие кладки нитей, возможно получение трикотажа предлагаемых структур, но с разными свойствами.

Предлагаемый трикотаж вяжется на основвязальных машинах типа «вертелка», с отключающимся гладким прессом.

Вязание осуществляется следующим образом. В первую гребенку, т.е. гребенку, расположенную ближе к спинкам игл, заправляются уточные нити, а в заднюю, т.е. расположенную дальше от спинок игл, – грунтовые. При вязании иглы прессуются через ряд (на рисунке ряды, которые прессуются показаны знаком +, а не прессующиеся знаком -). Благодаря этому петли не прессующихся рядов сбрасываются в виде прессовых набросков, под которыми располагается второй ряд уточных нитей.

Выше описанный трикотаж может быть применен для медицинских целей, в частности для фильтрации крови, поэтому для него важными показателями являются водопроницаемость, количество, форма и размеры пор и формоустойчивость.

Водопроницаемость определялась объемом жидкости, прошедшей через  $1\text{см}^2$  испытуемого фильтра за 60 сек. при давлении 50 мм.вод.ст. и приблизительно равна 420–500 мл/см<sup>2</sup>.

Растяжимость полотен по длине определялась в основном растяжимостью переплетения грунта, но ввиду наличия прессовых набросков, растяжимость грунтового переплетения, а следовательно и самого полотна, уменьшена. Растяжимость по ширине зависит от характера расположения уточной нити. Вследствие наличия в одном петельном ряду двух уточных нитей, растяжимость данного трикотажа по ширине тоже значительно меньше растяжимости по ширине обычных уточных переплетений.

Величина и количество пор зависят от переплетения грунта.

При грунте цепочка-количество размер пор значительно больше, чем при грунте трико, а при грунте сукно полотно имеет самый большой застил поверхности. Кроме этого на размер и форму пор оказывает влияние и направление уточной нити.

В нашем случае пористость находится в пределах 57–67%.

При испытании на формоустойчивость с помощью многоциклового воздействия и статистической обработки результатов, трикотажные полотна пресс-уточного переплетения показали себя как наиболее формоустойчивые, обеспечивающие работу фильтра без деформации пор.

### **Выводы**

Из выше приведенных данных можно сделать следующий вывод:

1. Фильтровальные полотна, отвечающие требованиям медицины, должны быть изготовлены на основе основязанных переплетений, в частности пресс-уточных.

2. Показно, что показатели пористости существенно зависят от соотношения длин нитей в петлях, набросках и уточных протяжах, а также от плотности пресс-уточных переплетений, что важно учесть при оптимизации параметров образцов для достижения наибольшего коэффициента фильтрации и производительности фильтра.

3. Образцы с наилучшими показателями пористости исследованы на водопроницаемость по методике для фильтров, учитывающей изменение водопроницаемости материала при его деформации под давлением жидкости. Водопроницаемость определялась объемом жидкости, прошедшей через  $1\text{см}^2$  испытуемого фильтра за 60 сек при давлении 50мм.вод.ст. и приблизительно равна 420–500 мл/см<sup>2</sup>.

4. При испытании на формоустойчивость с помощью многоциклового воздействия и статистической обработки результатов, трикотажные полотна пресс-уточного переплетения показали себя как наиболее формоустойчивые, обеспечивающие работу фильтра без деформации пор



5. Предложенный трикотаж пресс-уточного переплетения обеспечивает получение равнорастяжимых по ширине и длине полотен, незначительную деформацию фильтров и стабильность размеров пор.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Далидович А.С. Основы теории вязания. – М.: Легкая индустрия, 1970 – 432 с.
2. Кудрявин Л.А. Комбинированные трикотажные переплетения. – М.: МТИ РИО, 1971. – 40 с.
3. Шалов И.И. Комбинированные трикотажные переплетения. – М.: МТИ РИО, 1971. – 42 с.
4. Поспелов Е.П. Методы получения новых трикотажных полотен. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 36 с.
5. Кудрявин Л.А. Одинарный основвязанный уточный трикотаж. – М.: МТИ РИО, 1981. – 52 с.
6. Чарковская А.В. Исследование процессов выработки, структуры и свойств одинарного основвязанного трикотажа футерованных переплетений. – М.: МТИ. Дис на соис. к.т.н. 1977.

Надійшла 06.11.2008