

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ
ТРИКОТАЖА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

И.М. Тхорева, А.В. Чарковский, И.А. Шаметько
*УО «Витебский государственный
технологический университет»*

Благодаря достижениям химии высокомолекулярных соединений современная хирургия все в большей степени становится восстановительной. Поиски методов оперативного лечения врожденных и приобретенных пороков живого организма идут по двум направлениям: первое – использование биологических материалов (гомопластика); второе – восстановление внутренних органов с помощью различных искусственных синтетических материалов (аллопластика).

Практическая реализация направления представляет значительные трудности из-за несовместимости тканей, сложность получения и хранения биологических материалов. Развитие химии высокомолекулярных соединений и получение в промышленных масштабах различных синтетических волокон и материалов позволяет более широко рассматривать второе направление в восстановительной хирургии [1].

Огромная роль в создании различных изделий и материалов медицинского назначения принадлежит трикотажному производству. Трикотажа широко применяется в хирургии системы кровообращения, гинекологии, ортопедии, пластической, кардио- и других областях хирургии, а также для лечебно-профилактических целей.

Трикотажный способ изготовления изделий медицинского назначения находится вне конкуренции с другими текстильными процессами производства при изготовлении сетчатых полотен (для фиксации и восстановления функций отдельных органов и восстановления дефектов мягких тканей), искусственных кровеносных сосудов, фильтров для отделения из крови и кровезаменителей и их препаратов и компонентов сгустков и иных взвешенных частиц, лечебных чулок, высокоэластичных плоских и трубчатых бинтов и др. Широкое применение нашли сетчатые трикотажные полотна для оперативного лечения, а также устранения врожденных и приобретенных дефектов внутренних органов [2].

Создание сердечного поддерживающего устройства (СПУ) позволит оставить прогрессирующее ремоделирование желудочков и улучшить насосную функцию сердца, нарушение которой приводит к заболеваниям сердца, объединенных общим названием «сердечная недостаточность».

СПУ – представляет собой чехол, надеваемый на сердце и предназначенный для мягкого определенного поддержания желудочков, направленного на остановку прогрессирующего ремоделирования сердца. Поскольку СПУ работает на пассивном механическом уровне, чтобы уменьшить периодическое миокардиальное перенапряжение и напряжение спинки желудочков, оно служит постоянным сдерживателем для сердца в форме, в которой оно (сердце) должно быть.

В работе были разработаны и исследованы сетчатые трикотажные полотна для изготовления сердечного поддерживающего устройства (СПУ).

Для внутреннего протезирования необходимы специальные полимерные материалы, которые должны обладать необходимым комплексом физических и механических свойств и удовлетворять следующим условиям:

- быть биологически и химически инертными, чтобы не вызывать нежелательной реакции в живом организме или обладать биологической активностью для целенаправленного воздействия на окружающую микрофлору;
- не оказывать вредного влияния на орган, полость, отдел, в которые внедряются (подсаживаются) изделия;

- содержать минимальное количество полимерного материала;
- учитывать разнообразные взаимодействия с биологическими системами (реакции с кровью и живой тканью), т.к. они определяют диапазон и степень надежности применения [2, с.].

Кроме того пористость изделий и материалов разного типа, определяющая равномерность прорастания должна изменяться в широких пределах; физические и механические изменения при нахождении в организме должны быть минимальными [3, с.].

На основании требований, предъявляемых к хирургическим изделиям и материалам, для внутреннего протезирования были сформулированы требования, предъявляемые к трикотажному полотну из которого изготавливается СПУ, а именно, трикотаж должен иметь:

- сетчатую структуру;
- минимальную массу;
- минимальную толщину;
- минимальную величину необратимой деформации;
- должен растягиваться в одном направлении гораздо больше чем в другом.

При разработке полотен учитывались свойства кулирных и основовязаных переплетений: растяжимость, распускаемость, закручиваемость, прочность и др.

Предпочтение было отдано основовязаному трикотажу, а именно, трикотажу филейных и комбинированных переплетений. свойства трикотажа филейных переплетений определяются свойствами базовых переплетений, использованных в нем, а также его макроструктурой, характеризующейся размерами, формой и взаимным расположением ячеек. Большинство филейных переплетений имеет макроструктуру, характерную для текстильных сетезиделий. Использование этих переплетений позволяет спроектировать структуру трикотажа с различными по форме и величине ячейками. Трикотаж филейных переплетений по сравнению с базовыми переплетениями, используемыми для его выработки, отличается большей растяжимостью, меньшей прочностью по ширине (так как отсутствует связь между некоторыми петельными столбиками) и меньшей поверхностной плотностью; распускаемость его и закручиваемость его с краев определяются свойствами базовых переплетений. Очевидно, что толщина и масса основовязаного полотна тем ниже, чем меньше количество систем нитей, используемых при его выработке, поэтому для исследований выбран одинарный однострочный и одинарный двухстрочный основовязанный трикотаж. Важным свойством такого трикотажа является и то, что при разрезании в любом направлении образуется неосыпающийся край, что облегчает манипулирование трикотажем при изготовлении изделия, а комбинирование различных кладок нитей обеспечивает получение трикотажа с отверстиями различной формы и размеров.

Таким образом, были разработаны заправочные характеристики на вязание 9 вариантов основовязанных трикотажных полотен филейными и комбинированными переплетениями. Вырабатывались трикотажные полотна на основовязальной машине 28 класса. В качестве сырья выбрана полиэфирная нить лавсан – комплексная нить лавсан линейной плотности 5 текс и комплексная текстурированная нить лавсан линейной плотности 5,5 текс. Эти нити широко применяются в медицине, так как обладают высокой биологической инертностью.

Все варианты полотен вырабатывались трех плотностей:

- плотность А – максимально возможная на машине;
- плотность В – минимально возможная на машине;
- плотность С – некоторая промежуточная.

Перед проведением дальнейших испытаний трикотажные полотна подвергались обработке – стабилизации. Цель стабилизации – придание устойчивой формы в процессе

эксплуатации путем фиксации петельной структуры. Режим стабилизации подбирался экспериментальным путем. При подборе нужного режима учитывалась термостойкость полиэфирного волокна и было установлено, что отделка трикотажных полотен из нитей лавсан должна проходить при температуре 180°C в течение 5 минут. Отделка предусматривала стирку и стабилизацию на рамках в термошкафу.

Исследования включали в себя: определение плотности по вертикали и горизонтали – поверхностной плотности, толщины полотна, растяжимости в направлении петельных столбиков и петельных рядов, величины необратимой деформации в направлении петельных столбиков и петельных рядов. Полученные образцы полотен исследовали в соответствии с ГОСТ 8845-87, 8847-85 и 12023-93. Количество образцов определялись согласно ГОСТ 8844-87.

Для отбора наилучшего варианта была проведена комплексная оценка качества. В результате установлены лучшие варианты.

Наиболее важным параметром для сердечного поддерживающего устройства является разность растяжимости в направлении петельных рядов. На этом основании выбраны 5 образцов, которым были присвоены номера №1–№5.

Лучшие варианты трикотажных полотен, как показала комплексная оценка, подвергались дальнейшим испытаниям, а именно, определению гигроскопических и физико-механических свойств.

Определение гигроскопических свойств проводилось в соответствии с ГОСТ 3816-88, физико-механических – в соответствии с ГОСТ 8847-85. Количество образцов определялось согласно ГОСТ 8844-87.

На основании полученных данных можно отметить, что все варианты исследуемых трикотажных полотен имеют низкие гигроскопические свойства, а так как они состоят из лавсана, который почти не поглощает влагу (кондиционная влажность лавсана равна 1%), то это вполне закономерно. Все варианты имеют приблизительно одинаковую гигроскопичность и водопоглощаемость (по абсолютному значению эти характеристики имеют очень низкие значения). Капиллярность, по всей видимости, значительно зависит от наклона нитей и их объемности. У переплетения комбинированное трико наклон нитей, то есть угол под которым нити располагаются к горизонтальной направляющей, меньше, чем у атласа. Поэтому происходит подъем жидкости по капиллярам полимера выше. Текстурирование нитей затрудняет и делает более изогнутыми капилляры, что также затрудняет подъем жидкости.

В результате определения разрывных характеристик все исследуемые варианты трикотажных полотен имели более высокую разрывную нагрузку в направлении петельных рядов и более высокое разрывное удлинение в направлении петельных столбиков.

Для данного вида изделий требуется, чтобы полотна имела растяжимость в направлении петельных рядов, но эта деформация должна иметь обратимый характер. Поэтому были определены составные части деформации полотна и для этих испытаний были выбраны варианты трикотажных полотен, имеющих повышенное удлинение. После испытаний было отмечено, что величине общей деформации с увеличением нагрузки закономерно возрастает. Значения же медленнообратимой и остаточной деформаций для разных полотен изменяются по разному в зависимости от переплетения. Однако, значение остаточной деформации невелики. Доля быстрообратимой деформации в целом составляет во всех случаях 0,7-0,8, и остаточной все лишь 0,1-0,2.

Таким образом определение составных частей деформации показало, что варианты исследуемых трикотажных полотен имеют при данных нагрузках высокие упругие свойства, а остаточная деформация во всех случаях невелика и приблизительно одинакова, составляет 3-4% от общей деформации.

Изготовление любого трикотажного изделия предусматривает последовательность технологических переходов (от подготовки сырья к вязанию до готовой продукции),

соблюдение которых позволяет получать трикотажные изделия, соответствующие необходимым требованиям качественной продукции. В зависимости от назначения изделий к ним предъявляется ряд требований. Поскольку СПУ имеет международное назначение, то при разработке схемы изготовления учитывались следующие требования, предъявляемые к трикотажным полотнам: полотна не должны иметь узлов, утолщений (утонений), закручиваться и распускаться; должны обладать равномерной петельной структурой.

Соблюдения этих требований возможно лишь при выполнении необходимых операций на каждом технологическом переходе процесса изготовления. Важную роль играет и выбор системы организации мехоперационного контроля. При разработке схемы предусматривался полный контроль сырья полуфабрикатов.

Схема технологического процесса состоит из следующих переходов:

1. Поступление и хранение сырья (контроль качества сырья).
2. Снование нитей.
3. Вязание полотна.
4. Контроль качества полотна.
5. Отлежка.
6. Отделка.
7. Раскрой салфеток.
8. Стабилизация.
9. Контроль качества полуфабриката.
10. Раскрой изделия и пошив.
11. Контроль качества полуфабриката.
12. Отварка в дистиллированной воде.
13. Контроль качества готового изделия.

Качество изделия обусловлено качеством полотна, из которого оно изготавливается, в свою очередь качество полотна зависит от используемого сырья.

Для получения трикотажного полотна, нити должны поступать на основовязальную машину в виде основы — системы параллельно расположенных нитей, а так как нити поступающие на склад в виде бобин, то процесс подготовки включает следующие операции: расфасовка сырья и контроль его качества, установка нитеносителей на шпулярник в соответствии с раппортом снования, заправка сновальной машины, снование, обертывание секции навоя ил навоя с наснованными нитями бумагой или полиэтиленовой пленкой, комплектование навоя с нитями в основу.

Процесс вязания включает в себя следующие операции: заправку машины нитями основы, вязание полотна, съем полотна, заправка основовязальной машины заключается в проборке нитей основы в ушковины в определенной ушковой гребенки. Проборки нитей должно выполняться в соответствии с раппортом снования. Полотно вяжется согласно заправочным данным переплетения, длины нити в петле, плотности вязания. Затем полотно должно пройти внешний осмотр для определения внешнего вида и соответствия предъявляемым требованиям.

После вязания и осмотра необходима отлежка полотна в течение 24 часов. Это позволяет снять внутреннее напряжение, возникающее в процессе снования нитей и вязания полотна.

Отделка полотна включает в себя: стирку, промывку, сушку. Отделочные операции проводят с целью удаления из волокнистых материалов естественных примесей и замасливающих веществ, нанесенных в процессе изготовления полотна.

После стирки, с целью удаления остатков раствора, проводится промывка полотна сначала в теплой воде затем в холодной в течение 15 минут.

Сушка полотна должна проводиться на горизонтальной поверхности для того, чтобы не произошел перекос петельной структуры. Затем полотно раскладывается на раскройном столе, накладывается на шаблон и оно нарезается салфетками размером 36x32 см. Раскрой выполняется с помощью ножниц вручную. Салфетки накладываются на деревянные рамки, размер которых соответствует размеру салфеток и помещаются в термошкаф для стабилизации. После стабилизации выявляются скрытые дефекты (спущенная петля, проявившиеся пятна грязи, неудаленные в процессе отделки) для чего и осуществляется 100% визуальный контроль.

Раскрой деталей изделия осуществляется по лекалу салфеток.

СПУ состоит из двух деталей, которые стачиваются. При разработке процесса пошива исследовались различные варианты соединения двух деталей (машинные и ручные строчки) но предпочтение было отдано соединению деталей вручную.

Так как шов ручной, то в процессе стачивания деталей осуществляется 100% визуальный контроль качества выполненного шва.

Заключительным этапом в процессе изготовления является отварка в дистиллированной воде. После чего проводится визуальный 100% контроль и каждая единица СПУ складывается в полиэтиленовый пакет, который заклеивается самоклеющимся ярлыком. Ярлык должен содержать: наименование изделия, условное обозначение, размер, обозначение и «однократное применение», «нестерильно», «нетоксично» обозначение ТУ, дату изготовления, срок годности, условия хранения.

В ходе химических исследований изучалась возможность получения гидрофильных групп на поверхности волокон лавсана (полиэтилентерефталата) ПЭТФ.

Цель этого раздела – получение amino- и карбоксигрупп на поверхности полиэтилентерефталата (ПЭТФ), которые повышают гигроскопические свойства и облегчают взаимодействие с лекарственными препаратами, в том числе и с антибиотиками. Взаимодействие с лекарственными препаратами необходимо для того, чтобы имплантированное устройство оказывало пролонгированное антибактериальное действие на биологическую ткань и окружающую микрофлору.

Получают текстильные материалы со специальными свойствами (антимикробными, гемостатическими, анестезирующими) четырьмя основными способами:

1. Используя новые специально синтезируемые или определенным образом обработанные природные полимеры.
2. Вводя биологически активные вещества в раствор или расплав полимера, используемый для формирования волокна, пленки или пористого покрытия.
3. Присоединяя биологически активные вещества к макромолекуле полимера химической связью.
4. Фиксируя биологически активное вещество в полимерном покрытии, наносимом на поверхность волокнистого материала.

Учитывая, что для исследований уже имелся готовый полимерный материал – выработанное полотно из лавсановых нитей был выбран 3 способ получения материалов со специальными свойствами. Была разработана технология поверхностного омыления волокон лавсана, которая включала следующие переходы:

1. Химическая подготовка ПЭТФ к реакции омыления.
2. Поверхностное омыление сложнэфирных связей ПЭТФ.

Химическая подготовка ПЭТФ включает размасливание-релаксацию и термификацию.

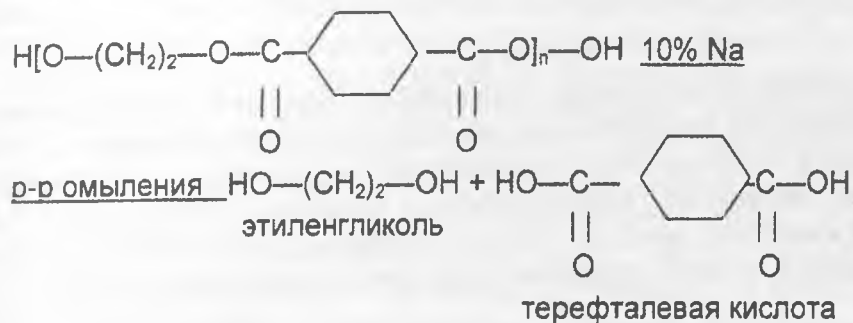
В процессе подготовки удаляют замасливатели, нанесенные в процессе формования, снования и вязания.

Размасливание-релаксация полиэфирного волокна проводится в растворах ПАВ при $t=70^{\circ}\text{C}$ в течение 20 минут. Затем промывка и сушка.

Целью термофиксации является придание устойчивых линейных размеров и формы трикотажному полотну путем снятия внутренних напряжений, возникающих внутри волокна в процессе формования, вытягивания, снования, вязания. В процессе термофиксации полотно подвергают термической обработке в свободном состоянии. Термофиксация проводится с помощью горячего воздуха при следующих технологических параметрах: $t=180^{\circ}\text{C}$ в течение 5 минут.

Поверхностное омыление сложноэфирных связей ПЭТФ включает технологию омыления едким натром и технологию амидирования концентрированным раствором аммиака.

Сложные связи полиэтилентерефталата очень стойки к щелочному гидролизу, разбавленные щелочи не действуют на полиэфир, а сильные щелочи, особенно при повышенных температурах, вызывают гидролиз лишь с поверхности [8].



Более сильное гидролизующее действие оказывает водный раствор аммиака. В этом случае разрыв сложноэфирных связей происходит за счет амидирования.



Реакция протекает с защитной скоростью при комнатной температуре [9].

После реакций омыления образцов полотен едким натром и концентрированным раствором аммиака определены разрывные характеристики исследуемых образцов процент потери прочности. Прочность трикотажных полотен после щелочного омыления уменьшается и в среднем составляет 30%. После амидирования потери прочности уменьшается с увеличением времени проведения реакции (сутки, 3 суток), соответственно 20% и 40%, однако снижения значений основных физико-механических показателей происходит до удовлетворительного уровня. уменьшение прочности свидетельствует об изменениях, происходящих внутри волокон лавсана и на поверхности.

Об изменениях, происходящих на поверхности полиэфирных волокон свидетельствуют наблюдения в микроскоп (увеличение в 50 раз): волокна стали матовыми, появилась большая извитость, за счет чего уменьшились ячейки-поры, появились неровности на поверхности волокон.

Все эти изменения свидетельствуют о частичном поверхностном омылении полиэфирного волокна.

Таким образом, отдельные варианты трикотажных полотен рекомендованы для первичной медико-технологической апробации.

Список литературы

1. Гензер М.С. Лечебный трикотаж. М.: «Легкая индустрия» 1975. с.260
2. Гензер М.С. Трикотаж для хирургии. М.: «Легкая индустрия» 1965. с.142
3. ГОСТ 8845-87 Полотна и изделия трикотажные. Методы определения влажности, массы и поверхностной плотности. -М.: Изд-во стандартов, 1988-10с.

4. ГОСТ 8847-85 Полотна трикотажные. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных. — М.: Изд-во стандартов, 1986-12с.
5. ГОСТ 12023-93 Материалы текстильные. Полотна. Метод определения толщин. — Мн.: Белстандарт, 1996-9с.
6. ГОСТ 8844-75 Полотна трикотажные. Правила приемки и метод отбора образцов. — М.: Изд-во стандартов, 1976-8с.
7. ГОСТ 3816-81 Ткани текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. — М.: Изд-во стандартов, 1985-13с.
8. Калинина Л.С. Качественный анализ полимеров. М.: «Химия» 1975. с.245
9. Касьянова А.А., Добрынина А.Е. Лабораторный практикум по химии и физике ВМС // Учеб. пособие. М.: «Легкая индустрия» 1979. с.182

Аннотация

Работа посвящена разработке и исследованию свойств трикотажа, предназначенного для изготовления сердечного поддерживающего устройства, используемого для лечения заболеваний сердца — сердечной недостаточности. Структура трикотажа разрабатывалась исходя из требований, предъявляемых к изделиям и материалам медицинского назначения. Кроме того, изучался способ получения биологически активного полимера на основе лавсана, с целью придания трикотажу специальных свойств.

Summary

The work is devoted to the development and properties research of knitted fabrics designed for operational treatment of cardio-vessel diseases, from which a large number of people all over the world suffer. An important stage of the research is knitted fabrics structure development. It should meet all the necessary requirements and conditions for articles and materials of medical application. Also, the properties research of the obtained fabrics is of great importance. The possibility of imparting biologically active properties to lavsan fibres, and hence to knitted fabric, was examined in the work.

УДК 677.027:677.075.54

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ОТДЕЛКИ НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В.П. Шелепова, А.В. Чарковский, Н.В. Майченко.
*УО «Витебский государственный
технологический университет»*

Обеспечение конкурентоспособности продукции трикотажной промышленности на внутреннем и внешнем рынке неразрывно связано с совершенствованием процессов производства изделий за счет внедрения ресурсосберегающих и малооперационных технологий, оптимизации технологических режимов, направленной на снижение затрат на производство и повышение качества изделий.

Чулочно-носочные изделия — особая ассортиментная группа трикотажа. Эти изделия производятся только трикотажным способом и не могут быть заменены продукцией других, родственных отраслей. Особенность чулочно-носочного производства — широкое применение ресурсосберегающих технологий, заключающихся в реализации способов изготовления цельновязанных изделий. Цельновязанные изделия в сравнении с кроеными и полурегулярными наиболее экономичны. Общеизвестно, что технологические отходы, обусловленные особенностями реального технологического процесса, в