

**Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»**

УДК 677.075 : 61

**ТХОРЕВА
ИРИНА МИХАЙЛОВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ТРИКОТАЖНОГО ИЗДЕЛИЯ,
ПОДДЕРЖИВАЮЩЕГО ЖЕЛУДОЧКИ СЕРДЦА**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.19.02 - Технология и первичная обработка
текстильных материалов и сырья (технические науки)

Витебск, 2009

Работа выполнена в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет».

Научный руководитель:

Чарковский Александр Владимирович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии трикотажного производства» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Республика Беларусь.

Официальные оппоненты:

Садовский Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор, первый проректор учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск, Республика Беларусь.

Коган Маргарита Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Республика Беларусь.

Оппонирующая организация:

Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Центр научных исследований легкой промышленности», г. Минск, Республика Беларусь.

Защита состоится « 9 » февраля 2010 года в 10.00 часов на заседании совета по защите диссертаций К 02.11.01 в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» по адресу: 210035, г. Витебск, Московский проспект, 72, ауд. 210; e-mail vstu@vitebsk.by; тел. 8 (0212) 47 80 68.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Автореферат разослан « 5 » января 2010 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций К 02.11.01
кандидат технических наук, доцент

Казарновская Г.В.

ВВЕДЕНИЕ

Дилатационная кардиомиопатия (ДКМП) – это заболевание, при котором сердце увеличивается в поперечном размере и постепенно превращается в шар, при этом нарушается насосная функция сердца и человек погибает. В Беларуси по причине ДКМП погибает 1 человек на 100 тыс. населения. Больного с диагнозом ДКМП может спасти от гибели только радикальное вмешательство кардиохирурга – пересадка донорского сердца. В связи с отсутствием инфраструктуры забора донорского материала и сложности операции по пересадке сердца многие умирают, не дождавшись операции. В Беларуси такие операции пока единичны. Однако в последнее время появилась перспективная альтернатива пересадке донорского сердца – изделие, представляющее собой упругую сетчатую оболочку, поддерживающую желудочки сердца и приостанавливающую развитие ДКМП, а в некоторых случаях обращающую болезнь вспять. Известные упругие сетчатые оболочки зарубежного производства имеют высокую стоимость и существенные недостатки. В связи с этим данные изделия не применяются в клинической практике Беларуси.

Проведенные в настоящей работе исследования показывают, что для Беларуси возможно решение проблемы эффективного лечения ДКМП за счет внедрения изделия отечественного производства. Данная работа рассматривает технологический аспект, поэтому предполагает разработку конструкции и технологического процесса изготовления трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца, на основе теории вязания, методов исследования свойств трикотажа и конструирования трикотажных изделий.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами. Работа выполнялась в рамках инновационного проекта по заказу Министерства здравоохранения Республики Беларусь, в соответствии с госбюджетным договором № 573 «Разработать поддерживающее устройство желудочков сердца, метод его применения и организовать производство» № государственной регистрации 2005463 в 2004-2007 гг. совместно с Республиканским научно-практическим центром «Кардиология»; а также в рамках ГКПНИ «Механика» по тематическому направлению исследований раздела «Биомеханика» в соответствии с госбюджетным договором № 341 «Создание биосовместимых полимерных трикотажных эксплантатов, разработка принципов создания композитов и

эксплантатов регулируемой структуры для регенерации поврежденных и твердых тканей» № государственной регистрации 20063213 в 2006-2010 гг. совместно с Институтом механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – разработка технологии высокоэффективного медицинского трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- выполнить анализ медико-технических требований и существующих конструкций упругих сетчатых оболочек;
- разработать структуру трикотажного полотна для изделия, поддерживающего желудочки сердца, и исследовать его свойства;
- разработать конструкцию и выполнить оценку физико-механических свойств трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца, в условиях, имитирующих модель нагружения оболочки после имплантации;
- разработать технологический процесс изготовления трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца.

Объект исследований: конструкция изделия и трикотажное полотно для его изготовления.

Предмет исследований: технология трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца, из биологически совместимого сырья.

Положения, выносимые на защиту:

- новая структура сетчатого основовязаного трикотажа, отличающаяся от существующих сетчатых структур наличием крупных продольных ячеей овальной формы, разделенных на мелкие треугольные ячейки протяжками петель, что обеспечивает выполнение основных медико-технических требований к изделию: требуемое соотношение растяжимости в продольном и поперечном направлениях, минимальный контакт с поверхностью сердца, предотвращение выпячивания миокарда сердца в крупные ячейки, прозрачность изделия;
- конструкция трикотажного изделия, представляющая собой упругую трикотажную оболочку, учитывающую анатомические особенности сердца, выполненную из двух соединенных ниточным швом деталей, отличающуюся от аналога тем, что оболочка открыта в сторону передней поверхности сердца и несимметрична относительно его вертикальной оси, что существенно облегчает имплантацию изделия во время операции и его функционирование в послеоперационном периоде;

– способ определения показателей механических свойств трикотажной оболочки (давление, при котором происходит разрушение образца, абсолютное и относительное разрывное радиальное перемещение), заключающийся в ее нагружении путем создания гидростатического давления в эластичном сферическом элементе, размещенном внутри этой оболочки и, отличающийся от существующих способов тем, что позволяет имитировать модель нагружения трикотажной оболочки после имплантации;

– технологический процесс изготовления трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца, получаемого раскройным способом, позволяющий производить новое отечественное биологически совместимое трикотажное изделие для операционного лечения дилатационной кардиомиопатии.

Личный вклад соискателя. Соискателем лично:

– разработана структура трикотажного полотна на основе теории структурообразования одинарного основвязаного комбинированного неполно-платированного переплетения;

– обоснован выбор показателей свойств трикотажного полотна и методов испытаний;

– методом однофакторного регрессионного анализа математически описана связь между длиной нити в петле и основными показателями качества полотна одинарного основвязаного комбинированного неполно-платированного переплетения;

– выполнено проектирование деталей изделия размерного ряда в чертежно-графическом редакторе программы трехмерного твердотельного моделирования;

– исследованы механические свойства трикотажного изделия с применением способа, имитирующего модель нагружения трикотажной оболочки после имплантации;

– проведены исследования, направленные на повышение биологической совместимости трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца;

– разработан технологический процесс изготовления трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца.

Таким образом, автором были решены поставленные задачи и сделаны выводы, соавторами была оказана помощь в проведении испытаний, анализе и проверке результатов исследований.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты исследований по теме диссертации доложены и обсуждены на конференциях: Международной научной конференции «Текстиль, одежда,

обувь: дизайн и производство» (Витебск, 2002); VII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов Беларуси (НИРС-2002) (Витебск, 2002); Международной научной конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» (Витебск, 2005); Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Молодежь – производству» (Витебск, 2006); Международной научно-технической конференции «Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства» (Витебск, 2003); Научно-технической конференции преподавателей и студентов университета (Витебск, 2004); Всероссийской конференции «Клиническая трансплантация органов» (Москва, 2007); Съезде хирургов в г. Албена (Болгария, 2006); Съезде хирургов Республики Беларусь (Гомель, 2006); Международной научно-технической конференции «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (ПРОГРЕСС)» (Иваново, 2006); 10-й Республиканской научной конференции студентов и аспирантов высших учебных заведений Республики Беларусь (Минск, 2005); Всероссийских научно-технических конференциях «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (Текстиль) (Москва, 2007, 2008); Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «I Машеровские чтения» (Витебск, 2005); V международной научно-практической конференции «Студенческая медицинская наука XXI века» (Витебск, 2005); Международной научно-технической конференции «Полимерные композиты и трибология (ПОЛИКОМТРИБ)» (Гомель, 2009).

Результаты исследований по теме диссертации представлены на выставках: Ганноверской международной промышленной ярмарке (Германия, 21-25 апреля 2008 г.); Международной выставке «Белый город Ашхабад» (Туркменистан, 23-35 апреля 2008 г.); II Международной выставке «Образование и карьера» (г. Баку, Азербайджан, 2-4 октября 2008 г.); Национальной выставке Республики Беларусь в Красноярске (Россия, 10-12 июля 2008 г.); 8-ом Международном форуме «Россия единая» (г. Н.Новгород, 10-14 сентября 2008 г.); Национальной выставке Республики Беларусь (г. Дубай, Объединенные Арабские Эмираты, 3-6 ноября 2008 г.); Национальной выставке Республики Беларусь (г. Киев, Украина 7-10 октября 2008 г.); XIV Международном выставке-конгрессе «Высокие технологии, инновации, инвестиции» (г. Санкт Петербург, 22-25 сентября 2008 г.); Китайской международной промышленной ярмарке «СІІF – 2008» (г. Шанхай, Китай, 4-8 ноября 2008 г.); Днях науки и технологий Республики Беларусь в Республике Корея (г. Сеул, Республика Корея, 2-4

декабря 2008г.); 23-й Международной выставке-ярмарке по оптовой продаже товаров легкой и текстильной промышленности «БелТЕКСлегпром» (г. Минск, Беларусь, 7-10 октября 2008 г.); Automation Industries Brokerage Event «HannoverMesse2009» 20-24 April 2009; Международной инвестиционной выставке-форуме (г. Витебск, Беларусь, 15-16 октября 2009 г.).

Опытно-промышленная партия трикотажных изделий произведена на ЭОП УО «ВГТУ» (г. Витебск) в 2007 г. Изделия применяются в РНПЦ «Кардиология» (г. Минск) с 2008 г. Результаты диссертационной работы используют преподаватели кафедры технологии трикотажного производства УО «ВГТУ» в учебном процессе при чтении курса лекций по дисциплинам «Нетрадиционные области применения трикотажа», «Новое в технике и технологии» для студентов специализаций 1-50010105 «Технология трикотажа», 1-50010106 «Технология швейно-трикотажного производства».

Опубликованность результатов диссертации. По материалам диссертации опубликовано 29 печатных работ общим объемом 4,7 авт. л., в том числе 5 статей в научных изданиях, утвержденных ВАК РБ для опубликования результатов диссертационных исследований, 10 статей по материалам конференций, 13 тезисов докладов, получен 1 патент на изобретение.

Структура и объем диссертации. Работа содержит введение, общую характеристику работы, пять глав, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем работы составляет 229 страниц. Работа содержит 56 рисунков и 23 таблицы, а также 17 приложений, представленных на 112 страницах; использовано 109 библиографических источников, представленных на 10 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность разработки трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца, определена цель исследований, отражены научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В **первой главе** выполнен обзор литературы по проблеме заболеваний сердца и состоянию отечественной хирургии сердца, сформулирована решаемая научная проблема.

По статистическим данным с 1993 года отмечается устойчивый рост регистрируемости случаев ДКМП в Республике Беларусь. Важность проблемы ДКМП обусловлена тем, что более чем у 50% больных данное заболевание начинается в работоспособном возрасте (до 40 лет) и около

10% из них умирает в течение первого года после установления диагноза. Рассмотрен механизм развития заболевания и предпосылки к применению восстановительной хирургии. ДКМП характеризуется снижением сократительной функции желудочков, проявлением сердечной недостаточности и нарушением сердечного ритма. В результате нарушения функции сердца желудочки утрачивают заостренную конусообразную форму (рисунок 1,а) и расширяются, приобретая сферическую форму (рисунок 1,б). Диффузное расширение желудочков сердца на определенных стадиях является необратимым процессом, поэтому приводит к гибели человека.

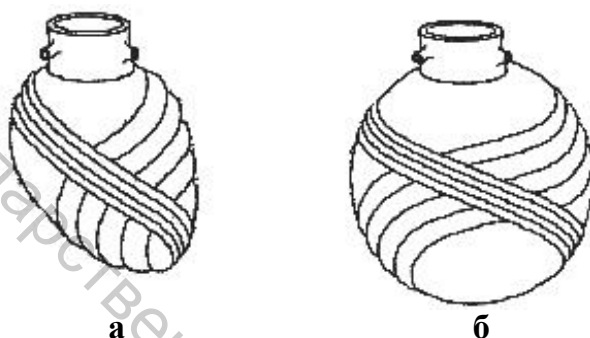


Рисунок 1 – Форма здорового сердца (а) и при ДКМП (б)

Рассмотрены направления в традиционном лечении ДКМП сердца. Отмечено, что консервативная терапия не эффективна при ДКМП. Радикальным способом лечения является пересадка сердца, однако операции по пересадке сердца в Беларуси пока единичны, в России таких операций делается немного. Поэтому ученые нашли альтернативу: устройство в виде упругой сетчатой оболочки, внутрь которой помещается сердце. Проанализированы конструкции существующих устройств. Отмечено, что используемые упругие сетчатые оболочки имеют высокую стоимость и обладают существенными недостатками: недостаточная прозрачность, из-за которой не обеспечивается просмотр мест прохождения коронарных артерий на поверхности сердца под имплантированным устройством, а также риск возникновения аневризмы (выпячивания поверхности сердца сквозь ячей). Научный потенциал, сырьевая база и возможности технологии трикотажного производства являются основой для создания отечественного трикотажного устройства, поддерживающего желудочки сердца.

Во **второй главе** проведен анализ макроструктур трикотажных полотен, имеющих сетчатое строение.

Под руководством Чарковского А.В. разработаны полотна новых оригинальных структур, предназначенных для изготовления трикотажного

изделия, поддерживающего желудочки сердца. Разработка структур выполнена на основе общих требований и медико-технических требований к изделию [14]: требуемое соотношение растяжимости в продольном и поперечном направлениях, минимальный контакт с поверхностью сердца, предотвращение выпячивания миокарда сердца в крупные ячей и прозрачность оболочки, учитывающих область применения изделия и определенных при взаимных консультациях с кардиохирургами РНПЦ «Кардиология» (г. Минск) Стаканом И.Н., проф. Островским Ю.П.

При анализе сетчатых структур трикотажных полотен установлено, что для обеспечения минимального контакта с поверхностью сердца и предотвращения выпячивания миокарда сердца в ячей целесообразно использовать структуры основязаного трехгребеночного филейного комбинированного (рисунки 2,4), неполно-платированного (рисунок 3) и неполного (рисунок 5) переплетений [10, 13]. Отличительной особенностью новых структур является то, что трикотаж содержит крупные ячей 1 и мелкие ячей 2 (рисунки 2-5, б). Большие ячей, образованы из петель переплетения сукно. В зависимости от числа рядов петель сукно в сторонках больших ячеек их размер может меняться. Мелкие ячей расположены внутри контуров больших и делят большие ячей протяжками петель. Такое строение структуры трикотажа исключает выпячивание поверхности сердца сквозь большую ячейку и способствует минимизации площади контакта оболочки с поверхностью сердца, а также обеспечивает просмотр поверхности сердца сквозь мелкие ячейки. За счет производных переплетений, используемых в структурах полотен, снижается растяжимость трикотажа в направлении протяжек производного переплетения, то есть в направлении петельного ряда.

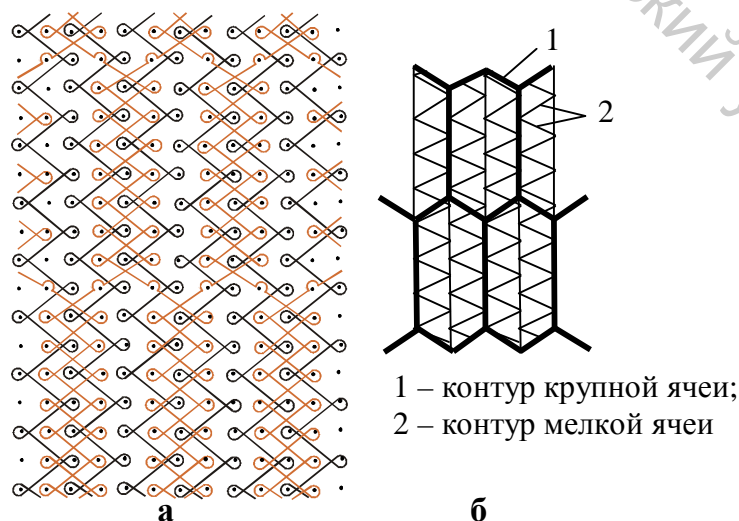


Рисунок 2 – Совмещенная графическая запись (а) и схема макроструктуры (б) трехгребеночного филейного комбинированного переплетения варианта 5

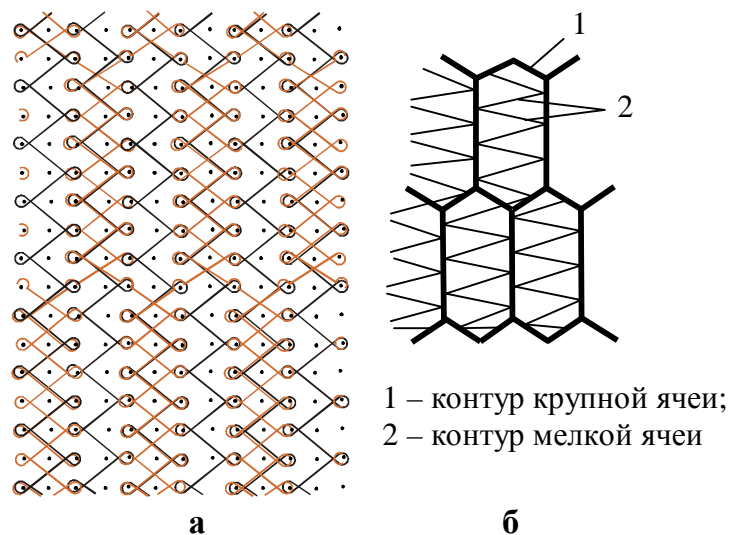


Рисунок 3 – Совмещенная графическая запись (а) и схема макроструктуры (б) трехребеночного неполно-платированного переплетения варианта 6

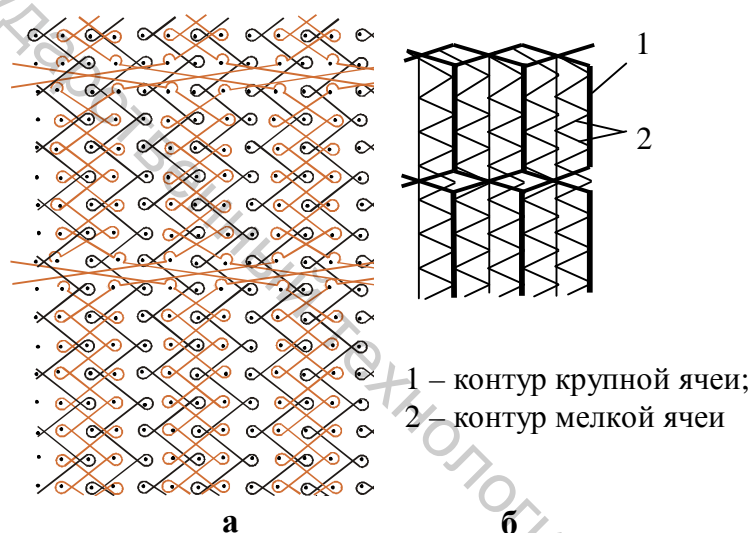


Рисунок 4 – Совмещенная графическая запись (а) и схема макроструктуры (б) трехребеночного филейного комбинированного переплетения варианта 7

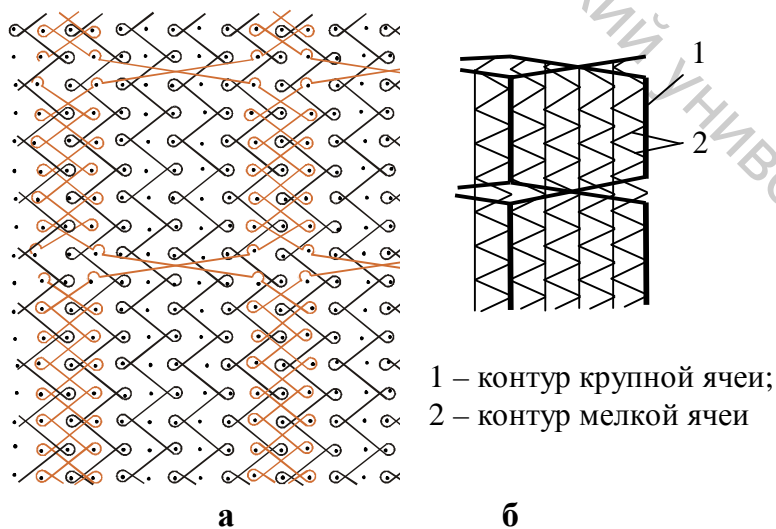


Рисунок 5 – Совмещенная графическая запись (а) и схема макроструктуры (б) трехребеночного неполного переплетения варианта 8

С целью проведения сравнительного анализа предлагаемых и известных в восстановительной хирургии структур трикотажа для исследований выбраны двухгребеночные филейные переплетения симметричных кладок, сочетающих главные и комбинированные переплетения. Переплетение атлас-атлас (рисунок 6) выбрано, исходя из опыта американских разработчиков, применивших его для структуры полотна упругой оболочки, поддерживающей желудочки сердца.

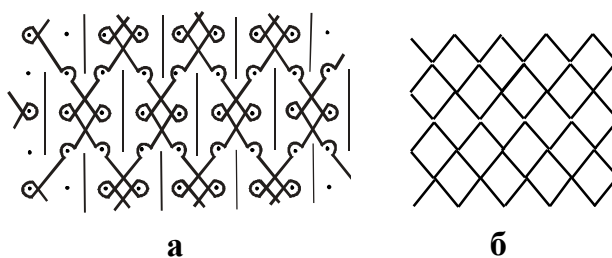


Рисунок 6 – Совмещенная графическая запись (а) и схема макроструктуры (б) двухгребеночного филейного переплетения вариантов 1, 3

Комбинированная кладка трико и атласа (рисунок 7) позволяет получать шестиугольные ячейки в шахматном порядке, размер которых можно менять в зависимости от числа петельных рядов трико в сторонках ячеек. С точки зрения медиков такая форма ячеек является предпочтительней ромбовидной, поскольку делает ячеистую структуру оболочки более открытой, визуализирует поверхность сердца и обеспечивает доступ к коронарным артериям после установки оболочки.

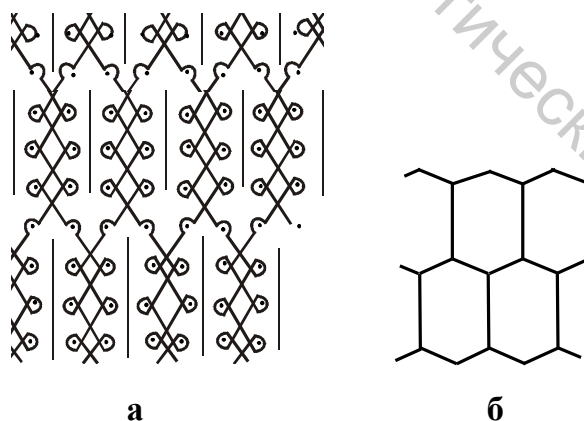


Рисунок 7 – Совмещенная графическая запись (а) и схема макроструктуры (б) двухгребеночного филейного переплетения вариантов 2, 4

Полотна вариантов 1, 2, 5-8 (рисунки 2-7) изготавливали из комплексной полиэфирной нити линейной плотности 5,3 текс, варианты 3, 4 (рисунки 6, 7) – из текстурированной полиэфирной нити линейной плотности 5,6 текс. Полотна всех вариантов изготавливали с длиной нити в

петле 2,7 мм; 3,4 мм; 4,1 мм, условно обозначенных плотностями А, Б, В, соответственно. Длину нити в петле подбирали таким образом, чтобы процесс образования петель протекал без нарушений операций петлеобразования и обрыва нитей основы.

Работа с информационными ресурсами по перспективным видам биологически совместимого сырья позволила определить, что возможными для переработки в трикотажном производстве в Беларуси являются полиэфирные нити: комплексная полиэфирная нить линейной плотности 5,3 текс и текстурированная полиэфирная нить линейной плотности 5,6 текс производства РУП СПО «Химволокно» (г. Светлогорск). Трикотажные полотна всех вариантов изготавливали на однофонтурной основовязальной машине модели «Кокетт» 28 класса, установленной на обособленном структурном подразделении «Экспериментально-опытное предприятие УО «ВГТУ» (г. Витебск).

В третьей главе представлены экспериментальные исследования свойств и оценка качества трикотажных полотен разработанных и выбранных структур.

На основе медико-технических требований обоснован выбор показателей качества трикотажного полотна для поддерживающего изделия:

- основных (растяжимость в направлении петельных столбиков и в направлении петельных рядов при нагрузках меньше разрывных (далее растяжимость), коэффициент растяжимости, необратимая деформация, толщина, поверхностная плотность);

- дополнительных (поверхностное заполнение, остаточная циклическая деформация, выносливость, разрывная нагрузка и разрывное удлинение).

Испытания трикотажных полотен по основным показателям качества проводили по стандартным методам в условиях аккредитованного испытательного центра УО «ВГТУ».

Самым значимым показателем качества трикотажного полотна для изделия является растяжимость. С учетом рекомендаций специалистов кардиологического центра оценку растяжимости выполняли по коэффициенту растяжимости $K_{\text{раст}}$:

$$K_{\text{раст}} = \frac{P_p}{P_{\text{ст}}}, \quad (1)$$

где P_p – растяжимость трикотажа в направлении петельных рядов, %; $P_{\text{ст}}$ – растяжимость трикотажа в направлении петельных столбиков, %.

На рисунках 8 и 9 графически представлены значения коэффициентов растяжимости двухгребеночных и трехгребеночных трикотажных полотен вариантов 1-8.

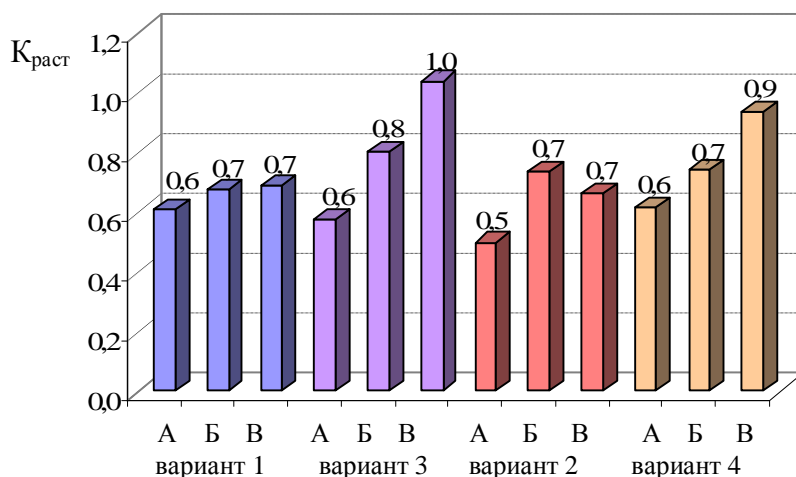


Рисунок 8 – Коэффициент растяжимости двухребеночных основвязанных полотен вариантов 1-4

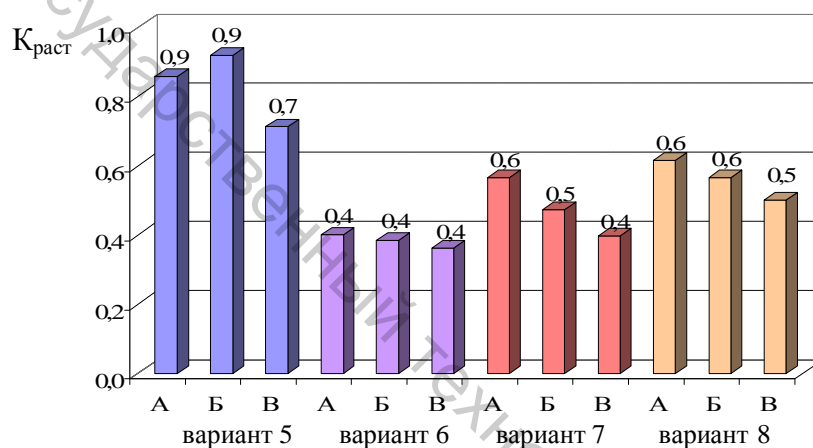


Рисунок 9 – Коэффициент растяжимости трехребеночных основвязанных полотен вариантов 5-8

Сравнительный анализ коэффициентов растяжимости двухребеночных и трехребеночных трикотажных полотен с рекомендованным значением коэффициента растяжимости ($K_{раст} \leq 0,6$) позволил выбрать для дальнейших исследований трикотажные полотна вариантов 6, 7, 8, как удовлетворяющих одному из основных медико-технических требований – требуемому соотношению растяжимости.

С целью выбора наилучшего варианта трикотажного полотна для изготовления изделия, поддерживающего желудочки сердца, проводили комплексную оценку основных показателей качества трикотажных полотен. В результате комплексной оценки основных показателей качества трикотажных полотен установлено, что медико-техническим требованиям удовлетворяет полотно неполно-платированного переплетения варианта 6 (рисунок 3).

Для дальнейшего анализа экспериментальных данных, определения влияния длины нити в петле на основные показатели качества

трикотажного полотна варианта 6 и выбора плотности вязания, при которой обеспечивается выполнение медико-технических требований, использовали метод математического планирования эксперимента при помощи однофакторного регрессионного анализа. В качестве входного фактора выбрана длина нити в петле, l , мм. В качестве выходных параметров – основные показатели качества: коэффициент растяжимости, $K_{\text{раст}}$, необратимая деформация в направлении петельных столбиков, $l_{\text{н.с.}}$, необратимая деформация в направлении петельных рядов, $l_{\text{н.р.}}$, толщина, h , мм, поверхностная плотность, ρ , г/м².

В результате получены следующие математические зависимости основных показателей свойств трикотажного полотна от длины нити в петле:

$$K_{\text{раст}} = 0,321 + \frac{0,188}{l}; \quad (2)$$

$$l_{\text{н.с.}} = 4,430 - \frac{6,896}{l}; \quad (3)$$

$$l_{\text{н.р.}} = -1,885 + 1,143 * l; \quad (4)$$

$$h = 0,364 - \frac{0,163}{l}; \quad (5)$$

$$\rho = 83,316 - 8,403 * l + 0,904 * l^2. \quad (6)$$

По регрессионным моделям построены графики зависимости основных показателей качества от длины нити в петле. Установлено, что трикотажное полотно вариант 6 с длиной нити в петле 3,4 мм имеет минимальные значения по всем основным показателям: коэффициент растяжимости – 0,4; необратимая деформация в направлении петельных столбиков – 2,0 %; необратимая деформация в направлении петельных рядов – 1,0 %; поверхностная плотность – 65,1 г/м²; толщина – 0,3 мм.

Четвертая глава посвящена разработке конструкции трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца.

Конструкция изделия представляет собой упругую трикотажную оболочку, учитывающую анатомические особенности сердца, выполненную из двух соединенных ниточным швом деталей (рисунок 11), открытую в сторону передней поверхности сердца и несимметричную относительно его вертикальной оси. На основе размерных данных сердец больных дилатационной кардиомиопатией, предоставленных кардиохирургами РНПЦ «Кардиология», определены основные размерные признаки больного сердца, по которым выполнено проектирование разверток деталей оболочки в чертежно-графическом редакторе системы трехмерного твердотельного моделирования Solid Works.

На основе анализа требований к участку соединения деталей оболочки и проведенных исследований в качестве способа соединения деталей изде-

лия выбран ниточный ручной шов с расположением деталей по обе стороны от шва, выполненный стачивающе-обметочной строчкой по

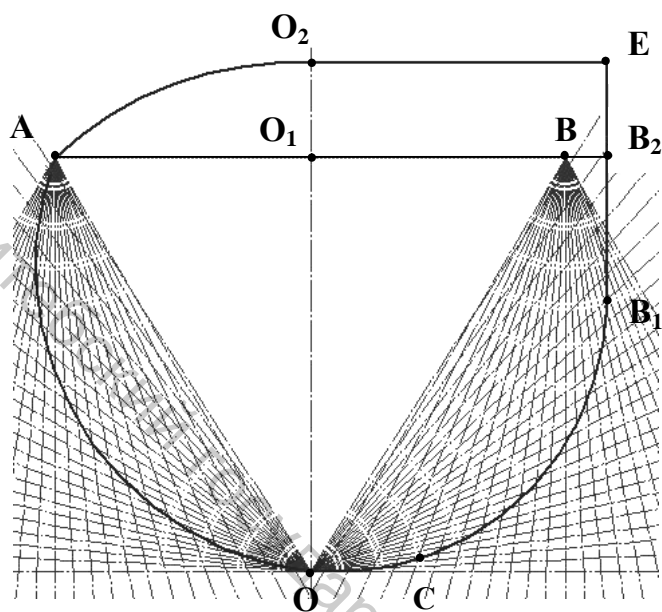


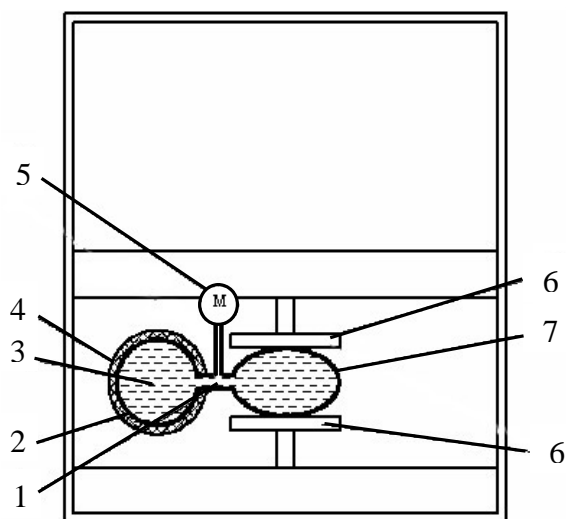
Рисунок 11 – Развертка детали изделия

лицевой и изнаночной сторонам изделия. Сшивание двух деталей ниточным ручным швом производится по линии АОС (рисунок 11). Часть несшитого края предназначена для подгонки изделия на сердце по размеру. Сшивание деталей по линии СВ₁В₂Е выполняется хирургом во время операции.

Совместно с Шилько С.В., Хиженком В.Ф., Стаканом И.Н. предложен способ определения механических свойств трикотажного изделия [7,29] в

условиях, имитирующих модель нагружения его на сердце.

В качестве приспособления для размещения образца изделия использовали эластичную сферическую оболочку 2 (рисунок 12). Нагружение образца изделия



- 1 – трубопровод; 2 – упругий элемент в виде сферической оболочки; 3 – жидкость; 4 – образец изделия; 5 – манометр (пизометр); 6 – плиты пресса; 7 – дополнительная оболочка

Рисунок 12 – Принципиальная схема стенда для испытаний изделия

производили путем создания гидростатического давления в размещенном внутри образца эластичном элементе за счет сжатия дополнительной оболочки 7, размещенной между опорными плитами 6 пресса и гидравлически соединенной трубопроводом 1 с эластичной сферической оболочкой. При помощи закрепленного манометра (пизометра) измеряли давление внутри эластичного элемента и регистрировали радиальное перемещение при наличии и отсутствии образца изделия на эластичном элементе. Давление, при котором происходит разрушение образца, p_r , мм.рт.ст, определяли путем вычитания

максимального значения давления, оказываемого на эластичный элемент без образца изделия, из максимального значения давления, оказываемого на эластичный элемент с образцом изделия. Абсолютное разрывное радиальное перемещение Δr_1 определяли как разность между радиусом эластичного элемента с образцом к моменту разрыва r_p и исходным радиусом этого элемента с образцом до нагружения r_0 .

В результате экспериментальных исследований механических свойств образца изделия установлено, что давление, выдерживаемое оболочкой до разрыва, равное $p_p=11,3$ мм.рт.ст., выше давления, оказываемого желудочками сердца в период расслабления и расширения, равного $p=5$ мм.рт.ст. В диапазоне давлений 3,0-7,5 мм.рт.ст. проявляются упругие свойства трикотажного изделия, которые обеспечивают восстановление его формы после снятия давления со стороны желудочков сердца.

Пятая глава посвящена разработке технологического процесса изготовления трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца. В основу технологической последовательности положен типовой технологический процесс изготовления трикотажных изделий раскройным способом. В то же время, учтены особенности производства медицинского изделия, обусловленные областью его применения: выпуск полотна и изделий малыми сериями, повышенные требования к очистке изделия от примесей и загрязнений, обеспечивающие биологическую совместимость трикотажного изделия в организме человека. В частности, термическая стабилизация полотна производится на рамках в сухо-тепловом шкафу при температуре $(150\pm 3)^\circ\text{C}$ в течение 3 минут; для очистки изделия от примесей и загрязнений предусмотрена отварка в дистиллированной воде и дополнительная обработка – экстракция этиловым спиртом. В результате исследований [1, 6, 16, 25], проведенных под руководством Дубковой В.И., установлено отсутствие токсичных веществ и сред для развития микроорганизмов на поверхности трикотажа после дополнительной обработки. Анализ литературных источников показал, что данный вид обработки ранее не использовался в технологии медицинских изделий.

На обособленном структурном подразделении «Экспериментально-опытное предприятие УО «ВГТУ» изготовлена партия трикотажных изделий, поддерживающих желудочки сердца. Ожидаемый экономический эффект от внедрения 100 штук изделий на октябрь 2009 г. составит 16 467 000 руб.

Разработанное изделие успешно прошло приемочные медицинские испытания на базе 2-го кардиохирургического отделения РНПЦ «Кардиология», зарегистрировано на территории Республики Беларусь и разрешено к применению в медицинской практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Разработана новая структура трикотажа одинарного основвязаного комбинированного неполно-платированного переплетения, отличающаяся от существующих сетчатых структур наличием крупных продольных ячеей овальной формы, разделенных на мелкие треугольные ячейки протяжками петель, что обеспечивает выполнение основных медико-технических требований к изделию: требуемое соотношение растяжимости в продольном и поперечном направлениях, минимальный контакт с поверхностью сердца, предотвращение выпячивания миокарда сердца в крупные ячейки, прозрачность изделия [9, 10, 13].

2. Разработана конструкция трикотажного изделия, представляющая собой упругую трикотажную оболочку, учитывающую анатомические особенности сердца, выполненную из двух соединенных ниточным швом деталей, отличающуюся от аналога тем, что оболочка открыта в сторону передней поверхности сердца и несимметрична относительно его вертикальной оси, что существенно облегчает имплантацию изделия во время операции и его функционирование в послеоперационном периоде [11, 12, 17, 18, 21].

3. Предложен способ определения показателей механических свойств трикотажной оболочки при растяжении до разрыва (давление, при котором происходит разрушение образца, абсолютное и относительное разрывное радиальное перемещение), заключающийся в ее нагружении путем создания гидростатического давления в эластичном сферическом элементе, размещенном внутри этой оболочки и, отличающийся от существующих способов тем, что позволяет имитировать модель нагружения трикотажного изделия после имплантации [7, 29].

4. Разработан технологический процесс изготовления трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца, получаемого раскройным способом из трикотажного полотна оригинальной структуры, позволяющий производить новое отечественное биологически совместимое трикотажное изделие для операционного лечения дилатационной кардиомиопатии [1, 14, 16].

Рекомендации по практическому использованию

1. Трикотажное изделие, поддерживающее желудочки сердца, рекомендовано к производству. Разработаны технические условия и технологическая документация на производство трикотажного полотна и изделия. Промышленная реализация результатов исследований осуществлена в условиях обособленного структурного подразделения

«Экспериментально-опытное предприятие УО «ВГТУ» в 2007 г., о чем имеется соответствующий акт. Годовой ожидаемый экономический эффект от внедрения партии в количестве 100 шт. поддерживающих изделий составит 16 467 000 руб.

2. Изделие прошло приемочные медицинские испытания на базе 2-го кардиохирургического отделения РНПЦ «Кардиология» с апреля по ноябрь 2007 года. На этапе приемочных медицинских испытаний выполнено 12 имплантаций пациентам с ДКМП, по результатам которых трикотажное изделие рекомендовано к серийному производству и клиническому применению, о чем имеется соответствующий акт.

В 2008 г. осуществлено внедрение изделий в клиническую практику РНПЦ «Кардиология» (г. Минск). Изделие имплантировано 25 пациентам с диагнозом ДКМП, получены положительные результаты, о чем имеется соответствующий акт.

Разработанное медицинское изделие зарегистрировано в Республике Беларусь и рекомендовано к применению в медицинской практике (регистрационное удостоверение № ИМ-7.93672, № государственной регистрации Мн-7.6176-0612 от 27.12.2007 г.).

3. Результаты диссертационной работы используют преподаватели кафедры технологии трикотажного производства УО «ВГТУ» в учебном процессе при чтении курса лекций по дисциплинам «Нетрадиционные области применения трикотажа», «Новое в технике и технологии отрасли» для студентов специализаций 1-50010105 «Технология трикотажа», 1-50010106 «Технология швейно-трикотажного производства», о чем имеются соответствующие акты.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, включённых в список ВАК РБ:

1. Тхорева, И. М. Разработка процессов обработки трикотажных материалов с целью удаления примесей / И. М. Тхорева, А. В. Чарковский, В. И. Дубкова, Е. А. Чарковский // Вестник Витебского государственного технологического университета. – Витебск : ВГТУ, 2005. – Вып. 7. – С. 34-39.

2. Тхорева, И. М. Исследование устойчивости трикотажа для ПУЖС после стерилизации радиационным, газовым и паровым способами / И. М. Тхорева // Вестник Витебского государственного технологического университета. – Витебск : ВГТУ, 2007. – Вып. 12. – С. – 57-60.

3. Тхорева, И. М. Применение методов обработки изображений при определении поверхностного незаполнения сетчатых основовязаных полотен / И. М. Тхорева, Е. В. Тимошенко, А. Н. Хорощева, А.В.

Чарковский // Вестник Полоцкого государственного университета. – Полоцк, 2008. – № 3. – С. – 69-72.

4. Тхорева, И. М. Многоцикловые испытания трикотажа для кардиохирургии / И. М. Тхорева, Е. Д. Никифорова, А. Н. Махонь, // Вестник Витебского государственного технологического университета. – Витебск : ВГТУ, 2008. – Вып. 14. – С. 27-31.

5. Кузнецов А.А. Исследование влияния поперечной неравномерности показателей механических свойств на прочностные характеристики пучка текстильной нити / А. А. Кузнецов, И. М. Тхорева // Вестник Витебского государственного технологического университета. – Витебск : ВГТУ, 2008. – Вып. 16. – С. 53-57.

Материалы конференций:

6. Шаметько, И. А. Получение биологически активных текстильных материалов на основе лавсана / И. А. Шаметько, А. В. Чарковский, И. М. Тхорева // Сб. статей Международной научной конференции «Текстиль, одежда, обувь : дизайн и производство» / ВГТУ. – Витебск, 2002. – С. 89-90.

7. Шилько, С. В. Определение деформационно-прочностных свойств поддерживающего устройства желудочков сердца / С. В. Шилько, В. Ф. Хиженок, А. В. Чарковский, И. М. Тхорева, Ю. П. Островский, И. Н. Стакан // Российский журнал биомеханики. Т. 10, – Москва, 2006. – Вып. 4. – С. 56–62; (англ. пер.): Shilko S . V ., Khizhenok V . F ., Charkovsky A . V ., Thoreva I . M ., Ostrovsky Yu . P , Stakan I . N . Determination of strain - strength properties of a support device for heart ventricles / S . V . Shilko // Russian Journal of Biomechanics , 2006, Vol .10, No .4, P . 56-62.

8. Стакан, И. Н. Поддерживающее устройство желудочков сердца. Предварительные результаты экспериментального исследования / И. Н. Стакан, С. А. Курганович, А. Ю. Островский, О. И. Козлов, Т. Э. Владимирская, И. М. Тхорева, А. В. Чарковский, И. В. Тарасюк, Ю. П. Островский // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – Москва, 2007. – № 3(35). – С. 31-38.

9. Тхорева, И. М. Разработка и исследование свойств трикотажа медицинского назначения (разработка сердечного поддерживающего устройства) / И. М. Тхорева, А. В. Чарковский // Сб. статей 7 Респ. науч. конф. студ. и аспирантов Беларуси (НИРС-2002) / ВГТУ ; гл. ред. С. М. Литовский. – Витебск, 2002. – С. 319-320.

10. Петрулевич, О. В. Особенности выбора переплетения для изготовления поддерживающего устройства желудочков сердца / О. В. Петрулевич, И. М. Тхорева, А. В. Чарковский // Новое в технике и

технологии текстильной и легкой промышленности : сб. статей междунар. науч.-техн. конф. / ВГТУ. – Витебск, 2005. – С. 68-69.

11. Тхорева, И. М. Оптимизация конструкции поддерживающего устройства желудочков сердца / И. М. Тхорева, И. Н. Стакан, А. В. Чарковский // Сб. статей международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов « Молодежь – производству», 21-22 ноября, 2006 г. / ВГТУ. – Витебск, 2006. – С. 58-59.

12. Титова, И. В. Разработка конструкции поддерживающего устройства желудочков сердца / И. В. Титова, И. М. Тхорева, А. В. Чарковский // Сборник научных работ студентов высших учебных заведений Республики Беларусь «НИРС-2005». – Минск, 2006. – С. 71-72.

13. Петрулевич, О. В. Оптимизация структуры трикотажа для изготовления поддерживающего устройства желудочков сердца / О. В. Петрулевич, И. М. Тхорева // Сборник научных работ студентов высших учебных заведений Республики Беларусь «НИРС-2005». – Минск, 2006. – С. 73-74.

14. Тхорева, И. М. Разработка и исследование свойств трикотажа медицинского назначения / И. М. Тхорева, А. В. Чарковский, И. А. Шаметко // Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства : материалы международной научно-технической конференции, Витебск, ноябрь, 2003 г. В 2-х ч. Ч. 1 / ВГТУ. – Витебск, 2003. – С. 224-230.

15. Тхорева, И. М. Расчет усилий оболочки на сердце / И. М. Тхорева, А. М. Воронов, Н. Л. Шелепова, О. М. Романчук // Молодежь и наука в XXI веке : сборник статей молодых ученых. Вып. 3 / ВГТУ [и др.] ; под общ. ред. Мироненко В. М. – Витебск, 2008. – С. 97-103.

Тезисы докладов:

16. Русевич, Л. А. Разработка процессов обработки трикотажных материалов с целью придания биологически активных свойств / Л. А. Русевич, И. М. Тхорева, А. В. Чарковский // Тезисы докладов 37 научно-технической конференции преподавателей и студентов университета / ВГТУ. – Витебск, 2004. – С. 94-95.

17. Стакан, И. Н. Применение отечественного поддерживающего устройства желудочков сердца. Данные морфологического исследования / И. Н. Стакан, Т. Э. Владимирская, И. А. Швед, Н. К. Сугак, И. В. Тарасюк, И. М. Тхорева, А. В. Чарковский, В. И. Дубкова, Ю. П. Островский // Всероссийская конференция «Клиническая трансплантация органов», 26-27 сентября 2007 г. : материалы конференции. – Москва, 2007. – С.48.

18. Стакан, И. Н. Поддерживающее устройство желудочков сердца. Результаты экспериментального исследования / И. Н. Стакан, С. А. Курганович, А. Ю. Островский, О. И. Козлов, Т. Э. Владимирская, И. М. Тхорева, А. В. Чарковский, И. В. Тарасюк, Ю. П. Островский // Всероссийская конференция «Клиническая трансплантация органов», 26-27 сентября 2007 г. : материалы конференции. – Москва, 2007. – С.49.

19. Ostrovski, Y. Preliminary results of researches of physicommechanical and biological properties of the Belarusian cardiac support device / Y. Ostrovski, S. Shilko, I. Stakan, A. Charkovsy, I. Tkhoreva, V. Korolev, A. Ostrovski, O. Kozlov, V. Dachevsky // Abstract book Cardiology update 2006, September 21-24, 2006, «Albena» Report, Bulgaria. – С.32-33.

20. Ihar N. Stakan, Tatiana E. Vladimirskaaya, Ivan A. Shved, Natalia K. Sugak, Irina M. Tkhoreva, Alexander V. Charcovsky, Valentina I. Dubkova, Yury P. Ostrovsky Application of Belarusian Cardiac Support Device. Morphological Data of Experimental Researches // The 60th Annual Scientific Meeting of the Japanese Association for Thoracic Surgery, October 17th-20th, 2007, Aobayama, Aoba-ku, Sendai, Japan, Abstract book.- 2007.- P. 396. Poster.

21. Стакан, И.Н. Доклинические испытания поддерживающего устройства желудочков сердца / И. Н. Стакан, Ю. П. Островский, С. В. Шилько, И. М. Тхорева, А. В. Чарковский // Материалы съезда хирургов Республики Беларусь, 26-27 сент. 2006 г. / ГМУ. – Гомель, 2006. – С. 122.

22. Тхорева, И. М. Процесс модификации трикотажа для изготовления поддерживающего устройства желудочков сердца / И. М. Тхорева, М. В. Михайлова, А. В. Чарковский, С. В. Шилько // Международная научно-техническая конференция «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» (ПРОГРЕСС-2006), 30 мая-1 июня 2006 г. : сб. материалов. Ч. 1 / ИГТА. – Иваново, 2006. – С. 238-239.

23. Михайлова, М. В. Поддерживающее устройство желудочков сердца для лечения сердечной недостаточности / М. В. Михайлова, И. М. Тхорева, А. В. Чарковский // НИРС – 2005 : сборник тезисов докладов 10 Республиканской научной конференции студентов и аспирантов высших учебных заведений Республики Беларусь, 14-16 февраля 2006 г., Минск : в 3-х ч. Ч. 2 / БНТУ. – Минск, 2005. – С. 281.

24. Никифорова, Е. Д. Влияние параметров петельной структуры трикотажа на его циклическую формостойчивость и долговечность / Е. Д. Никифорова, А. Н. Хорошева, И. М. Тхорева // Международная научно-техническая конференция «Современные технологии и оборудование

текстильной промышленности» (Текстиль-2007), 27-28 ноября 2007 г. : тезисы докладов / МГТУ им. А. Н. Косыгина. – Москва, 2008. – С. 80.

25. Гордеева, Н. П. Оценка качества трикотажа после холодного экстагирования / Н. П. Гордеева, В. Ю. Сергеев, И. М. Тхорева // Международная научно-техническая конференция «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности» (Текстиль-2008), 11-12 ноября 2008 г. : тезисы докладов / МГТУ им. А. Н. Косыгина. – Москва, 2008. – С. 77-78.

26. Тхорева, И. М. Разработка и исследование трикотажа для поддерживающего устройства желудочков сердца / И. М. Тхорева, И. Н. Стакан // Студенческая медицинская наука XXI века : материалы V международной научно-практической конференции, 17-18 ноября 2005 г. / ВГМУ. – Витебск, 2005. – С. 198-200.

27. Чарковский, А. В. Модификация трикотажного материала медицинского назначения / А. В. Чарковский, Т. В. Минченко, И. М. Тхорквa, Ю. Г. Кузьминский, О. М. Романчук, М.А. Борисович // Международная научно-техническая конференция «Полимерные композиты и трибология (ПОЛИКОМТРИБ-2009)» 22-25 июня 2009 г. : тезисы докладов / ИММС НАНБ. – Гомель, 2009. – С. 241.

28. Тхорева, И. М. Исследование процесса придания биологически активных свойств трикотажу / И. М. Тхорева // I Машеровские чтения. Естественно-математические науки : материалы региональной научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 5 мая 2005 г. / ВГУ им. П.М. Машерова. – Витебск, 2005. – С. 70-73.

Патент:

29. Способ определения механических характеристик поддерживающего устройства желудочков сердца: пат. № 2366384 Российской Федерации МПК А61F 2/76 (2006.01) / С.В. Шилько, В.Ф. Хиженок, А. В. Чарковский, И. М. Тхорева, Ю.П. Островский, И. Н. Стакан; заявитель Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси». – № 2008103093/14; заявл. 28.01.2008; опубл. 10.09.2009 // Офиц. бюллетень / Роспатент. – 2009. – № 25.

РЭЗІЮМЭ

Тхорава Ірына Міхайлаўна

Тэхналогія трыкатажнага вырабу, падтрымліваючага жалудачкі сэрца

Ключавыя словы: трыкатажны выраб, жалудачкі сэрца, ячэя, вочка, гідрастатычны націск, пругкая абалонка.

Аб'ект даследавання: канструкцыя выраба і трыкатажнае палатно для яго выпрацоўкі.

Мэта працы: распрацоўка тэхналогіі высокаэфектыўнага медыцынскага трыкатажнага вырабу, падтрымліваючага жалудачкі сэрца.

Метадалогія даследавання: тэорыя вязання, тэорыя структураўтварэння, метады статычных і дынамічных механічных выпрабаванняў, метады канструявання трыкатажных вырабаў, метады матэматычнага планавання эксперыменту.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: распрацавана і запатэнтавана новая структура трыкатажнага палатна адзінарнага асновавязанага камбінаванага няпоўна-платыраванага перапляцення; метадам аднафактарнага рэгрэсійнага аналізу матэматычна апісана сувязь паміж даўжыней ніткі ў вочку і паказчыкамі фізіка-механічных уласцівасцяў адзінарнага асновавязанага камбінаванага няпоўна-платыраванага перапляцення; распрацавана новая канструкцыя трыкатажнай абалонкі на жалудачкі сэрца і спраектаваны дэталі вырабу ў чарцёжна-графічным рэдактары сістэмы трохвымернага цвёрдацельнага мадэліравання; праведзены даследаванні, якія павышаюць біялагічную сумяшчальнасць трыкатажнага імплантанта; распрацаваны тэхналагічны працэс вытворчасці трыкатажнага вырабу, які падтрымлівае жалудачкі сэрца. Навуковая навізна працы заключаецца ў распрацоўцы тэхналогіі трыкатажнага вырабу, падтрымліваючага жалудачкі сэрца, якая дазваляе атрымліваць новы від трыкатажнага імплантата з біялагічна сумяшчальнага матэрыялу для аперацыйнага лячэння ДКМП.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: Распрацоўка зарэгістравана і рэкамендавана да ўжывання на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь (рэгістрацыйнае пасведчанне № ІМ-7.93672, № дзяржаўнай рэгістрацыі Мн-7.6176-0612 ад 27.12.2007 г.) Тэхналагічны працэс вытворчасці выраба ўкаранен на ЭВП УА «ВДТУ». Вопытна-прамысловая партыя вырабаў выкарыстоўваецца ў РНПЦ «Кардыялогія».

Сфера выкарыстання: тэхналогія трыкатажу, кардыяхірургія.

РЕЗЮМЕ

Тхорева Ирина Михайловна

Технология трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца

Ключевые слова: трикотажное изделие, желудочки сердца, ячея, петля, гидростатическое давление, упругая оболочка.

Объект исследования: конструкция изделия и трикотажное полотно для его изготовления.

Цель работы: разработка технологии высокоэффективного медицинского трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца.

Методология исследования: теория вязания, теория структурообразования, методы статических и динамических механических испытаний, методы конструирования трикотажных изделий, методы математического планирования эксперимента.

Полученные результаты и их новизна: разработана и запатентована новая структура трикотажного полотна одинарного основовязаного комбинированного неполно-платированного переплетения; методом однофакторного регрессионного анализа математически описана связь между длиной нити в петле и показателями физико-механических свойств одинарного основовязаного комбинированного неполно-платированного переплетения; разработана новая конструкция трикотажной оболочки на желудочки сердца и выполнено проектирование деталей изделия в чертежно-графическом редакторе системы трехмерного твердотельного моделирования; исследованы физико-механические свойства трикотажного изделия в условиях имитирующей модель нагружения после имплантации; проведены исследования, повышающие биологическую совместимость трикотажного имплантата; разработан технологический процесс изготовления трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца. Научная новизна работы заключается в разработке технологии трикотажного изделия, поддерживающего желудочки сердца, позволяющей производить новый вид трикотажного имплантата из биологически совместимого материала для операционного лечения ДКМП.

Рекомендации по использованию: Изделие зарегистрировано и рекомендовано к применению на территории Республики Беларусь (регистрационное удостоверение № ИМ-7.93672, № государственной регистрации Мн-7.6176-0612 от 27.12.2007 г.). Технологический процесс изготовления изделия внедрен на ЭОП УО «ВГТУ». Опытно-промышленная партия изделий используется в РНПЦ «Кардиология».

Область применения: технология трикотажа, кардиохирургия.

SUMMARY

Tkhoreva Irina Mikhailovna

Manufacturing techniques of knitted ventricular support device (VSD)

Keywords: knitted device, ventricles of heart, mesh, loop, hydrostatic pressure, elastic cover

Object of Research: structure of the device and knitted fabric for its manufacturing

Purpose of Research: development of techniques of highly-effective knitted ventricular support device

Methodology of Research : theory of knitting, theory of structure formation, methods of static and dynamic mechanical testing, methods of designing of knitted products, methods of mathematical planning of experiments

The Results and their Novelty: a new structure of warp knit semi-plating fabric has been developed and patented; relationship between the length of a thread and physical-mechanical properties of warp knit semi-plating process has been described with the help of a single-factor regression analysis; a brand new structure of knitted cover for ventricles has been developed; drafts of the parts of ventricular support device within the size range have been produced with the use of the drawing and graphic editor of the 3D solid modeling system; physical-mechanical properties of the knitted device have been tested in the environment that simulates a loading model after implantation; the researches that increase biocompatibility of knitted implant have been carried out; the technological process of manufacturing of the knitted ventricular support device has been developed.

Scientific novelty of the research is characterized by the development of the techniques of knitted ventricular support device that allow producing of a brand new knitted implant from biocompatible material for surgical treatment of dilated cardiomyopathy.

Recommendations on Application: The device has been registered and recommended for the application in the Republic of Belarus (registration № ИМ-7.93672, state registration № МН-7.6 176-0612 of 27.12.2007). Technological process of manufacturing has been introduced at EOP EE "VSTU". The experimental set is used at RNPC "Cardiology".

Field of Application: techniques of knitted manufacturing, cardiosurgery.

Научное издание

ТХОРЕВА Ирина Михайловна

ТЕХНОЛОГИЯ ТРИКОТАЖНОГО ИЗДЕЛИЯ, ПОДДЕРЖИВАЮЩЕГО
ЖЕЛУДОЧКИ СЕРДЦА

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.19.02 - Технология и первичная обработка
текстильных материалов и сырья (технические науки)

Подписано в печать 28.12.2009. Формат 60x84 ¹/₁₆. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 0.44. Уч.-изд. л. 1.57. Тираж 80 экз. Заказ 526.

Отпечатано на ризографе УО «ВГТУ»
Лицензия № 02330/0494384 от 16.03.2009 г.
210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72