

ОТЗЫВ
официального оппонента

на диссертацию ТИСЛЕНКО Ильи Владимировича на тему: «Разработка метода проектирования компрессионной трикотажной одежды », представленную в диссертационный совет Д212.355.02 на базе ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.19.04 – Технология швейных изделий

Цель работы

Диссертация Тисленко Ильи Владимировича посвящена разработке метода проектирования компрессионной трикотажной одежды на основе виртуального моделирования напряжений, возникающих в трикотажных оболочках, необходимых для достоверного расчёта конструкций одежды.

Актуальность темы диссертации

Современные швейные предприятия активно используют системы трехмерного проектирования одежды. Такие системы позволяют производителю получить не только полный комплект проектно-конструкторской документации, сгенерировать достоверное трёхмерное виртуальное изображение готовой модели, но и получить прогноз соответствия разработанной модели одежды антропометрическим характеристикам той или иной фигуры. Прямым результатом развития технологий становится интеграция систем трехмерного проектирования одежды в процесс продажи готовой одежды. Появляются системы виртуальной примерки, системы выбора готовой одежды, системы проектирования одежды с заранее заданными свойствами, которые необходимы для того, чтобы обеспечить чёткое определение требуемых размеров одежды, повысить удовлетворённость потребителей и снизить возврат проданной одежды. Развитие таких систем сдерживает отсутствие достоверной базы знаний о свойствах различных материалов, несмотря на то, что в разных странах активно ведутся исследования для определения физико-механических свойств текстильных материалов

Поэтому поставленная и решённая в диссертационной работе задача создания научных основ проектирования компрессионной одежды *актуальна*, так как позволит осуществлять математически обоснованный учет способности одежды

из трикотажных материалов оказывать воздействие на мягкие ткани тела, а также получать точные конструкции одежды с учётом изменения формы фигуры человека под влиянием сжатия от компрессионной трикотажной одежды. Выбранная диссертантом тема соответствует Стратегии развития лёгкой промышленности России на период до 2020 года/ Утв. Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 24 сентября 2009 г. № 853, что подтверждает *важность проведённых Тисленко И.В. научных исследований.*

Научная новизна

Тисленко Илья Владимирович получил *значимые результаты*, обладающие *научной новизной*, автором разработаны:

- принципы расчёта элементов системы «фигура – одежда» под влиянием трёх параллельно протекающих процессов: деформации текстильной оболочки, возникновения под ней компрессионного давления и деформации мягких тканей тела человека;
- экспериментальный стенд и методика определения давления, которое вызывает растяжение материала для участков фигуры с разными физическими свойствами поверхности;
- новый показатель – коэффициент компрессионного сжатия, определяющий компрессионную способность трикотажного материала и необходимый для расчёта конструктивных прибавок;
- новая классификация трикотажных материалов по показателю компрессионного сжатия и новая методика определения принадлежности материала к определённой компрессионной группе для конфекционирования материалов в зависимости от назначения одежды;
- новый метод получения развёртки деталей одежды на основе расчёта сил взаимодействия плоских упругих элементов;
- система виртуального моделирования трикотажной компрессионной одежды, в которой выполняют визуализацию компрессионного давления одежды и напряжений, возникающих в трехмерной оболочке на разных участках фигуры и рассчитывают геометрические параметры развёрток деталей одежды с учётом показателей растяжимости трикотажного материала.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором в диссертационной работе, являются обоснованными. Результаты теоретических и экспериментальных исследований согласованы, базируются на коррект-

ном применении современных методов исследований и использовании современных и поверенных средств измерений. Результаты исследований автора нашли применение и внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» и включены в курсы дисциплин для подготовки магистров по направлению 29.04.05 Конструирование изделий лёгкой промышленности и научно-педагогических кадров по направлению 26.09.01 Технологии лёгкой промышленности.

Научные результаты доложены на конференции молодых учёных, аспирантов и студентов «ПОИСК» (Иваново, 2014, 2015); международной научно-практической конференции (Витебск, 2015); пятой Всемирной Текстильной конференции Smartex (Египет, 2015); Всероссийской научной студенческой конференции ИНТЕКС (МГУДТ, Москва, 2016).

Практическая значимость

Тисленко Ильей Владимировичем предложены и разработаны:

- новый показатель, характеризующий способность замкнутых оболочек из трикотажных материалов сдавливать кожные покровы;
- методика конфекционирования материалов для проектирования компрессионной трикотажной одежды;
- методика расчета конструктивных прибавок (величин заужения в продольном и поперечном направлении) для проектирования конструкций одежды, оказывающей заданное давление на кожные покровы;
- программные модули для расчета и отображения деформаций растяжения и сдвига деталей одежды и их развертывания.

Структура работы

Диссертация состоит из 5 глав, содержит качественный критический анализ уровня научной разработанности проблемы, библиографический список включает 135 литературных источника, среди которых 95 иностранных. Работа имеет внутреннее логическое единство и изложена в традиционной для диссертационной работы последовательности разделов.

В *первой главе* рассмотрен ассортимент компрессионной одежды отечественных и зарубежных производителей и применяемых материалов. Разработана новая классификация типов компрессионной одежды. Проведён анализ свойств трикотажных материалов, влияющих на выбор величин конструктивных прибавок и габаритов трикотажной одежды, выявлено, что использование такого свойства как растяжимость недостаточно обоснованно с точки зрения достижения нужного давления одежды на тело.

Изучены физический, психологический и физиологический аспекты воздействия давления одежды на человеческое тело и определены допустимые пределы его переносимости в зависимости от функционального назначения одежды и участка фигуры. Рассмотрены существующие методы теоретического расчёта плотнооблегающих напряжённых оболочек. Показано, что компьютерное проектирование трикотажной одежды с размерами, меньшими размеров фигуры человека, не получило научного обоснования и практического применения.

Вторая глава посвящена экспериментальным исследованиям деформационных свойств трикотажных материалов в плоском состоянии. Изучены физические свойства трикотажных полотен с помощью специализированного измерительного комплекса Kawabata Evaluation System (KES-F). Исследована зависимость изменения линейных размеров проб в поперечном и продольном направлении для малых эксплуатационных нагрузок. Полученные результаты необходимы для расчёта и согласования значений конструктивных прибавок в продольном и поперечном направлениях.

Третья глава описывает экспериментальные исследования деформационных и компрессионных свойств трикотажных материалов на поверхности мягких тканей фигуры. Благодаря сопоставлению растяжимости материала и оказываемого давления материала на тело разработана классификация компрессионной одежды по степени компрессионного воздействия. Предложен новый показатель – коэффициент компрессии, определяющий компрессионную способность трикотажного материала и необходимый для расчёта конструктивных прибавок. Предложено разделить все трикотажные материалы по своей способности к созданию компрессионного давления на четыре группы. Предлагаемый показатель в отличие от растяжимости учитывает физическую величину давления материала, вызванную давлением степень деформации мягких тканей и производимый психофизиологический эффект на потребителя.

В четвертой главе выполнен теоретический расчёт трехмерных оболочек из трикотажных материалов, плотнооблегающих и сдавливающих человеческую фигуру. Предложены теоретические выражения для учёта внутренних напряжений и напряжений, возникающих при растяжении, проверка которых выполнена путём компьютерного и реального проектирования триангуляционной сети и оболочки тела вращения. Разработан способ построения развертки с учётом показателей свойств растяжимости и сдвига материала, и возможности задания соотношения между силами упругого растяжения и сдвига, который при реализации в программной среде позволяет получить визуальное отображение деформации материала на этапе проектирования трехмерной системы «фигура-одежда».

Пятая глава описывает поэтапную реализацию метода проектирования компрессионной трикотажной одежды с виртуальным моделированием деформации фигуры и одежды. Для апробации разработанного метода проведён контрольный

эксперимент и спроектированы компрессионные шорты по разработанному автором и по известному методу проектирования одежды с отрицательными прибавками. Доказано, что разработанный способ обеспечивает практическое совпадение теоретических и фактических результатов при очень незначительном отклонении в 1,2 %.

Завершается работа обоснованными выводами и характеристикой значимых научных результатов. Диссертация отвечает заявленным цели и задачам исследования, а тема работы соответствует заявленной научной специальности. Автореферат и опубликованные соискателем работы отражают основное содержание диссертации.

Наряду с этим по работе Тисленко И.В. имеются некоторые *замечания*.

1. Автором проведен критический анализ состояния вопроса воздействия давления одежды на тело человека: из источников литературы [60-67] выявлены численные значения давления принятые для проектирования компрессионной одежды (стр.39); перечислены допустимые значения уровня комфортного давления для корсетной одежды (стр. 52-61, источники[87,31,32]), рассмотрены типы физиологических изменений организма под воздействием давления (стр.61-63), но в то же время возникает несколько вопросов:

- какие **количественные** значения показателей состояния организма (диапазон значений, или динамика изменения значений) определяют, что производимое одеждой давление комфортное?
- насколько корректно использовать рекомендуемые величины давления (табл. 1.4) для последующего проведения экспериментальных исследований, так как они определены для небольших выборок исследуемых потребителей (от 4 до 10 человек) без учета медицинских показателей состояния организма при длительном и неоднократном применении компрессионной одежды?
- какие именно значения величин давления для разных участков поверхности фигуры человека приняты автором в качестве комфортных значений при проведении экспериментальных исследований в главе 3?

2. В п.2.4 автором предложен «... новый показатель ... - величина растяжения при усилиях 0...49 сН/см, обозначенный ε_{49} , как наиболее соответствующая эксплуатационным нагрузкам, возникающим в материале компрессионной одежды» (стр.89), в то время как в табл. 1.4 в качестве такой величины принята деформация растяжения, выраженная в %. Каким образом осуществлен переход от деформации растяжения, выраженной в % к величине растяжения, выраженной в сН/см.

3. В п.2.5 выполнено важное для выбора конструктивных прибавок исследование сокращения поперечных размеров трикотажных материалов при растяжении, в связи с этим возникают следующие вопросы:

- если автором обозначена ε_{49} при усилиях 0...49 сН/см, как наиболее соответствующая эксплуатационным нагрузкам, почему исследование сокращения поперечных размеров трикотажных материалов выполнено в том числе и при больших усилиях 74 Н/м и 98 Н/м?
 - почему не выполнено более полное исследование сокращения поперечных размеров трикотажных материалов при усилиях в диапазоне от 0...49 сН/см, например при усилиях 12, 24, 36 сН/см?
 - отсутствует единство обозначения единиц, так в тексте указано усилие в 490 сН/см и 0...49 сН/см (стр.89, 90), а в таблицах П 2.1, П2.2 усилие указано в Н/м, но выражено в тех же численных значениях, 490 и 49?
 - с учетом вышеприведенного вопроса, в каких единицах выполнено определение усилия упругой деформации в таблице 3.3. на стр. 107 в сН/см или в Н/м?
4. Неясно, почему погрешность определения давления в п. 3.2.1 сопоставлена с источником [2], а не с поверенным средством измерения?
5. Недостаточная четкость рисунков и графиков (рис. 2.7, рисунки в Приложении 2 и Приложении 3) несколько затрудняет интерпретацию и понимание результатов, полученных автором.
6. Целый ряд вопросов возникает относительно измерений P_i , $\delta_{i\phi}$, δ_{iC} , ε_i выполненных в п.3.3.2, при определении компрессионного воздействия растянутого материала на тело (стр. 104):
- недостаточно ясно с помощью какого устройства измеряли давление P_i в контрольных точках на поверхности фигуры, не приведены его метрологические характеристики и способ снятия показаний?
 - в каких единицах СИ измерены значения давления P_i , приведенные в таблице 3.2 и почему отклонения значений лежат в пределах от 8,6 до 9,3%?
 - почему для фиксации относительных деформаций участков фигуры $\delta_{i\phi}$, δ_{iC} во фронтальной и сагиттальной проекциях использовали фотограмметрию, а не более современные методы, например трехмерного сканирования, использованные в п. 5.2.1?
 - по каким точкам совмещали фотоизображения фигур (рис. 3.8), чтобы провести измерение показателей $\delta_{i\phi}$, δ_{iC} до деформации и после на одном и том же уровне, как выполнен расчет значений $\delta_{i\phi}$, δ_{iC} по фотоснимкам, и какова погрешность этих измерений?
7. В п. 4.2. при теоретическом расчете напряжений в триангулированной полигональной сетке при переходе из прямоугольной плоской системы координат в пространственную систему координат изменение угла между векторами определяют по недостаточно обоснованной формуле из источника [73]. В то время как существуют известные формулы аналитической геометрии для преобразования координат, например из учебника: *Александров П. С. Часть I. Аналитическая*

геометрия // Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. — М.: «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1979. — 512 с.

8. Декларативно представлены сведения о высокой удовлетворенности потребителей качеством компрессионных изделий, изготовленных по разработанному автором методу (стр.145) и неудовлетворенности некоторых потребителей качеством компрессионных изделий, выполненных по известному методу с учетом растяжимости материала (стр.147), так как в диссертации отсутствуют материалы о заявленной проведенной экспертной оценке. Непонятно какие показатели качества оценивали потребители, в каких количественных или качественных единицах и насколько согласованно мнение экспертов.

9. Автором не приведены результаты промышленной апробации предложенного метода, хотя автоматизированная программа проектирования компрессионной трикотажной одежды разработана.

Отмеченные выше смысловые замечания и вопросы по тексту диссертации не снижают общее впечатление от представленной работы. Предлагаемый автором метод проектирования компрессионной одежды *безусловно перспективен, отличается инновационным подходом и может существенно изменить процесс изготовления трикотажной компрессионной одежды, обеспечивающей необходимый эффект компрессии на мягкие покровы человеческих фигур.*

Объем и результаты научных исследований свидетельствуют о достаточном уровне научной квалификации автора.

Заключение

Диссертационная работа *Тисленко Ильи Владимировича* на тему *«Разработка метода проектирования компрессионной трикотажной одежды»* является законченной *научно-квалификационной работой*, в которой изложены новые технические и технологические решения в области проектирования компрессионной трикотажной одежды, обеспечивающей получение требуемого давления и целенаправленное изменение пластики кожных покровов и мышечных тканей на основе виртуального моделирования фигуры и одежды.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о *личном вкладе* автора диссертации в отраслевую науку. Оформление работы соответствует требованиям, установленным Министерством образования РФ. В диссертации отмечены результаты научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и в соавторстве.

Основные научные результаты диссертационной работы соискателя опубликованы в 9 работах, в том числе в 4 статьях в журналах из «Перечня рецензируемых научных изданий», в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук,

ученой степени доктора наук». Выводы и рекомендации Тисленко И.В., полученные в диссертации, имеют важное значение для совершенствования процесса проектирования компрессионной одежды в реальной и виртуальной среде.

Можно *рекомендовать использовать научные результаты* диссертационного исследования на малых, средних и крупных швейных предприятиях, особенно на предприятиях, специализирующихся на изготовлении медицинской, корректирующей и спортивной компрессионной одежды, а также для разработки программных модулей виртуальной примерки и прогнозирования уровня комфортности одежды.

Диссертационная работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук в соответствии с критериями, указанными в п.9 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее *автор – Тисленко Илья Владимирович* заслуживает присуждения ученой степени *кандидата технических наук по специальности 05.19.04 – «Технология швейных изделий».*

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
профессор кафедры художественно-
го моделирования, конструирования
и технологии швейных изделий
ФГБОУ ВО Российский государ-
ственный университет им. А.Н. Ко-
сыгина. (Технологии. Дизайн. Ис-
кусство)

 **Петросова Ирина Александровна**

Подпись И.А. Петросовой заверяю

Проректор по учебной работе ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»



 Дембицкий С.Г.

7 февраля 2018

115035, г. Москва, ул. Садовниче-
ская д.33, с.1, ауд. 252

E-mail: 76802@mail.ru

Телефон / факс: (495) 951-40-43