

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

LIGHT CONF 2021

«НАУКА - ТЕХНОЛОГИИ - ПРОИЗВОДСТВО»

Тезисы докладов
международной научно-технической конференции

Санкт-Петербург

2021

УДК 677.6:62-762
ББК 37.732-3
Н82

Н82

Light Conf 2021. «Наука - Технологии - Производство»: матер. международн. науч.-технич. конф. 29-31 марта 2021 г. / СПб.: ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2021. – 46 с.

ISBN 978-5-7937-1990-2

В данном сборнике содержатся тезисы докладов Международной научно-технической конференции, посвященной инновационному развитию текстильной и легкой промышленности - Light Conf 2021, которая проходила с 29 марта по 31 марта 2021 года в Санкт-Петербургском государственном университете промышленных технологий и дизайна.

В конференции приняли участие 47 докладчиков из 10-ти университетов России и СНГ: Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, Ивановского государственного политехнического университета, Витебского государственного технологического университета, Института химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина, Донского государственного технического университета, Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», Самарского государственного технического университета, Омского государственного технического университета, Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

УДК 677.6:62-762
ББК 37.732-3

ISBN 978-5-7937-1990-2

© ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2021

Оглавление:

Раздел 1. Биотехнологии: биоразлагаемые материалы, использование микроорганизмов для производства одежды; упаковки и элементов дизайна.	4
Раздел 2. Проектирование и технологии производства полимерных композиционных материалов	9
Раздел 3. Инновационный текстиль: инновационные направления развития технологии изготовления новых видов текстильных материалов с активными свойствами; применение новых тканей в дизайне одежды; химия и технологии производства	13
Раздел 4. Автоматизация и информационные технологии в управлении и производственных процессах текстильной и легкой промышленности: современное технологическое оснащение предприятий отечественного легпрома: гибридные модели производства или полная роботизация; экологическая безопасность предприятий текстильной и легкой промышленности	19
Раздел 5. Новые технологии производства: 3D печать на этапе производства опытных образцов, для изготовления ювелирных украшений, обуви и одежды, для кастомизации старой одежды, обуви и аксессуаров; безотходное и циркулярное производство	28
Раздел 6. Новые технологии моделирования и проектирования изделий швейной отрасли: 3D сканирование, 3D моделирование и пути совершенствования САПР легкой промышленности	33
Раздел 7. Большие данные, искусственный интеллект, нейронные сети: аналитика и цифровые двойники магазинов, цифровые двойники потребительского процесса; цифровые двойники производств, производимых товаров и производственных процессов. AR, VR: виртуальная одежда для примерки на цифровом аватаре, виртуальная одежда для игр, AR, VR и социальных сетей	44

Раздел 1. Биотехнологии: биоразлагаемые материалы, использование микроорганизмов для производства одежды; упаковки и элементов дизайна.

Модератор: Кузнецов Антон Геннадьевич, к.т.н. доцент кафедры Технологии целлюлозы и композиционных материалов ВШТЭ

© Д.Ю. Уварова, Ю.Г. Мандре, Э.Л. Аким, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа технологии и энергетики
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных д.4

ИССЛЕДОВАНИЕ КАРБЕНИЗИРОВАННОГО ВОЛОКНА ТЕХНИЧЕСКОЙ НЕНАРКОСОДЕРЖАЩЕЙ КОНОПЛИ НА СПОСОБНОСТЬ ВПИТЫВАТЬ НЕФТЕПРОДУКТЫ

Техническая ненаркосодержащая конопля является важной технической культурой, возделываемой для получения волокна, семян и масла. В качестве вторичного продукта при производстве масла получается жмых, содержащий до 30 % белка, 10 % жира и служащий концентрированным кормом для сельскохозяйственных животных. Волокно, получаемое из ее стеблей (пенька), отличается значительной прочностью, длиной, устойчивостью к гниению. Из него делают канаты, ткани, веревки, шпагат и другие изделия. Около 65 % массы растения занимает костра, из которой изготавливают бумагу, строительные материалы и пр. В целом из технической ненаркосодержащей конопля в различных сферах экономики возможно производство более 6 тысяч наименований продукции. Помимо производства “потребительской” продукции, существенный интерес представляют и сорбенты на основе карбенизированных материалов на базе конопля.

Так, они могут быть использованы для очистки поверхности воды и почвы от загрязнений нефтью и нефтепродуктами, которые наносят значительный ущерб окружающей среде. и своевременны методы их в настоящее время очень актуальны. Одним из эффективных способов очистки является использование сорбентов. В работе было получено карбенизированное волокно технической ненаркосодержащей конопля и проведены исследования по способности полученного волокна к сорбции на примере нефтепродуктов (трансмиссионное машинное масло и веретенное масло). Исследование различных материалов на способность впитывать нефтепродукты: активированный уголь – впитываемость 0,5 г/г (при испытании с трансмиссионным машинным маслом) и 0,6 г/г (при испытании с веретенным маслом); композиционный материал (нетканое волокно и смола) 5,1 г/г (при испытании с трансмиссионным машинным маслом) и 5,7 г/г (при испытании с веретенным маслом); карбенизированное волокно технической ненаркосодержащей конопля 7,3 г/г (при испытании с трансмиссионным машинным маслом) и 6 г/г (при испытании с веретенным маслом). Волокно технической ненаркосодержащей конопля после карбенизации обладает хорошей сорбционной способностью, также это экологически чистый и быстро восполняемый материал, который можно использовать как сорбент для очистки загрязнений от нефтепродуктов.

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования «Центр развития творчества и научно-технических инициатив детей и молодежи» Калининского района Санкт-Петербурга
195267, Санкт-Петербург, ул. Ушинского, д.6, лит. А

ИНТЕГРАЦИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В современном мире остро стоит вопрос подготовки квалифицированных специалистов в области высоких технологий, междисциплинарных исследований и биоинженеринга. Для решения этой проблемы необходим комплексный подход к системе образования детей и молодежи, в том числе в сфере дополнительного образования. Традиционное обучение не предполагает в полной мере знакомить учащихся с возможностями современных технологий, получения достаточных умений и навыков, необходимых для профориентации и формировать профессиональные компетенции будущих специалистов. В детском технопарке «Кванториум» используются современные биологические знания, позволяющие создавать методики, направленные на конструирование клеток нового типа, проектировать и внедрять в производство различные интерфейсы взаимодействия человека и электронных устройств.

Биология, биотехнологии – активно развивающиеся отрасли современной научной мысли. Большинство обучающихся в средней школе имеют лишь общие знания об атоме, клетках, тканях и организме в целом. Данные знания отрывочны и не интегрированы друг с другом. Переходя к решению определенных задач, обучающиеся начинают путаться в уровнях организации, общих понятиях и законах анатомии и физиологии. На базе технопарка реализуются образовательные программы, ориентированные на эффективное решение актуальных проблем ребенка, отвечающие потребностям современных детей и родителей, а также способствующие развитию ответственности за собственное здоровье.

Целью интеграции возможностей современных биотехнологий в образовательный процесс является моделирование задач профессионального характера в формате проектной деятельности учащихся для комплексного формирования будущих специалистов. Данный проект направлен на знакомство учащихся с применением знаний в междисциплинарных проектах, кейсах от предприятий-партнеров реального сектора экономики, в том числе учреждений среднего специального, высшего образования и будущих работодателей.

Практическое применение комплексного подхода к обучению детей показало повышение заинтересованности и мотивированности учащихся к занятиям научно-исследовательской деятельностью, направленной на применение навыков биотехнологий в различных сферах жизнедеятельности.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа технологии и энергетики
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных д.4

БИОМАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В УПАКОВКЕ

В соответствии с классификацией European Bioplastics Association по способу разложения все полимеры можно подразделить на 4 подгруппы: небиodeградируемые из ископаемого сырья (сюда относятся «классические» синтетические полимеры, такие как полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиэтилентерефталат и др.), биodeградируемые из ископаемого сырья (поливиниловый спирт, полигликолиевая кислота, полибутиратадипинтерефталаты (PBAT); биodeградируемые (полилактид (PLA), полимеры, на основе крахмала, целлюлозы, полигидрокиалканоаты) и небиodeградируемые (так называемые био-полиэтилен (Bio-PE), био-полиэтилентерефталат (Bio-PET), био-поливинилхлорид, био-1,4 – бутандиол т.д.) полимеры из природного сырья.

При этом порядка 40% всех производимых полимеров приходится на упаковочную промышленность, а если отдельно рассматривать био-полимеры (т.е. исключая 1 группу предложенной выше классификации), то порядка 55%-59% биополимеров используется в производстве упаковки, 11% в текстильной промышленности, и порядка 30% - в других сферах (в первую очередь – в сельском хозяйстве, транспортной и электропромышленности).

Такая популярность биоматериалов в упаковочной отрасли не удивительна, так как их использование (при грамотной организации процесса утилизации разных подгрупп биополимеров) открывает новую альтернативу для решения «мусорной проблемы» и вписывается в концепцию экономики замкнутого цикла.

Самыми популярными био-полимерами являются биополимеры на основе крахмала (порядка 21% от общего числа производимых био-полимеров за 2019 год), PBAT, PLA, Bio-PE, Bio-PET (от 10% до 15% от общего числа производимых биополимеров за 2019 год).

Крупнейшими производителями биополимеров являются компании Nature Works (США); BASF, Novamont (Европа), Mitsubishi Chemicals (Япония). Общий объём производства биополимеров составил примерно 2,11 миллионов тонн в 2019 году, а к 2024 прогнозируется увеличение объёма производства до 2,426 млн тонн (European Bioplastics, nova-Institute, 2019). При этом объём земель, занятых под выращивание сырья для получения биопластиков составил в 2019 году порядка 0,8 млн га.

Существенными тормозящими факторами в вопросе использования био-полимеров является их стоимость (в 2-5 раз превышающая стоимость синтетических полимеров), высокая конкуренция со стороны предприятий, производящих синтетические полимеры (и являющимися крупными налогоплательщиками), недостаточная поддержка для развития производства био-полимеров на государственном уровне в ряде стран, а также более низкие физико-механические показатели некоторых видов био-полимеров по сравнению с синтетическими. Но, несмотря на представленные сложности в вопросе использования био-пластиков и био-плёнок в упаковочной отрасли, их рынок активно развивается и одним из инициаторов такого развития выступает директива ЕС 2019/904 ЕС «О сокращении влияния некоторых пластиковых продуктов на окружающую среду», начавшая действовать в 2021 году.

Так же новыми интересными решениями в упаковочной сфере являются био-упаковки на основе кожуры фруктов, панцирей ракообразных, грибные и водорослевые упаковки, многие из которых уже являются брендированными товарами на рынке.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа технологии и энергетики
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных д.4

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСТРАКТОВ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ УПАКОВКИ

На сегодняшний день во всем мире остро стоит проблема неразлагаемости пластиков и пленок для упаковки и тары. Одним из решений данного вопроса является производство биоразлагаемых упаковочных материалов. Наряду с пластиками из полилактида (PLA) изучается производство пластиков с биоразлагаемыми наполнителями, основным из которых сегодня является крахмал. Однако с каждым годом спрос на него в разных отраслях промышленности растет, а производство в некоторых местах даже сокращается. К тому же крахмал относится к пищевому сырью. Таким образом, поиск полисахаридов, аналогичных по свойствам крахмалу, является перспективным направлением.

Арабиногалактан (АГ) – основной компонент гемецеллюлоз древесины лиственницы – является водорастворимым полисахаридом и в биоразлагаемой упаковке может, как раз, действовать аналогично крахмалу. В то же время нет необходимости использовать для производства такой упаковки близкий к фармакопейной чистоте АГ, достаточно применять технический водный экстракт древесины лиственницы, большую часть которого составляет арабиногалактан.

Кроме АГ древесина лиственницы содержит много водорастворимых веществ в общем количестве от 11,9 до 33%: флавоноиды, маннаны, пектиновые вещества и др. Арабиногалактан является основным водорастворимым компонентом древесины и находится в ее ядровой части, то есть он также в большом количестве содержится в опилках и стружках – отходах деревообработки.

Данная работа посвящена изучению процессов извлечения арабиногалактана – экстракта древесины лиственницы – на экспериментальном экстракторе, разработанном на кафедре ТЦиКМ Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, работающего по принципу экстрактора Сокслета. С целью рационального использования сырья экстракты извлекались именно из опилок и стружек лиственницы даурской и сибирской с помощью экспериментального экстрактора для дальнейшего использования в композиции биоразлагаемой упаковки. Особенность данного аппарата в том, что можно получить сразу большое количество конечного экстракта с высокой концентрацией.

Был проведен ряд экспериментов по экстракции сырья с разными значениями форм-фактора, композиционным составом и физическими свойствами.

В ходе работы подобраны оптимальные условия для процессов, проходящих в экспериментальном экстракторе. Анализ полученных экстрактов с применением методов спектрофотометрии показал, что их основным компонентом является арабиногалактан. Кроме того, проводя сравнение с литературными данными, предполагаем содержание в экстрактах и флавоноида дигидрокверцетина.

Показано, что применение в качестве сырья свежих опилок лиственницы является наиболее перспективным, поскольку при экстракции водой в экспериментальном экстракторе дает наибольший выход сухих веществ (21,98%). Разработанный способ экстракции при оптимальном режиме позволяет получить высококонцентрированные экстракты древесины лиственницы в отличие от классической экстракции веществ горячей водой, где концентрации экстрактов варьируются, но находятся в диапазоне до 2%.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа технологии и энергетики
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных д.4

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ

Данная тема крайне актуальна на сегодняшний день. К сожалению, не всегда есть возможность утилизировать тот или иной продукт переработки, и приходится прибегать к различным мерам, как например – захоронение на полигонах. Отходы целлюлозно-бумажной промышленности пока что не нашли своего места в процессе переработки с целью получения полезной энергии или топлива. Причина этому – образование процесса выделения вредных веществ из хлоросодержащих компонентов сырья. Предлагается решение данной проблемы, которое заключается в совместной утилизации древесных отходов и отходов ЦБП в виде топливных брикетов путем пиролиза. Из-за недостаточного количества кислорода и сравнительно низких температур пиролиза, вредные выбросы, в частности диоксины, которые выделяются при температурах 500-1200 градусов Цельсия и имеют обратимый характер, не будут высвобождаться из топливных брикетов.

В случае если выброс диоксинов в атмосферу все-таки неизбежен, предлагается дожигать дымовые газы, используя электроплазменные технологии. Под электроплазменными технологиями принято понимать процессы широкого класса направленности, в основе которых лежит применение генератора низкотемпературной плазмы – плазмотрона. Принципиально важно, что в таком реакторе нет горения, отходы не сжигаются, а подвергается газификации. А раз нет ни горения, ни кислорода – отходы не сжигаются, следовательно, при такой температуре нет условий для образования диоксинов, фуранов, оксидов азота, диоксида серы, углекислого газа и прочих вредных выбросов. Тем самым, становится очевидной сфера применения таких технологий – переработка отходов, являющаяся на данный момент одной из самых актуальных задач в сфере экологии. Данные технологии чрезвычайно дорогостоящие на начальном этапе, но со временем они окупают себя, вырабатывая синтез-газ, который является аналогом природного газа и помимо коммерческих целей, может использоваться для собственных нужд, также нет необходимости затрачивать лишние материальные средства предприятия на вывоз отходов и их захоронение на полигонах.

Раздел 2. Проектирование и технологии производства полимерных композиционных материалов

Модератор: Лукичева Наталья Сергеевна. Кафедра Наноструктурных, волокнистых и композиционных материалов им. А.И. Меоса, СПбГУПТД

© Т.Б. Кольцова, Е.С. Цобкалло, О.А. Москалюк, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая морская д.18

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СТАТИСТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ВОЛОКОН ПОЛИАМИДА-6

Методы исследования прочностных свойств синтетических нитей и волокон основаны, в основном, на экспериментальных подходах. Разработка новых подходов к их оценке, основанные на структурном анализе механизмов разрушения позволяет вырабатывать более обоснованные рекомендации по повышению их прочности. Для полимеров характерна достаточно сложная неоднородная структура, как на молекулярном, так и на надмолекулярном уровне. Известно, что основным фактором, определяющим прочность полимерных материалов, является несовершенство их структуры, т.е. имеющиеся дефекты, распределение которых в объёме материала имеют случайный характер. Для создания структурно-статистической модели рассматривались в качестве дефектов различные локальные особенности молекулярной и супрамолекулярной структуры. Прочностные характеристики полимерных материалов определяются природой и характером распределения дефектов структуры материала. В свою очередь, распределение дефектов носит случайный характер. Поэтому среди методов оценки прочности полимерных материалов, в том числе и ориентированных структур, выделяется достаточно перспективное направление, основанное на статистических подходах [1-3], позволяющих разрабатывать структурно-статистическую теорию разрушения полимеров. Целью настоящей работы является математическое описание статистического распределения прочности элементарных волокон полиамида-6, сопоставление данного исследования одиночных элементарных полимерного материала с результатами статистического анализа прочности комплексных нитей, полученных в работе [2]. Для получения адекватной информации о функции распределения прочности было проведено большое число испытаний однотипных образцов одного и того же материала в одинаковых условиях. В работах [1, 2] были проанализированы статистические распределения прочности на комплексных нитях полиамида-6. Для исключения влияния на прочность макроскопических эффектов, присущих комплексным нитям, настоящие исследования были проведены на элементарных волокнах, полученных на основе гибкоцепного полимера – полиамида-6. Диаметр элементарных волокон составлял 8-10 мкм. Испытания проводились в режиме одноосного растяжения на универсальной испытательной установке Instron. На основании большого числа экспериментальных испытаний были построены статистические распределения значений прочности и предложены структурные модели разрушения.

ПРИМЕНЕНИЕ АРМИРУЮЩИХ ОСНОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В докладе представлен анализ применимости армирующих основ при изготовлении волокнистых наполнителей для би- и многокомпонентных материалов с целью повышения их формоустойчивости. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-31-90116.

Современные тенденции в проектировании и технологические возможности изготовления волокнистых наполнителей делают актуальной разработку слоев пакета специальной одежды, представляющих собой детали из композиционных материалов, для соответствия специфическим требованиям к данному виду изделий.

Разработана классификация волокнистых наполнителей по обобщенной системе признаков: способ образования и сохранения структуры и формы, конструкция пакета, армирующий материал.

Классификация использована при разработке процесса проектирования специальной одежды с изменяемым пакетом материалов.

Полученные ранее математические описания зависимостей свойств образцов материалов из кератиновых и коллагеновых волокон от технологических факторов: вида армирующей основы, расположения ее в холсте, частоты прокладывания и количества нитей или пучков, которые предназначены для расчета показателей механических свойств би- или многокомпонентных композиционных материалов.

Элементы поверхности новых материалов будут различаться по масштабу, площади заполнения, высоте рельефа.

Предложен подход к проектированию волокнистых армированных деталей, заключающийся в преобразовании информации о элементах пакета материалов в конструкцию и технологию изготовления специальной одежды, требуемые свойства которой обеспечиваются путем комплексного решения проектных задач.

Определена схема формообразования системы «армирующая основа – волокнистый материал – объемная деталь – формоустойчивое изделие».

В результате проведенного анализа путей достижения и сохранения формы в современной одежде, содержащей детали из войлока и коллагенсодержащих формованных материалов, выявлено, что наиболее эффективными для сохранения формы являются приемы, основанные на использовании дополнительных материалов и конструктивных элементов, которые в виду их высокой трудоемкости мало используются в современных технологиях, что требует совершенствования методов изготовления и оборудования для производства волокнистых материалов.

Разработана методика проектирования формоустойчивой женской специальной одежды, разделенная на несколько последовательных этапов, которые соответствуют признакам классификации, выделенным при анализе современных изделий с деталями из волокнистых материалов: способ образования формы готового изделия, технология закрепления формы изделия, характеристики структуры материала, конструкция пакета с определением вида армирующей основы, разработка конструкции специальной одежды, определение методов изготовления.

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая морская д.18

ВЛИЯНИЕ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ СВОЙСТВ НИТЕЙ НА СВОЙСТВА ТКАНЕЙ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Работа посвящена исследованию эксплуатационных свойств тканей, используемых для армирования полимерных композиционных материалов. Эксплуатационные свойства таких тканей во многом определяют качество армированных полимерных композиционных материалов. Ткани вырабатываются из химических нитей с определёнными структурами и свойствами.

Целью работы является исследование влияния неопределённости свойств углеродных и полипропиленовых нитей на свойства тканей, выработанных из этих нитей.

В качестве основных параметров структуры нитей были выбраны линейная плотность (ЛП) и неровнота по линейной плотности (НЛП), в качестве характеристик механических свойств – разрывная нагрузка (РН) и удлинение при разрыве (РУ). Экспериментальные исследования нитей и обработка результатов измерений проводились по стандартным методикам.

Для достижения цели работы были решены следующие задачи:

1. Выполнено измерение ЛП, НЛП, РН и РУ нитей обоих типов.
2. Определены статистические законы распределения ЛП, РН и РУ.
3. Построены теоретические законы распределения ЛП, РН и РУ нитей.
4. Найдены доверительные границы погрешности средних значений ЛП, НЛП, РН и РУ нитей.

В качестве основных параметров структуры и характеристик механических свойств тканей были выбраны поверхностная (ППЛ) и объёмная (ОПЛ) плотности, РН и РУ. Экспериментальные исследования тканей и обработка результатов измерений также проводились по стандартным методикам.

Для достижения цели работы были решены следующие задачи:

1. Выполнено измерение массы, длины, ширины, толщины, РН и РУ образцов тканей обоих типов.
2. Определены статистические законы распределения массы, длины, ширины, толщины, РН и РУ образцов тканей.
3. Построены теоретические законы распределения массы, длины, ширины, толщины, РН и РУ образцов тканей.
4. Найдены доверительные границы погрешности средних значений ППЛ, ОПЛ, РН и РУ тканей.

В результате исследований была выявлена зависимость параметров структуры и характеристик механических свойств углеродных и полипропиленовых тканей от неопределённости свойств основных и уточных нитей. Например, для углеродной ткани, выработанной из нитей номинальной линейной плотности 200 текс, разрывная нагрузка по основе при доверительной вероятности 0,95 равняется (1170 ± 317) Н, а разрывная нагрузка нитей - $(125,6 \pm 14,1)$ Н. Неопределённость разрывной нагрузки ткани составляет 27,1 %, а неопределённость разрывной нагрузки нитей – 11,2 %. Удлинение при разрыве ткани по основе при доверительной вероятности 0,95 равняется $(1,54 \pm 0,27)$ %, а удлинение при разрыве нитей – $(0,73 \pm 0,12)$ %. Вклад неопределённости по разрывной нагрузке нитей в ткань соответствует 40 %, а вклад неопределённости по удлинению при разрыве – 90 %.

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПРОКЛЕИВАНИЯ ШВОВ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ

Активное развитие ассортимента материалов для швейных изделий и повышение их качественных показателей должны быть учтены при разработке современных способов производства швейных изделий.

Цель работы разработка новых подходов к получению бесосновного самоклеящегося пленочного материала (БСПМ), обладающего комплексом улучшенных функциональных характеристик.

В качестве перспективных пленкообразующих при создании нового материала были выбраны водные дисперсии полимеров. С целью выбора оптимального состава исследуемых латексов для создания полимерных композиций, используемых в качестве клеевых и неклеевых слоёв самоклеящегося пленочного материала, оценивалось влияние соотношения сомономеров на физико-механические и технологические свойства латексных плёнок. В результате проведённых исследований по влиянию химического состава и соотношения сомономеров на физико-механические и технологические свойства сформированных плёнок. Получены и исследованы образцы клеевого и неклеевого слоев бесосновного самоклеящегося пленочного материала из водных дисперсий акриловых полимеров, предназначенные к использованию при изготовлении защитных швейных изделий.

Выбранное направление исследований было ориентировано на получение минимально двухслойной пленки, каждый слой в которой отвечает соответственно: за высокую адгезионную прочность – клеевой слой, он же обладает, как правило, из-за сохранения в полной мере высокоэластического состояния, и высокой эластичностью; за механическую прочность, сбалансированную с эластичностью – армирующий слой. Проведенные исследования позволили решить в полной мере задачу поиска ингредиентного состава для слоев бесосновного самоклеящегося материала, обладающего, с одной стороны, липкостью, а с другой – необходимой механической прочностью и растяжимостью. При этом экспериментально установлено, что возникновение взаимодействия на границе «текстильный материал – адгезив» возможно только под действием сжимающего давления 30-50 кПа.

В наибольшей степени повышение сопротивления расслаиванию наблюдается на материалах с пленочным микропористым покрытием, при этом удлинение бесосновного пленочного материала без разрыва может составлять 350 %, максимальное удлинение швов в процессе эксплуатации ± 10 %, максимальная требуемая эластичность пленочного материала с учетом наличия кривизны швов должна быть не менее 37 %.

В результате проведенных исследований установлено, что созданные образцы бесосновного самоклеящегося пленочного материала получены на основе использования в различных его слоях однородного компонентного состава, но разной концентрации одних и тех же компонентов, что позволяет отказаться от использования дополнительной основы, обладают высокой липкостью (порядка 0,3-0,6 кН/м), способствующей получению адгезионной прочности не менее 0,6 Н/см, достаточной механической прочностью (более 19 МПа), высокой растяжимостью при разрыве (более 100 %).

Раздел 3. Инновационный текстиль: инновационные направления развития технологии изготовления новых видов текстильных материалов с активными свойствами; применение новых тканей в дизайне одежды; химия и технологии производства

Модератор: Москалюк Ольга Андреевна, к.т.н., доцент. Доцент кафедры инженерного материаловедения и метрологии СПбГУПТД

Н.В. Дашенко, А.М. Киселев, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая морская д.18

СОЗДАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ВЫПУСК ИННОВАЦИОННОЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

В настоящее время, когда остро стоит вопрос о производстве отечественной конкурентоспособной текстильной продукции, необходим синтез традиционных (механических, химических) и инновационных нано-, био-, информационных и когнитивных (NBIC) технологий, которые могут служить основой для создания принципиально нового поколения multifunctional («умных») текстильных материалов и изделий. При этом невозможно обойти стороной процессы, построенные на базе специфических характеристик структуры и свойств наноразмерных систем и нанобъектов, составляющих сущность современных нанотехнологий.

О повышенном интересе к нанотехнологиям в индустрии текстиля свидетельствует факт ежегодного 10%-ного прироста мировой нанотехнологической продукции, объем которой приближается к одному триллиону долларов США. Наряду с появлением новых видов волокон (минеральных, синтетических, модифицированных, углеродных и др.), возникают и принципиально новые технологии. Все чаще современный текстиль опирается на принципы бионики, биомиметики, связывается с новыми видами коммуникаций, все большее внимание уделяется влиянию современной одежды на психо-физиологические аспекты человека. В индустрии текстиля и одежды на первый план выдвигаются инновации, способные сообщить им новые специальные и потребительские свойства (самоочищение, защита от излучений, увлажнение, мембранные и электропроводные эффекты, терморегулирование, ароматизация, самоочищение и др.).

Заслуживают внимания результаты исследований в данной области, проводимые на кафедре химических технологий Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, которые направлены на создание технологий формирования структурной окраски по оптическому механизму с помощью наноразмерных интерференционных пигментов, способов самоочищения текстильных материалов и их защиты от излучений путем нанесения нанопокровов на основе гибридных композиций наночастиц диоксида титана и других элементов с повышенной фотокаталитической активностью.

Применительно к производству и использованию текстильных материалов нанотехнологии наиболее перспективны в направлениях, обеспечивающих получение новых видов нановолокон и сообщение текстилю новых свойств на стадии заключительной отделки с применением нанодисперсий и наноземлюльсий. При этом волокнистые материалы приобретают свойства гидро- и олеофобности, пониженной горючести, мягкости, формоустойчивости, термостойкости, противозагрязняемости и самоочищения,

пониженной электризуемости, а также биостойкости. Например, нами установлено, что при обработке хлопчатобумажных материалов аминокремнийорганическими наноэмульсиями возможно проявление мембранного эффекта, когда поверхность ткани обладает водо-, масло- и грязеотталкивающими свойствами, а внутренний объем остается гидрофильным, способным к поглощению паров воды.

В настоящее время в текстильной отрасли экономически и промышленно развитых стран обозначилась тенденция постепенной замены традиционного текстиля бытового, технического, медицинского, информационного и специального назначения интеллектуальным, для производства которого необходимы инновационные наукоемкие технологии. Освоение нанотехнологий в индустрии текстиля требует создания принципиально новых видов красителей, текстильно-вспомогательных веществ, устройств для контроля качества текстильных материалов с новыми эффектами и видами отделок, современного оборудования для изготовления интеллектуального текстиля.

При условии решения указанных задач можно прогнозировать выпуск конкурентоспособной текстильной продукции, отвечающей требованиям инновационного содержания, безопасности и качества.

**© Н.А. Шарапов, А.Ю. Ковалев, Н.Д. Лихарева, С.Е. Маланичев,
В.Ю. Траубергс, 2021**

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА С ЦЕЛЬЮ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОФИЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время применение полимерных и композиционных материалов широко распространено в различных отраслях промышленности и сферах народного хозяйства. На данный момент существует актуальная проблема придания полимерным материалам адгезионных свойств к различным веществам без изменения полимерной структуры и исходных характеристик: прочности, взаимного трения между волокнами. Существующие методы решения данного вопроса обладают рядом недостатков. Наиболее же перспективным методом активации и модификации поверхности полимерных материалов является воздействие плазмой импульсного барьерного разряда. Данный метод был экспериментально реализован при обработке полиамидной ткани, изначально обладающей гидрофобными свойствами. Предварительной пропитки ткани гидрофобными составами не проводилось. Обработка материалов осуществлялась импульсным барьерным разрядом на воздухе при атмосферном давлении. Исходя из соображений геометрии, для экспериментальной установки была выбрана плоскопараллельная пара электродов, один из которых имеет диэлектрический слой, что обеспечивает условия генерации именно барьерного разряда в промежутке. В качестве электрода использовалась стеклянная пластина с покрытием In-Sn, нанесенным методом магнетронного распыления. Тонкий слой In-Sn обладает более высокой проводимостью по сравнению с альтернативными проводящими материалами. Геометрия и материал диэлектрика и проводящего слоя электрода позволяют визуально наблюдать структуру и размеры разряда, а также перемещение микроарядов.

Время экспозиции обрабатываемой ткани в зоне разряда варьировалось от 10 до 60 секунд с шагом в 10 секунд. Результаты воздействия оценивались при помощи смачивания поверхности ткани дистиллированной водой и измерения времени впитывания. Капля считалась впитанной, когда при визуальной оценке весь ее объем распределялся в объеме ткани, а в месте нанесения капли не было воды на поверхности ткани. Измерение времени

производилось с момента нанесения первой капли до момента впитывания последней. При проведении эксперимента основным критерием являлось отсутствие термических разрушений структуры ткани. На основе экспериментальных данных была определена зависимость времени впитывания воды тканью от времени, прошедшего с момента обработки. Непосредственно после воздействия образец быстро впитывал воду, а спустя 15 минут время впитывания незначительно увеличивалось. С течением времени скорость впитывания уменьшалась до полного восстановления гидрофобных свойств. В процессе исследований были определены оптимальные параметры разряда и геометрия разрядной системы, при которых достигался максимальный эффект гидрофильности. Для получения статистически достоверных значений была проведена серия экспериментов, демонстрирующая воспроизводимость результатов.

Полученные результаты подтверждают высокую эффективность использования импульсного барьерного разряда в качестве метода обработки полимерных материалов. Предлагаемый способ может найти применение в техническом процессе покраски, склейки или иной обработки полимерных материалов.

© О.А. Москалюк^{1,2}, Е.С. Цобкалло¹, Е.Г. Григорьева¹, 2021

¹Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.18

²Проектная компания СЗЦТТ ООО «АрктикТекс»

188300, обл. Ленинградская, г. Гатчина, проспект 25 Октября, д.28А, пом. VIII

РАЗРАБОТКА НИТЕЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ, ДЛЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ФУНКЦИЕЙ ПОДОГРЕВА

Сегодня активное развитие промышленности и технологий производства предъявляют к текстильным материалам такие требования, которые существующие природные и синтетические нити удовлетворить уже не могут. Для придания материалам и текстильным изделиям специальных свойств, необходимых для работы человека в сфере производства (кислото-, огне-, масло-, водостойкость и др.) и экстремальных условиях окружающей среды (терморегуляция и контроль микроклимата) перспективным является использование различных видов отделки химических волокон.

Высокофункциональные нити с тщательно разработанными и специально подобранными химическими, а также физико-механическими свойствами служат сырьем для так называемого инновационного текстиля. Такие материалы открывают самые широкие перспективы перед техническими текстильными изделиями будущего. Они могут применяться в производстве спецодежды, способной надежно защищать человека от вредного ЭМИ-излучения, одежды с подогревом, для снятия статического электричества и т.д.

В рамках сотрудничества Северо-Западного центра трансфера технологий и Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна на данный момент проводятся исследования в области разработки и создания текстильных материалов с функцией подогрева.

Целью данной работы была разработка технологии модификации нитей углеродными нанотрубками, исследование их свойств и оценка возможности применения для создания текстильных изделий с функцией подогрева.

В качестве объектов исследований была выбрана пряжа следующего состава: хлопок 50% - лен 50%; шерсть 30% - нитрон 70%; шерсть 50% - нитрон 50%. Была проведена поверхностная обработка пряжи суспензией на основе одностенных углеродных

нанотрубок TUBALL (OCSiAl). Были исследованы механические свойства пряжи до и после обработки, проведено измерение электрического сопротивления. Показано, что пряжа с составом хлопок 50% - лен 50%; шерсть 50% - нитрон 50% обладает лучшими физико-механическими свойствами поле модификации углеродными нанотрубками.

Далее на плосковязальной машине 8 класса были отвязаны образцы трикотажа из выбранной пряжи различными переплетениями: кулирная гладь, ластик 1+1, репс. Были определены их технологические параметры и проанализирована вязальная способность электропроводящей пряжи. В результате работы было выбрано трикотажное полотно, обладающее лучшими эксплуатационными свойствами – репс.

Следующим этапом работы будет изготовление текстильного изделия, из модифицированной углеродными нанотрубками пряжи, позволяющего осуществить обогрев и сохранение тепла тела человека, без ограничений возможности его движения, выполнения им физических упражнений и своих профессиональных обязанностей, с обеспечением всех эстетических функций

© Н.П. Пророкова^{1,2}, С.Ю. Вавилова¹, 2021

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук
153045, Иваново, ул. Академическая, д.1
Ивановский государственный политехнический университет
153000, Иваново, пр. Шереметевский, д.21

ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЯ НА ПОЛИПРОПИЛЕНОВОЙ НИТИ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ЕЙ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Нанесение покрытий на текстильные материалы, например, шлихтование или замасливание, традиционно используется для улучшения переработки пряжи и нитей. В настоящее время появились также покрытия, которые обеспечивают придание материалам новых свойств, например, биоцидности, гидрофобности, самоочистки и др. Перспективным направлением науки о материалах является разработка многофункциональных покрытий, придающих материалам одновременно несколько новых свойств. Свойства покрытий определяются материалами покрытий, структурой и свойствами поверхности подложки и методами формирования покрытий. Для формирования мультифункциональных покрытий используются разнообразные методики: нанесение покрытия методом погружения, химическим осаждением / электроосаждением, послонной сборкой, распылением, центрифугированием, электрораспылением / электроформованием, химическим травлением, литографическим структурированием и прочие методы.

В Институте химии растворов РАН предложен новый способ получения покрытий для придания полипропиленовым нитям мультифункциональных характеристик - антиадгезионных, антимикробных свойств, пониженной электризуемости [1-4]. Он основан на формировании на поверхности свежесформованной нити устойчивого ультратонкого покрытия на основе суспензии политетрафторэтилена (ПТФЭ), допированного наночастицами магнетита. Композицию на основе политетрафторэтилена наносили на формуемую нить на стадии замасливания. Наночастицы магнетита, входящие в состав композиции, для сохранения их размеров предварительно стабилизировали термостойким поверхностно-активным веществом – стеаратом натрия. Получение полипропиленовой нити с гибридным покрытием на основе ПТФЭ осуществляли с использованием комплекса лабораторных станков, предназначенных для формования нити из расплава и её ориентационного вытягивания, которые позволяют имитировать производственные условия производства термопластичных текстильных нитей.

Новые функциональные характеристики нити с покрытием на основе ПТФЭ, допированным стабилизированными ультрадисперсными частицами магнетита, делают её идеальным материалом для изготовления интерьерных материалов, которые можно эксплуатировать в салонах транспорта, а также местах большого скопления детей, людей с ослабленным иммунитетом, с проблемами физического развития, престарелых – в детских садах, интернатах, больницах, домах престарелых.

Е.П. Тамбовцева, Г.П. Зарецкая, Т.В. Руднева, Т.В. Мезенцева, 2021

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
115035, Москва, ул. Садовническая, д.35

ПРИМЕНЕНИЕ АРМИРУЮЩИХ ОСНОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В докладе представлен анализ применимости армирующих основ при изготовлении волокнистых наполнителей для би- и многокомпонентных материалов с целью повышения их формоустойчивости. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-31-90116.

Современные тенденции в проектировании и технологические возможности изготовления волокнистых наполнителей делают актуальной разработку слоев пакета специальной одежды, представляющих собой детали из композиционных материалов, для соответствия специфическим требованиям к данному виду изделий.

Разработана классификация волокнистых наполнителей по обобщенной системе признаков: способ образования и сохранения структуры и формы, конструкция пакета, армирующий материал.

Классификация использована при разработке процесса проектирования специальной одежды с изменяемым пакетом материалов.

Полученные ранее математические описания зависимостей свойств образцов материалов из кератиновых и коллагеновых волокон от технологических факторов: вида армирующей основы, расположения ее в холсте, частоты прокладывания и количества нитей или пучков, которые предназначены для расчета показателей механических свойств би- или многокомпонентных композиционных материалов.

Элементы поверхности новых материалов будут различаться по масштабу, площади заполнения, высоте рельефа.

Предложен подход к проектированию волокнистых армированных деталей, заключающийся в преобразовании информации о элементах пакета материалов в конструкцию и технологию изготовления специальной одежды, требуемые свойства которой обеспечивается путем комплексного решения проектных задач.

Определена схема формообразования системы «армирующая основа – волокнистый материал – объемная деталь – формоустойчивое изделие».

В результате проведенного анализа путей достижения и сохранения формы в современной одежде, содержащей детали из войлока и коллагенсодержащих формованных материалов, выявлено, что наиболее эффективными для сохранения формы являются приемы, основанные на использовании дополнительных материалов и конструктивных элементов, которые в виду их высокой трудоемкости мало используются в современных технологиях, что требует совершенствования методов изготовления и оборудования для производства волокнистых материалов.

Разработана методика проектирования формоустойчивой женской специальной одежды, разделенная на несколько последовательных этапов, которые соответствуют

признакам классификации, выделенным при анализе современных изделий с деталями из волокнистых материалов: способ образования формы готового изделия, технология закрепления формы изделия, характеристики структуры материала, конструкция пакета с определением вида армирующей основы, разработка конструкции специальной одежды, определение методов изготовления.

Г

Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
117997 Москва, ул. Садовническая, д.33 стр.1

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет
125319 Москва, пр. Ленинградский, д.64

Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е.
Жуковского (ЦАГИ)

Жуковский, Московская область, ул. Жуковского, д.1

Ц

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 3D СТРУКТУР НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПКМ С ПРОГНОЗИРУЕМЫМИ ПРОЧНОСТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Я

Проектирование текстиля для армирования полимерных композиционных материалов (ПКМ) – это комплексная многофакторная задача, направленная на создание изделий с прогнозируемыми эксплуатационными характеристиками. В последнее время основными задачами при разработке текстильных наполнителей для ПКМ являются улучшение прочностных и снижение весовых характеристик проектируемых деталей. Решение поставленных задач возможно путем оптимизации расположения нитей в армирующем текстильном наполнителе в соответствии с предполагаемым воздействием внешних нагрузок в каждой точке конструкции.

Важным аспектом исследований в этом направлении является изучение структур тканых и тканевых оболочек, понимание геометрии которых позволяет научно обоснованно подойти к разработке методов проектирования и способов изготовления объемных текстильных оболочек с прогнозируемыми физико-механическими свойствами. Исследования структур текстильных оболочек, начатые в 1980-х гг. и продолжающиеся в настоящее время в РГУ им. А.Н. Косыгина, показали необходимость пересмотра теории строения тканевых оболочек, так как был открыт ряд новых сетей, которые принципиально отличались от используемых ранее. Установлено, что в тканых оболочках нити при переплетении могут образовывать: сеть с равными сторонами элементарных ячеек; сеть с равноудаленными сторонами ячеек; сеть с равными углами элементарных ячеек; сеть с одновременным изменением трех параметров ячеек сети: сетевых углов, длин сторон и расстояний между сторонами.

Инновационным решением задачи повышения формообразующей способности тканей с целью создания бесшовных наполнителей ПКМ является проектирование оболочек с переменной плотностью нитей по основе и утку, чему посвящены исследования, проведенные в рамках проекта № 19-29-13044 гранта РФФИ. Разработан математический аппарат и программа автоматизированного моделирования структуры тканых заготовок с зональным распределением нитей, которые при одевании 3D-поверхностей позволяют получать наполнители для изделий из ПКМ заданной объемной формы с требуемой плотностью без складок и швов, что значительно улучшит качество пропитки связующими материалами.

Кафедрой ХМКиТШИ РГУ им. А.Н. Косыгина совместно с ЦАГИ разработаны автоматизированные методы математического моделирования структур бесшовных тканых наполнителей сферической формы, отличающиеся анизотропными физико-механическими

р

и

в

а

л

свойствами за счет равномерности распределения нитей и контролируемого изменения в процессе формования сетевых улов элементарных ячеек. Результаты совместных разработок могут быть применены при создании изделий из ПКМ, предназначенных для использования в качестве силовых каркасов обтекателей воздушной и морской техники, куполов зданий, баллонов, воздушных шаров и т.д.

Раздел 4. Автоматизация и информационные технологии в управлении и производственных процессах текстильной и легкой промышленности: современное технологическое оснащение предприятий отечественного легпрома: гибридные модели производства или полная роботизация; экологическая безопасность предприятий текстильной и легкой промышленности

Модератор: Рокотов Николай Викторович - профессор кафедры машиноведения СПбГУПТД, доктор технических наук, доцент.

© К.С. Клетиков, Т.Ю. Карева, 2021

Ивановский государственный политехнический университет
153000, Иваново, пр. Шереметевский, д.21

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В соответствии с приоритетами развития цифровой экономики и цифрового производства на основе отечественных разработок, заявленными в национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации», подготовка бакалавров по направлению 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий осуществляется с приобретением обучающимися, в том числе, компетенций по разработке собственных прикладных программ в области текстильных технологий. В качестве языка программирования используется язык системы MATLAB, который, являясь высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, посилен любому начинающему и понятен даже для тех пользователей, которые не являются профессиональными программистами. Получая первоначальные знания в области программирования бакалавры – технологи текстильного производства способны создавать собственные прикладные программы для решения инженерных задач любой сложности.

В ходе учебного процесса студентами создаются программные продукты по автоматизированному проектированию технологий изготовления пряжи, трикотажа, тканей, обеспечивающие многовариантный выбор как технологических схем и оборудования производственных процессов, так и исходных материалов(полуфабрикатов) по структуре и сырьевому составу. Разрабатываемые программы являются модульными, позволяющими вводить дополнительные подпрограммы для проведения специальных расчетов, обеспечивающие возможный ввод дополнительных или удаление ненужных элементов интерфейса. Предусмотрено создание архива данных спроектированных технологических процессов с возможностью их редактирования и сохранения. Разработка графического интерфейса осуществляется с использованием GUIDE – сервисного средства в среде MATLAB.

В рамках разрабатываемой программы для проектирования пряжи и технологии ее изготовления предусмотрен расчет потребности пряжи, выбора сырья и его обоснование, расчет формулы А.Н. Соловьева и плана прядения. В разделе проектирования трикотажных

изделий создается программный продукт для расчета перчатки, носка, варежки, колготок и др. трикотажных изделий. При этом предусмотрена возможность проектировании трикотажного изделия по заданной линейной плотности или типу и классу вязальной машины. При проектировании ткацкого производства проводится автоматизированный заправочный расчет однослойной ткани и технологии ее изготовления с возможностью выбора различных типов оборудования. При этом обеспечивается сопряжение длин нитей на паковках, расчет отходов и потребности пряжи по переходам ткацкого производства.

Для контроля и управления качеством текстильной продукции студенты разрабатывают пакет прикладных программ, обеспечивающий проведение статистической обработки экспериментальных данных по результатам исследований технологических процессов и свойств текстильных изделий. Предусмотрено определение числовых характеристик случайной величины, закона ее распределения, стационарности технологического процесса.

© А.Г. Усов, П.Е. Степанов, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.18

К ВОПРОСУ О ПЕРЕМОТКЕ РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В состав полиграфического оборудования как правило входят ротационные машины (ролевые печатные машины, ротационные листорезальные машины). Большое влияние на качество продукции оказывает работа узла размотки рулона, который должен подавать полотно в зону дальнейшей обработки с постоянной линейной скоростью и с заданной силой натяжения. Задача поддержания постоянства линейной скорости и силы натяжения полотна перед входом в зону резания значительно осложняется наличием нестационарного объекта – рулона. Как правило, рулон наматывается на втулку, причём форма втулки может отличаться от идеально круглой, ось вращения рулона может не совпадать с центром втулки. Из-за нарушений условий хранения рулон может быть деформирован под собственным весом. Деформация рулона очевидно приведёт к изменению ряда характеристик.

Всё это приводит к наличию колебаний. На основе проведённых исследований была составлена геометрическая модель рулона и математическая модель узла размотки. Моделирование в пакете Simulink программы MATLAB с последующим выполненным частотным анализом на основе локального преобразования Фурье показало наличие кратных гармоник с изменяющимися параметрами, например, частотами.

Главным образом исследуется перемоточная машина, в состав которой, кроме узла размотки, входит узел намотки, очевидно также являющийся источником колебаний. Анализ всей системы осложняется наличием дифференциальных уравнений с запаздыванием, описывающих поведение силы натяжения на участках между рулонами и сенсорными валами. Запаздывание (по силе натяжения) обусловлено существованием ненулевого обхвата полотном материала вала ввиду специфики работы сенсорного вала. Следует также отметить, что величина запаздывания непостоянна ввиду изменяющейся длины дуги обхвата, что в свою очередь объясняется наличием эксцентриситета смещения оси вращения и овальности рулона. Кроме того, сенсорный вал является неподвижным элементом в машине, вследствие чего задача по подавлению колебаний полотна полностью решается за счёт системы управления.

Ставится задача по разработке адаптивной системы управления, которая должна решать не только основную задачу, заключающуюся в поддержании постоянства скоростей

и сил натяжения полотна в режиме стабилизации, но и задачу по подавлению колебаний с непостоянными параметрами.

© Н.В. Рокотов, В.А. Колесников, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.18

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИСТРУКТУРНЫХ НАМОТОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Структура любой системы определяется как взаимное положение ее составляющих частей относительно друг друга. Применительно к намотке понятие структуры определяет взаимное расположение витков нити относительно друг друга как с точки зрения расстояния между ними, так и угла между ними. В теле намотки присутствуют, как правило, различные структуры в различных областях паковки. Структура намотки изменяется по длине паковки, по площади поверхности, по радиусу намотки, по окружности. Среди факторов, влияющих на структуру паковки, необходимо выделить в первую очередь следующие:

1) Параметры наматывания, в том числе законы движения нитеводителя, законы вращения и перемещения нитеносителя с паковкой, закономерности изменения расстояния от нитеводителя до поверхности паковки, натяжение нитевидного материала при наматывании, в том числе интенсивность его изменения;

2) Параметры нитевидного материала, образующего тело намотки, в том числе его геометрические размеры и механические свойства;

3) Параметры паковки, в первую очередь ее форма, и ее изменение в процессе намотки и параметры нитеносителя, в том числе его форма и упругие характеристики.

Совокупность значений этих параметров определяет взаимное расположение нитей в теле намотки, которое определяет ее структуру. В свою очередь структура тела намотки определяет большинство его свойств, а именно: плотность намотки и равномерность распределения плотности в объеме паковки; проницаемость тела намотки для жидкостей и газов; прочность тела намотки; пористость намотки и др.

В общем случае для формирования заданной структуры необходимо обеспечивать заданное соотношение скоростей вращения нитеносителя с паковкой и нитеводителя.

Для получения наглядного представления о структурах намоточного изделия, а также с целью изучения закономерностей формирования структур тел намотки, разработаны алгоритм и программное обеспечение в среде MATLAB, которое позволяет построить расположение сечения каждой отдельной нити попадающей в заданное сечение паковки. Положение сечения паковки задаётся углом φ , измеряемого от начального положения тела намотки.

Проведение предварительных экспериментов по формированию мульти и полиструктурной намоток позволило сформулировать требования к намоточным механизмам для их реализации, а также обозначило ряд наиболее существенных проблем.

Было замечено, что даже незначительное отклонение от заданного соотношения между скоростями раскладчика и окружной скоростью паковки приводит к нарушению формируемой структуры.

На основе анализа намоточных изделий разработан графический метод синтеза намоточных структур. Разработана конструкция полиструктурного намоточного изделия. Изготовлен опытный образец.

© А.И. Исрапилов, И.Н. Смирнов, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

Санкт-Петербург, 191186, ул. Большая Морская, д.18.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕРСЕРИЗАЦИЕЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Мерсеризация – образование щелочной целлюлозы в процессе получения вискозного волокна – является ответственной стадией этого процесса, требующей стабилизации ряда технологических параметров. Один из них – это концентрация целлюлозы в баке-мерсеризаторе. Задача стабилизации становится особенно актуальной в условиях вариаций показателей технологического процесса, например, переменного расхода получаемой пульпы, потребляемой на следующей стадии (отжим), особенно при случайном характере расхода.

Наиболее радикальным методом стабилизации является применение системы автоматического регулирования (САР), включающей в себя датчик концентрации, регулятор и исполнительный механизм на основе двигателя постоянного тока. Система увеличивает подачу сухой целлюлозы при уменьшении концентрации и уменьшает при увеличении. Уравнения системы имеют следующий вид

$$\frac{dy(t)}{dt} = -b_1 y(t)\Omega(t) + b_2 \omega_{20} + b_2 \omega(t - \theta), \quad (1)$$

$$\frac{d\omega(t)}{dt} = -\frac{1}{T_u} \omega(t) - \frac{k_o k_p k_u}{T_u} [y(t) - y_0], \quad (2)$$

где $y(t)$, y_0 – текущее и номинальные значения концентрации,

$\Omega(t)$ – угловая скорость двигателя отбора пульпы (возмущение),

$\omega(t)$ – угловая скорость двигателя подачи целлюлозы,

t – время.

Остальные обозначения относятся к параметрам технологического процесса и системы управления. Произведение переменных $y(t)\Omega(t)$ делает систему нелинейной, а наличие запаздывания θ в аргументе ω усиливает нестандартность в описании системы. В результате моделирование как элемент исследовательской и конструкторской работы с САР становится неизбежным. На его основе получены области устойчивости и обоснован оптимальный выбор параметров САР.

© Т.Л. Платонова, В.Я. Энтин, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫТЯГИВАНИЯ НИТИ С УЧЕТОМ СТРУКТУРНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ

Изготовление швейных ниток является важной составляющей производств текстильной и легкой промышленности. Вытягиванию нити подвергаются с целью повышения их качества. В процессе вытягивания выполняется намотка нити на бобину и если обеспечить выполнение создания разности линейных скоростей схождения нити и приёма её на бобину, то для однородной нити в зоне вытягивания установится соответствующее данной разности натяжение и удлинение нити. Но техника вытягивания не доведена до необходимого совершенства - не учитываются неоднородности ее структуры и линейной плотности.

Разработанная система перематывания нити обеспечивает вытягивание нити с учетом ее структурной неоднородности. Это возможно благодаря тому, что в системе есть подпружиненный измерительный ролик. Отклонение которого от начала координат, соответствует требуемой величине натяжения нити. Так же в системе для растяжения нити применяются два управляющих напряжения:

- напряжение $U_p(t)$ – обеспечивает поддержание постоянной линейной скорости приема нити на бобину V_2 при изменении радиуса $r(t)$. В процессе наматывания рассчитывается непрерывно в режиме численного сопровождения процесса намотки;

- напряжение $U_x(t)$ – обеспечивает поддержание заданного натяжения нити F посредством регулирования положения ролика, при котором $X=X_{зад}$. Разность $\Delta X = X - X_{зад}$ преобразуется потенциометром, далее этот сигнал усиливается в усилителе и подается в сумматор. После усиления сигналы $U_p(t)$ и $U_x(t)$ поступают на двигатель D_2 .

Для оценки влияния возмущений на процесс вытягивания необходимо выполнить аналитическое проектирование системы и составить математическую модель системы. Уравнение описывает процесс изменения отклонений натяжения вытягиваемой нити от заданного значения. Об этом можно судить по величине отклонения подвижного ролика X . Уравнение имеет 5 порядок. По мере увеличения радиуса бобины напряжение $U_p(t)$ должно уменьшаться для того, чтобы обеспечить постоянство линейной скорости приема нити на бобину. Особенностью представленной модели является наличие переменных коэффициентов, что обусловлено изменяющимися размерами радиуса и массы приемной бобины. Для таких систем уже известны методы и алгоритмы, позволяющие уверенно выполнять проектирование с заданными показателями качества

Получив кривые процессов регулирования можно сделать выводы о том, что при малых запасах устойчивости неоднородность нити может сделать систему не работоспособной. Поэтому в зависимости от частоты и амплитуды воздействий необходимо создавать запасы устойчивости. А так же следует учитывать возможность компенсации действующих возмущений в процессе вытягивания с помощью настройки управляемых параметров.

© В.В. Сигачева, И.Е. Меняйло, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленной технологии и дизайна

РАЗРАБОТКА ВСТРОЕННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТКАЦКОГО СТАНКА СТБ

Одним из основных способов усовершенствования изношенных ткацких станков СТБ, является разработка встроенной диагностической системы технического состояния ткацкого станка, позволяющей производить контроль и мониторинг основного оборудования и определять степень его износа.

Встроенная система мониторинга технического состояния ткацкого станка позволяет вовремя оценивать состояние отдельного оборудования, по диагностическим показателям при получении и обработке показаний с датчиков вибрации, виброускорения и виброперемещения в аппаратно-программном комплексе мониторинга технического состояния ткацкого станка. Помимо датчиков вибрации, на полевого уровне находятся устройства коммутации, которые позволяют осуществлять управление ткацким станком по сигналам, полученным от автоматизированного контроллера.

К устройствам уровня автоматизации относится автоматизированный контроллер, который позволяет осуществлять сбор информации с датчиков полевого уровня и проводить их обработку и выдачу управляющих сигналов. Так же, автоматизированный процессор отправляет данные в верхний уровень – в автоматизированное рабочее место с базой данных и в архив.

Устройства верхнего уровня состоят из стационарного компьютера с базой данных, рабочего места оператора, интерфейсов, обеспечивающих дистанционную связь, архива и т. д.

Оценка состояния осуществляется по методу сравнения текущего значения диагностических параметров с эталонным значением. По полученным данным происходит анализ технического состояния оборудования. Помимо диагностирования встроенная диагностическая система может управлять механизмами ткацкого станка. В результате, возможен останов оборудования ткацкого станка, при превышении параметров вибрации, от эталонных значений. В системе мониторинга ткацкого станка выполняется диагностирование всего оборудования ткацкого станка, по динамике изменения основных контролируемых параметров и осуществляется прогноз изменения технического состояния ткацкого станка во времени. Так же, к системе мониторинга технического состояния возможно подключение автоматизированного рабочего места оператора, с помощью которого, возможно удаленно отслеживать текущие показания ткацкого станка, и производить управление основным оборудованием. Установленный архив данных помогает отследить произошедшие отклонения параметров от установленных значений и определить точное время возможного отказа.

Таким образом, с помощью внедрения дополнительных датчиков вибрации, виброускорения и виброперемещения в ткацкий станок СТБ и установки в него автоматизированного контроллера с программным обеспечением и базой данных, с реализованными аналитическими функциями, возможно создание встроенной диагностической системы мониторинга технического состояния ткацкого станка. Такая система позволит существенно увеличить продолжительность работы оборудования и самого ткацкого станка СТБ.

© Р.С. Романовский, И.А. Петросова, 2021

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОЛЛЕКЦИЙ С УЧЕТОМ МАССОВОЙ КАСТОМИЗАЦИИ

Сегодня все вопросы в современном обществе, связанные с активным развитием цифровых технологий и их использованием для оптимизации процесса проектирования швейных изделий, приобретают особую актуальность. По мере того, как бренды становятся все более ориентированными на покупателя и переходят на рынок индивидуального обслуживания, массовая кастомизация, сочетающая массовые и индивидуальные производственные процессы, в которых проектирование одежды может быть адаптировано для каждого потребителя, предложена как эффективный способ стимулирования покупательского намерения и лояльности к бренду.

Современные предприятия, такие как Zara, H&M, Adidas, American Eagle, Children`s Place, «Глория Джинс» и другие активно реализуют принципы массовой кастомизации в условиях промышленного производства, что приводит к росту удовлетворенности и продаж готовой одежды. В настоящий момент система участия потребителя в изготовлении индивидуального изделия заключается в выборе цветового решения, принта, формы, размеров и наличия в изделии конструктивно-декоративных элементов.

Одновременно с этим ведутся работы по автоматизации работы дизайнера при создании новых промышленных коллекций. Например, организация Trendmind разработала программу по созданию моделей одежды на основе анализа имеющихся коллекций, а компания 3D couture предоставляет возможность дизайнерам в интерактивной форме создавать эскизы и конструкции швейных изделий на базе имеющихся шаблонов и структурных элементов одежды. Таким образом, существуют предпосылки для создания системы, в которой часть работы дизайнера и конструктора может быть автоматизирована, и система будет генерировать значительное количество разнообразных моделей промышленной коллекции. Развитие цифровых технологий и применение современных мобильных устройств и приложений позволяет привлечь потребителя к процессу создания одежды на всех этапах жизненного цикла, благодаря чему выбор предпочтительных для изготовления одежды моделей может осуществляться или корректироваться потребителем. Таким образом, разработка метода автоматизированного проектирования ассортимента промышленных коллекций с учетом принципов массовой кастомизации актуальна, так как обеспечит автоматизацию взаимодействия с потребителями, аккумуляцию информации о них и их предпочтениях при выборе модельных особенностей одежды, что позволит формировать план выпуска изделий, состав промышленных коллекций и обеспечит повышение уровня продаж готовой продукции.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОГО СООТВЕТСТВИЯ ИЗДЕЛИЯ ФИГУРЕ

С определением верного размера одежды у многих покупателей возникают трудности. Результаты исследований, проведённых в разных странах, показали, что потребители зачастую не удовлетворены размером купленного изделия, так как при выборе уменьшают свой размер как минимум на один, так как уверены, что объёмы основных размерных признаков и масса тела соответствуют меньшему размеру, чем они носят. Анализ современных программных продуктов свидетельствует о том, что в сфере розничных продаж одежды развиваются современные технологии. Существующие системы в той или иной степени позволяют визуализировать ассортимент продаваемой одежды и определить наиболее подходящие для потребителя предметы, но проблема определения верного размера одежды стоит довольно остро.

Авторами выполнено исследование критериев оценки соответствия готовой сорочки фигуре потребителя. Сформулированы перечень размерных признаков, перечень конструктивных параметров, интервалы изменений, с помощью которых выполнено обоснованное сравнение размеров фигуры, конструкций и трехмерного аватара. Качественная оценка проведена с помощью опроса экспертов, количественная и количественная оценка путём получения данных от потребителя об удобстве или неудобстве эксплуатации изделия. Полученные результаты исследования сформированы в базу данных для выполнения оценки антропометрического соответствия размеров фигуры размерам готовой одежды, что позволит сократить время выбора потребителем одежды из ассортимента магазина и повысит удовлетворённость потребителей при покупке швейных изделий через интернет-магазины.

Решение проблемы выбора соразмерной одежды возможно при использовании цифровых технологий для примерки изделия на индивидуальной фигуре. Для этого определены и выполнены основные задачи:

- определены текущие способы представления товаров и выявлены инновационные методы представления готовой одежды на онлайн-площадках;
- выявлены наиболее значимые критерии посадки изделий разного ассортимента;
- определены допустимые значения и интервалы безразличия параметров одежды, обеспечивающие высокую удовлетворённость потребителя выбранным изделием.

¹Ивановский государственный политехнический университет
153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, д.21.

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
194064, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ШВЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Предприятия швейной промышленности функционируют в сложных экономических условиях, которые характеризуются высокой конкуренцией и снижением платежеспособности населения. Высокая скорость изменения ассортимента и выпуск изделий гарантированного качества являются факторами конкурентоспособности и стабильного функционирования российских производителей одежды. Оперативность освоения новой продукции стала главной задачей предприятий отрасли.

Моделирование производственного процесса изготовления позволяет с максимальной точностью воспроизвести сложные производственные ситуации и обеспечить оперативный анализ комплекса взаимосвязанных дизайнерских, конструкторско-технологических, инженерно-расчетных, экономических, организационных работ и управленческих решений, обеспечивающих проектирование, производство и реализацию нового ассортимента выпускаемой продукции с запланированной рентабельностью. От согласованности деятельности сотрудников подразделений зависит качество выполненных работ и своевременность принимаемых решений, и следовательно – повышается эффективность деятельности предприятия.

Моделирование производственных процессов швейного предприятия позволяет выявить так называемые «узкие места» производства (например, недостаток производственных мощностей), найти возможные способы их устранения или снизить их негативное влияние. Для производств с частой сменой ассортимента продукции или производств, выпускающих продукцию в малых объемах (к такому виду и относится швейное производство), актуальными являются задачи рационального использования оборудования и рабочего времени, грамотной организации производственного процесса, временной оценки производственного цикла, определения доступной площади складских помещений. Моделирование производственных процессов – необходимый и эффективный инструмент для решения широкого круга производственных задач, позволяющий быстро принять правильное решение.

Также важной особенностью швейного производства является высокая степень использования ручного труда даже в настоящий момент. Одним из способов стимулирования перехода на роботизированное производство является наглядная демонстрация его возможностей, а именно – комплексное моделирование производственной линии, включающее в себя правдоподобные 3D-модели оборудования, сбор статистики о количестве произведенной продукции за заданное время.

Для решения данной актуальной задачи авторами доклада был проведен анализ методов моделирования, сделан обзор существующих программных решений, разработана методика моделирования и модуль для программного обеспечения Visual Components, обеспечивающий возможности динамического моделирования, визуализации и симуляционного анализа для инжиниринга производственных потоков, линий, конвейеров, автоматизированных и роботизированных комплексов.

Использование разработанного модуля позволяет создать реалистичную 3D-модель швейного цеха с возможностью последующей интеграции моделей оборудования для оценки влияния видов и параметров оборудования на процесс производства и программирования автоматизированных линий швейного производства.

Раздел 5. Новые технологии производства: 3D печать на этапе производства опытных образцов, для изготовления ювелирных украшений, обуви и одежды, для кастомизации старой одежды, обуви и аксессуаров; безотходное и циркулярное производство

Модератор: Кондрашова Наталия Николаевна, к.т.н., доцент. Доцент кафедры конструирования и технологии изделий из кожи им. проф. А.С. Шварца СПбГУПТД

© Н.В. Яковлева, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.18

ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ОБУВИ

Большой интерес к продажам обуви по интернету со стороны производителей и покупателей сделал проблему взаимоотношения тех, кто производит и тех, кто её реализует особенно актуальной. За последний год продажи обуви *online* стремительно пошли на увеличение, а *offline* испытывает дефицит потребительского спроса.

Обувь относится к той категории товаров народного потребления, которая должна обеспечивать человеку процесс функционирования в условиях жизнедеятельности. Для этого она должна соответствовать параметрам стопы, быть впорной. В процессе примерки в магазине понравившейся по внешнему виду обуви, покупатель делает заключение о соответствии выбираемой модели обуви по длине следа (соответствие длины стопы размеру), обхвату в пучках (соответствие параметра стопы полноте), эти два фактора (критерия впорности) являются решающими при совершении покупки. Относительно дополнительных критериев оценки удобства размещения стопы во внутренней форме обуви (ВФО) единого мнения нет, но на кафедре КТИК им. профессора Шварца А.С., в качестве такого критерия выдвигают соответствие положения выпуклости пучков стопы и обуви, рассматриваемой в качестве объекта приобретения.

В настоящее время отсутствуют достоверные результаты исследований, систематизирующих и обобщающих методы и результаты сопоставления трех важнейших звеньев цепи СТОПА – КОЛОДКА – ВФО – СТОПА. В этой цепи задействовано производство и реализация обуви человеку, для которого она производится. Обувщики, традиционно, в проектировании колодки, как основной оснастки обувного производства, ориентируются на данные о форме и размерах стоп потребителей, получаемые в ходе массовых антропометрических измерений. Однако, таких измерений давно не проводилось. Колодка задает форму и размеры обуви при производстве, но обувь после снятия с колодки меняет параметры за счет релаксационных процессов, происходящих в материалах конструкции. Покупатель примеряет на ногу конечный результат производства – обувь (ВФО), обладающую своей формой и размерами. Разработчики серверов бесконтактной примерки обуви используют передовые технологии получения моделей стоп покупателей и совмещения их с моделями ВФО. Большой интерес и технические возможности специалистов IT-технологий к продвижению продаж обуви *online* носят односторонний характер, они, зачастую, не имеют обратной связи с производителями продукции, которую реализуют. У обувщиков другая проблема, они могут судить об удачности новых разработок колодок и моделей обуви, только по анализу объемов продаж, у них нет объективной информации о форме и размерах стоп потенциальных покупателей, о величинах изменения параметров ВФО, изготовленной в условиях современного производства. Такая информация способствовала бы повышению качества проектных

работ, увеличению востребованности отечественной продукции, и как следствие, увеличение продаж как в формате *online*, так и *offline*.

Только при взаимных действиях всех заинтересованных сторон, обмене информацией и знаниями, можно получить полноценный продукт, удовлетворяющий отечественных производителей, продавцов обуви и их потребителей.

© В.С. Кукушкина, Е.К. Амосов, А.А. Лифанов, Н.В. Яковлева, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайн

191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.18

РОЛЬ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ ОБУВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Для развития отечественной обувной отрасли до уровня мировых лидеров требуется внедрение передовых цифровых технологий на стадиях проектирования и производства продукции. Подготовка специалистов для отрасли должна проводиться с ориентацией на использование в профессиональной деятельности специализированного программного обеспечения, оборудования и установок для формирования знаний, умений и навыков работы в условиях развивающегося производства.

В настоящее время мировое производство обуви имеет инновационный характер, научно-техническое оснащение передовых предприятий достигло уровня четвертой и пятой промышленной революции. Современное положение отечественной обувной отрасли значительно отстает, с точки зрения технологической оснащенности производств автоматизированными программами и оборудованием, но со стороны науки имеется большой опыт для выполнения разработок, ориентированных на отечественного потребителя. Производители обуви находятся в зависимости от импортных разработок технологий, оборудования, комплектующих (колодок, подошв, каблучков и т.д.). Обновление ассортимента изделий зачастую осуществляется путем заказа разработки дизайна, конструкции изделия, пресс-форм для литья в зарубежных странах: Италии, Турции, Китае. Поэтому установка связей и внедрение передовых технологий проектирования и изготовления всего необходимого для прогрессирования внутри страны, является основной задачей для развития обувной отрасли.

Кадровый потенциал кафедры конструирования и технологии изделий из кожи имени профессора А.С. Шварца имеет возможность проводить разработки отечественного дизайна колодок, подошв, каблучков. Инженеры инновационного центра кафедры КТИК Амосов Е.К., Лифанов А.А. проводят разработки трехмерных моделей обуви и комплектующих (колодок, профилированных стелек, подошв, каблучков и других деталей) на базе 3D-модели колодки. В последующем инженеры выводят 3D-модели посредством аддитивного производства (3D-печать), имея возможность делать это по двум технологиям: FDM - послойного наплавления материала и SLA/DLP - лазерного спекания фотополимерной жидкости. Мировые лидеры по развитию аддитивной технологии для обувной промышленности разрабатывают спортивную обувь и подошвы, как готовый продукт, и даже планируют массовое производство. На российском рынке существует большое количество производителей пластиков и фотополимеров для 3D-печати. Взаимодействие с разработчиками материалов для 3D-печати, также совместно с перерабатывающими технологиями, может послужить созданию материалов со свойствами, соответствующими для использования в обувной отрасли.

Для масштабного научно-технического, технологического обновления обувной отрасли требуется создание объединения, включающие смежные отрасли, влияющие на технологический процесс разработки и производства обуви и комплектующих.

Концепция цифрового производства обуви и объединение научно-образовательных организаций, производственных предприятий, инвесторов при поддержке государственной власти ключ к конкурентоспособности и развитию обувной отрасли России.

© В.Д. Исрафилова, 2021

ГБПОУ РД «Автомобильно-дорожный колледж»
367036, Республика Дагестан, г. Махачкала,
ул. Гайдара Гаджиева (Акушинского), д. 13

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОБНАДЕЖИВАЕТ ПОТРЕБИТЕЛЯ В НАСЫЩЕНИИ РЫНКА КАЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИЕЙ

В течение последних 25 лет оборудование и материально-техническая база текстильной и легкой промышленности устарела и морально, и физически. Прибавило немало проблем и хлопот в последнее время и мировой кризис с колебанием цен на нефть, западные санкции, рост курса иностранной валюты и разыгравшаяся в мире пандемия коронавируса, последствием чего стали небывалые потери в экономике страны, а в конечном итоге потеря завоеванного места на рынке сбыта продукции

Сегодня одежда стала способом обозначить статус потребителя, его взгляды на жизнь и другие особенности индивидуализации личности. Для производства одежды высокого качества требуется внедрение новых современных технологических процессов с применением швейных машин и комплекса автоматов с цифровым программным обслуживанием, автоматическими функциями и электронным управлением, призванные повысить объемы и качество изготавливаемой продукции.

В отраслях текстильной и легкой промышленности можно подчеркнуть наметившиеся три кардинальных направления: во-первых, изменения происходят в используемых материалах, во-вторых, намечаются изменения по линии внедрения новых технологий и, в-третьих, государство стало поддерживать отрасль, в том числе и в рамках программ импортозамещения.

Положительных сдвигов можно достичь, создав благоприятный климат для привлечения инвестиций в процессы модернизации производства с предоставлением налоговых льгот и освобождений от выплат по налоговым каникулам. А предприятие же в условиях жесткой конкуренции и не стабильной экономической обстановки может удержаться не только на плаву, но и уверенно чувствовать себя на рынке, если сумеет вовремя перестраивать свое производство под новый ассортимент.

Компьютеризация проектирования и производства позволяет оптимизировать и уменьшить материальные и трудовые затраты, повысить культуру труда, а замена же устаревшей технологии на более прогрессивную предполагает существенное снижение роли человеческого фактора в технологических процессах различных производств.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) и новая технология производства и изготовления одежды с применением печати на 3D-принтерах завоевывают свое заслуженное место в кастомизации и демократизации дизайна модной одежды на практике, которая отвечает запросам моды и стала печататься не экземплярами, как когда-то, а само оборудование стало доступным для приобретения и пошива одежды в домашних условиях.

Эта технология обладает такими преимуществами как отсутствие отходов раскроя и пошива одежды, присущие швейному ремеслу в значительных объемах, легкой утилизацией печатной одежды и использованием ее отходов для кроя новой одежды. А процессы кастомизация и демократизации предоставляют широкий простор для выбора дизайнерскому воображению по созданию новых эскизов и образцов.

© Н.Р. Туркина¹, А.Е. Шашурин¹, К.А. Якуничева², 2021

¹Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д.1,

²Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

191186, Санкт-Петербург, ул. Большая морская д.18

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕМПЕРАТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ

Определение полей напряжений и деформаций поршневой группы (поршень и шатун) двигателей внутреннего сгорания (ДВС) осложнено нестационарностью тепловых и силовых нагрузений. Возникающие при этом в камере сгорания поршня переменные термические и механические напряжения приводят к термомеханической усталости и к растрескиванию. Поршень двигателя – это подвижный элемент цилиндрической формы, совершающий возвратно-поступательные движения с помощью шатуна. Поршень располагается он в гильзе цилиндра двигателя.

В настоящее время для расчета на прочность деталей сложной геометрической формы широко используется метод конечных элементов (МКЭ). В работе при расчетах температурных полей была использована конечно-элементная модель в осесимметричной постановке, реализованная с помощью профессионального расчетного комплекса ANSYS.

Ниже, на рисунке 1 представлена 3D-модель и разбивка на конечно-элементные модели, использованные для конструкции рассматриваемого двигателя.

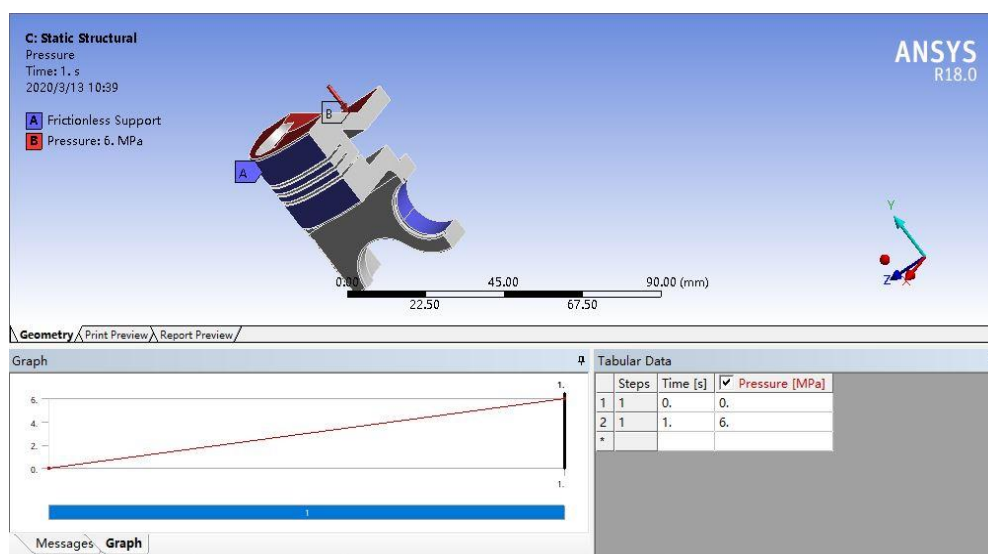


Рис. 1. 3D-модель конструкции рассматриваемого двигателя, включая рабочее напряжение на поршень

В данной модели были рассчитаны эквивалентные напряжения и общая деформация при следующих начальных условиях:

- 1) температура 300°C , приложенное давление 80 кПа (моделирование такта работы ДВС «Впуск»);
- 2) температура 600°C , приложенное давление 6 МПа (моделирование тактов «Сжатие» и «Расширение»).

Результаты моделирования таких нагрузок близки к эксплуатационным [1,2]. Напряжения, деформация и перемещения при условиях температура 300°C и давление 6 МПа приведены на рис. 2, перемещение составило 0,046 мм.

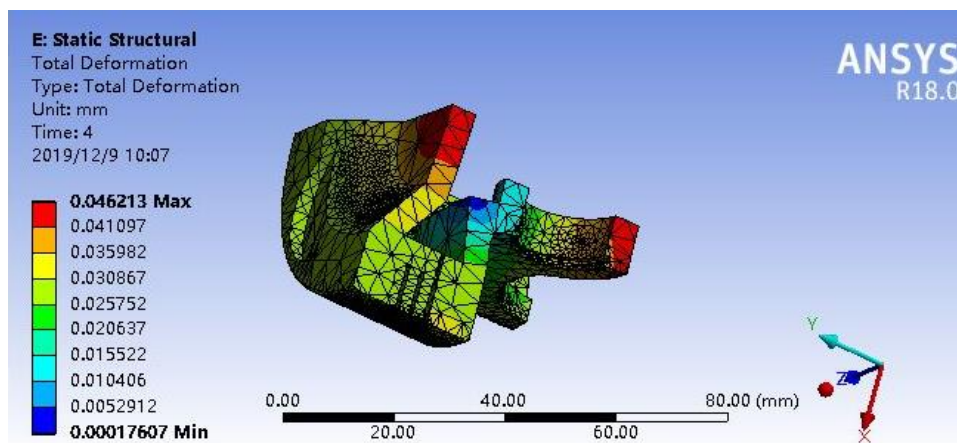


Рис. 2. Перемещение при условиях: температура 300°C и давление 6 МПа

Динамика распределения температуры по времени представлена на рис. 3. Моделирование показало, что при воспламенении в камере поршня идет скачкообразное повышение температуры поршня до 420°C за 3 мсек, далее происходит плавный прогрев поршня до 480°C за 18 мсек с последующим охлаждением до 295°C за 24 мсек (начальная температура поршня 20°C).

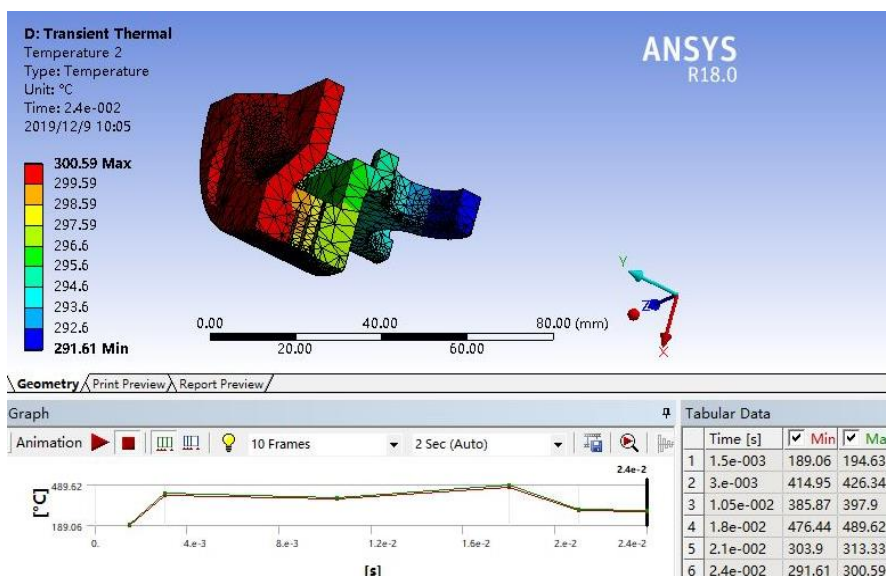


Рис. 3. Динамика распределения температуры по времени

Таким образом, в этой работе рассмотрены вопросы терморегулирования поршня и прогнозирование характеристик сопряжения «поршень – цилиндр» при одновременном учёте пространственного движения поршня. В результате работы моделируется такая конструкция поршня, которая позволяет наиболее целесообразным образом обеспечить

необходимые прочность, термостойкость, долговечность, износостойкость, стабильность геометрических параметров и т. д.

Список литературы

1. Туркина Н.Р., Краснов И.А. Моделирование температурных напряжений спирально-конической шестерни // Сборник статей по материалам междунар. научной конф. «Высокие технологии и инновации в науке». ГНИИ «Нацразвитие». 2018. С. 140-144.

Туркина Н.Р., Якуничева Е.Н., Якуничева К.А. Компьютерное моделирование для расчета прочности дополнительного газового оборудования на грузовых автомобилях // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. 2020. № 2. С. 65 – 68

Раздел 6. Новые технологии моделирования и проектирования изделий швейной отрасли: 3D сканирование, 3D моделирование и пути совершенствования САПР легкой промышленности

Модератор: Москвина Мария Александровна, к.т.н., доцент СПбГУПТД

© Н.А. Сахарова, 2021

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет,
153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, д.21

ЦИФРОВАЯ МОДА – НОВАЯ ТРАЕКТОРИЯ РАЗВИТИЯ FASHION ИНДУСТРИИ

В связи с общими изменениями, обусловленными сложившейся эпидемиологической ситуацией по COVID-19, наметилась активная тенденция трансформации различных сфер деятельности человека, в том числе fashion индустрии. Технологии трехмерного проектирования позволяют переосмыслить классические формы представления информации о дизайне одежды, конструкторской подготовке производства, конфекционировании материалов, фурнитуры. Уже сейчас можно наблюдать цифровые коллекции, цифровые шоу-румы, цифровые луки. Последние стали неким аналогом материальной одежды для потребителей, популяризирующих свою деятельность через социальные медиа (YouTube, TikTok, Instagram, Вконтакте, Facebook, Telegram и др.).

Цифровая (digital) мода позволит решить вопрос с перепроизводством, профицитом одежды, что на данный момент является весомой проблемой. Ряд швейных предприятий переориентировали процесс изготовления новых моделей с использованием цифрового формата. Так визуализация модели на аватаре – цифровом двойнике реальной фигуры до ее материального воплощения позволит минимизировать временные, материальные, трудовые затраты. Виртуальная примерка поможет диагностировать качество посадки проектируемой модели, оценить ее антропометрическое соответствие. Таким образом, цифровая модель может стать полноценным заменителем эталонного материального образца.

С использованием цифровых технологий упрощается коммуникация между компаниями (B2B) и потребителями (B2C). Создаются удобные, логичные варианты взаимодействия байера, дизайнера, конструктора, технолога, менеджера. Кроме этого, через генерирование цифровой модели можно оптимизировать процесс работы с заказчиком, расширить ассортиментную матрицу, кастомизировать процесс изготовления. Преимущества цифровой моды очевидны. Однако на сегодняшний день технические возможности программ по 3д визуализации, например, CLO 3D в полной степени не позволяют решать всех конструкторских задач и перевести индустрию моды в digital среду. Причины следующие:

- недостаточно полно представлены базы данных в виде аватаров фигур, антропометрические и морфологические параметры которых не соответствуют

действующей российской размерной типологии, а значит не могут объективно реализовывать этап диагностики качества посадки;

- принцип измерения размерных признаков аватаров подчинен стандарту ASTM (США) и имеет явные отличия от российских стандартов;

- отсутствие цифровых аналогов российских материалов;

- инструментарий для разработки лекал не позволяет корректно оформить угловые участки, учитывающие технологические особенности производства;

- результаты градации показали отличия от параметрической градации, реализуемой в САПР 2D, которые используются на территории РФ и адаптированы под российскую размерную типологию.

Разумеется, все эти позиции будут со временем устранены и цифровая мода выйдет на принципиально новую траекторию развития.

© Н.А. Сахарова, 2021

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет,
153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, д.21

ЦИФРОВАЯ МОДА – НОВАЯ ТРАЕКТОРИЯ РАЗВИТИЯ FASHION ИНДУСТРИИ

В связи с общими изменениями, обусловленными сложившейся эпидемиологической ситуацией по COVID-19, наметилась активная тенденция трансформации различных сфер деятельности человека, в том числе fashion индустрии. Технологии трехмерного проектирования позволяют переосмыслить классические формы представления информации о дизайне одежды, конструкторской подготовке производства, конфекционировании материалов, фурнитуры. Уже сейчас можно наблюдать цифровые коллекции, цифровые шоу-румы, цифровые луки. Последние стали неким аналогом материальной одежды для потребителей, популяризирующих свою деятельность через социальные медиа (YouTube, TikTok, Instagram, Вконтакте, Facebook, Telegram и др.).

Цифровая (digital) мода позволит решить вопрос с перепроизводством, профицитом одежды, что на данный момент является весомой проблемой. Ряд швейных предприятий переориентировали процесс изготовления новых моделей с использованием цифрового формата. Так визуализация модели на аватаре – цифровом двойнике реальной фигуры до ее материального воплощения позволит минимизировать временные, материальные, трудовые затраты. Виртуальная примерка поможет диагностировать качество посадки проектируемой модели, оценить ее антропометрическое соответствие. Таким образом, цифровая модель может стать полноценным заменителем эталонного материального образца.

С использованием цифровых технологий упрощается коммуникация между компаниями (B2B) и потребителями (B2C). Создаются удобные, логичные варианты взаимодействия байера, дизайнера, конструктора, технолога, менеджера. Кроме этого, через генерирование цифровой модели можно оптимизировать процесс работы с заказчиком, расширить ассортиментную матрицу, кастомизировать процесс изготовления. Преимущества цифровой моды очевидны. Однако на сегодняшний день технические возможности программ по 3д визуализации, например, CLO 3D в полной степени не позволяют решать всех конструкторских задач и перевести индустрию моды в digital среду. Причины следующие:

- недостаточно полно представлены базы данных в виде аватаров фигур, антропометрические и морфологические параметры которых не соответствуют действующей российской размерной типологии, а значит не могут объективно реализовывать этап диагностики качества посадки;

- принцип измерения размерных признаков аватаров подчинен стандарту ASTM (США) и имеет явные отличия от российских стандартов;
- отсутствие цифровых аналогов российских материалов;
- инструментарий для разработки лекал не позволяет корректно оформить угловые участки, учитывающие технологические особенности производства;
- результаты градации показали отличия от параметрической градации, реализуемой в САПР 2D, которые используются на территории РФ и адаптированы под российскую размерную типологию.

Разумеется, все эти позиции будут со временем устранены и цифровая мода выйдет на принципиально новую траекторию развития.

© Цзяци Янь, В.Е. Кузьмичев, 2021

Ивановский государственный политехнический университет ,
153000, Иваново, пр. Шереметевский, д.21

ГЕНЕРИРОВАНИЕ ВОРОТНИКА МУЖСКОЙ СОРОЧКИ НА ЦИФРОВОМ КЛОНЕ ФИГУРЫ

Кастомизация одежды в условиях нынешнего уровня цифровизации проектных работ открывает новые возможности в совершенствовании и сближении методов плоскостного и трехмерного проектирования. Сканированное изображение человеческих фигур (т.н. цифровой клон), представляющее собой облако из нескольких миллионов антропометрических точек, делает возможным измерение любых линейных размерных признаков, как на поверхности, так и в сечениях клона. Тем самым открывается перспективная возможность для формирования расширенной антропоморфной базы данных для индивидуальных фигур, особенно на тех участках, для которых традиционно используют минимальное число антропометрических точек, например, шейного отдела позвоночника.

Нами разработана методика генерирования плоской развертки стойки воротника мужской сорочки на основе цифрового клона мужской фигуры. Именно стойка является той деталью мужской сорочки, от под влиянием антропоморфности которой формируется ощущение комфорта или дискомфорта при эксплуатации. Для разработки новой технологии проектирования использованы: лазерный бесконтактный 3D бодисканер VITUS Smart XXL для получения цифровых клонов мужских фигур согласно стандарту ISO 20685-2010(E); программа Anthroscan (Human Solutions, Германия) для обработки антропометрической информации; компьютерная программа CLO 3D, версия 5.0.156.38765, (CLO Virtual Fashion, Республика Корея) для генерирования виртуальных двойников сорочек.

В качестве исходных данных и объектов взяты скан шейного отдела позвоночника, величины конструктивных прибавок к размерному признаку "Обхват шеи", высота стойки и величины воздушных зазоров между шеей и стойкой. Технология включает построение трех линий: исходной линии сочленения шеи с туловищем с учетом морфологических особенностей фигуры и двух линий стойки - нижней и верхней.

Первую нижнюю линию втачивания стойки в горловину строят относительно исходной линии непосредственно на поверхности цифрового клона; эта линия является частично эквидистантной. Расстояние между обеими линиями выбрано непостоянным, а переменным за счет изменения вдоль их периметров величин радиальных прибавок. Радиальные прибавки можно изменять в зависимости от конструктивной прибавки к размерному признаку "Обхват шеи".

Вторую верхнюю линию стойки строят также относительно шеи с учетом особенностей распределения воздушных зазоров.

Полученную 3D стойку с помощью специальных функций укладывают на плоскость и вписывают в традиционную базисную прямоугольную сетку с автоматическим генерированием важнейших конструктивных параметров: величину прогиба стойки посередине (над седьмым шейным позвонком), координаты точки перегиба относительно шейной точки сбоку и величины подъема конца стойки над шейной точкой спереди. Все перечисленные параметры индивидуальны и зависят от морфологии шейного отдела. Отлет воротника проектируют с учетом модельных особенностей (ширина отлета, длина концов и других параметров).

© **Сида Ван, В.Е. Кузьмичев, 2021**

Ивановский государственный политехнический университет
153000, Иваново, пр. Шереметевский, д.21

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РУКАВОВ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ

Виртуальное проектирование одежды, начиная от создания лекал и заканчивая визуализацией цифрового двойника одежды в специальных программах, позволяет усовершенствовать процесс построения чертежей. Благодаря возможностям современных программ трехмерной визуализации можно проектировать самые разные сочетания конструктивных параметров и оценить их влияние на появление дефектов внешнего вида без отшива материальных образцов. Знание причин появления дефектов позволяет перейти к новому уровню процесса конструирования с включением в него элементов прогнозирования.

Нами разработана методика виртуального проектирования узла "пройма-рукав" и рукавов женских классических жакетов с прогнозируемым уровнем качества посадки. Для разработки методики были использованы чертежи конструкций и виртуальные двойники жакетов, программы CLO3D (версия 5.0.156.38765, CLO Virtual Fashion, Республика Корея) и САПР ET (BUYI Technology, Китай).

На *первом этапе* была систематизирована, параметризована и сгруппирована информация о чертежах стана и двухшовного рукава. Для анализа были отобраны чертежи женских жакетов классического стиля с использованием ранее разработанной в ИВГПУ номенклатуры признаков их фронтальной проекции (геометрические параметры контура, пропорциональные соотношения в поперечном и продольном направлениях, размеры деталей и др.). В чертежах были параметризованы линии проймы и оката рукава. Из чертежей были сгенерированы виртуальные жакеты с разделением на пять групп с разным уровнем посадки, идентифицируемых с помощью разработанных показателей качества (форма оката, ровнота внешней и внутренней поверхности рукава, наличие складок вокруг шва проймы, отвесность рукава).

На *втором этапе* в декартовой системе координат были установлены допустимые границы топографических пространств для контрольных точек проймы и оката рукава. Полученные поля координат для каждой пары точек позволяют оценить правильность проектирования обеих сопрягаемых линий и прогнозировать появление дефектов в случае их несоответствия. Для автоматической проверки обеих линий разработана специальная программа на объективно-ориентированном языке программирования Python.

На *третьем этапе* установлены соотношения между взаимозависимыми параметрами чертежей и виртуальных жакетов, которые требуют согласования для достижения и оценки пространственного положения и стабильности линий членения и

сгибов рукава. Поскольку переход от плоской развертки к сложной объемно-пространственной форме сопровождается искажением конфигурации линий и швов, то получены уравнения для расчета критериев качества посадки виртуальных жакетов по конструктивным параметрам чертежей. Данные уравнения были проверены на жакетах с разными уровнями качества посадки и подтвердили свою адекватность.

На *четвертом этапе* разработанный алгоритм проектирования узла "пройма - рукав" и рукавов был проверен с использованием технологии нейропсихологического восприятия виртуальных объектов для оценки особенностей восприятия отдельных дефектов на экране монитора.

© А.Р. Мирошникова, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.18

ТЕХНОЛОГИЯ UV-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В ГЕНЕРИРОВАНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ ВИРТУАЛЬНОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ОДЕЖДЫ

Программы компьютерного моделирования сложных объектов находятся на высоком уровне развития. Разрабатываемые методы трехмерного автоматизированного проектирования одежды должны обеспечивать четкость задания геометрической формы изделия и пространственного положения линий членения при условии возможности создания всего многообразия силуэтных форм и конструктивных решений. 3D технологии становятся более применяемыми в проектировании одежды, а традиционные расчётно-графические плоскостные методы конструирования одежды, даже при использовании САПР, не могут в полной мере обеспечить потребности современного производства.

В автоматизированном проектировании одежды применяется две технологии построения лекал и трехмерных моделей. Первая технология, 2d-3d проектирование, предполагает построение лекал пользователем с последующей виртуальной примеркой для прогнозирования формы одежды. Вторая технология, 3d-2d проектирование, основана на параметрическом построении трехмерной формы одежды с автоматизированным построением развертки этой формы для получения чертежей.

Важной задачей является объединение этих двух технологий в рамках экспериментального трехмерного моделирования различных силуэтных форм женских платьев для определения перспективных возможностей применения UV-преобразования в генерировании чертежей исторической одежды. UV-преобразование (англ. UV mapping) – технология получения разверток поверхностей, широко применяющаяся в 3D графике, которая обеспечивает соответствие между координатами на поверхности 3D объекта (x, y, z) и координатами на 2D текстуре (U, V). Добиться более точных развёрток поверхности 3D модели исторической одежды позволяет применение ретопологии. Ретопология заключается в рационализации расположения вертексов, ребер и полигонов в 3D моделях.

Современные компьютерные технологии широко применяются в цифровизации коллекций исторического костюма. Ведущие отечественные и зарубежные музеи применяют 3D сканирование и предметную 3D фотосъемку для создания трехмерных моделей экспонатов. В то же время, трехмерные модели исторической одежды являются носителями информации о форме костюма, представленной в цифровом виде. Эта информация может быть извлечена из 3D моделей с применением технологии автоматизированного построения разверток объектов сложных пространственных форм, преобразована в чертежи конструкции, и использована для обогащения экспозиций,

получения дополнительных сведений об одежде с позиций инженерии, а также в реконструкции. Однако, переход от 3D объектов к плоским воплощениям их пространственной формы должен обеспечиваться соответствующими методиками и базами данных

Научный руководитель: к.т.н., доц.М.А. Москвина

© О. В. Клещуква, 2021

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.18

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛАТЬЕВ В СРЕДЕ 3D САПР НА ОСНОВЕ ПРОТОТИПОВ СТИЛЯ «АР-ДЕКО».

Применение компьютерных технологий для воспроизведения одежды в виртуальной среде — актуальная область исследований, поскольку позволяет изучать и воссоздавать в виртуальной среде не только утраченные и поврежденные исторические предметы одежды, но и детально реплицировать относительно хорошо сохранившиеся объекты для их консервации, сохранения и экспозиции в виртуальной среде.

Целью исследования являлось совершенствование технологии виртуальной примерки для осуществления высокоточных компьютерных реконструкций платьев 1920-х гг. с учетом конструктивных решений одежды, величин размерных признаков фигур, свойств текстур виртуальных материалов.

Недостатком существующих баз данных являются отсутствие информации об оригинальных методах конструирования и конструктивных решениях рассматриваемого периода, отсутствие информации и сравнительного анализа размерной типологии населения в соответствии с историческим периодом.

В рамках исследования выполнено:

- Анализ имеющихся в исторических источниках образцов женских платьев 1920-х гг. и выбор прототипа для экспериментального моделирования.
- Исследование размерных типологий женских фигур, используемых в конце XIX начале XX вв., выбор размерных признаков условно-типовых фигур рассматриваемого периода и современности, моделирование аватаров фигур по выбранным размерным признакам.
- Изучение исторических методик конструирования и анализ чертежей конструкций женских платьев 1920-х гг., построение чертежей конструкций выбранного прототипа женского платья 1920-х гг.
- Виртуальная примерка полученных образцов женских платьев на условно- типовые фигуры (аватары) рассматриваемого периода и современную.
- Сопоставление полученных 3D моделей платьев с имеющимися изображениями прототипа и оценка результата экспериментального моделирования.

Полученные результаты позволяют выполнять моделирование и примерку женской одежды 1920-х гг. платьево-блузочного ассортимента в виртуальной среде, что актуально и широко востребовано в разработке костюма для кинопроцесса, театра, музейного дела, исторической реконструкции, а также при создании современных авторских моделей одежды.

Научный руководитель: к.т.н., доцент А. Ю. Москвин

АДАПТАЦИЯ АЛГОРИТМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТРОПОМЕТРИЧНЫХ МУЖСКИХ ПЛЕЧЕВЫХ ВИДОВ ОДЕЖДЫ РЕАЛИЗУЕМЫХ В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНАХ

Распространение коронавируса и меры по его сдерживанию самым негативным образом отразилась на рынке розничной продажи одежды. В данной ситуации интернет-магазины оказались более выигрышном положении. Возможность приобрести необходимую одежду не выходя из дома, стала главным достоинством онлайн-торговли. Но и здесь не все так хорошо. Несоответствие одежды размерам фигуры потребителя стало главной причиной ее возврата. Общемировая статистика говорит, что показатель возвратов из-за несоответствия размера находится в диапазоне от 15 до 50 процентов. Наибольшее число возвратов приходится на антропометричные виды одежды, такие как мужские сорочки и пиджаки малого объема изготовленные из тканей с малой степенью растяжимости.

Алгоритмы проектирования мужских плечевых видов одежды включают построение базовой основы чертежа в соответствии с размерными признаками и прибавками, отражающие современное направление моды. Основной прибавкой, определяющей силуэтную форму изделия, является прибавка к обхвату груди и ее распределение между участками спинки, полочки и проймы.

Для исследований причин несоответствия антропометричной одежды размерам фигуры потребителя было выполнено сканирование 140 мужских индивидуальных фигур без видимых отклонений антропоморфного телосложения с помощью бодисканера INTAILOR 3-D Scanning фирмы Human Solutions (Германия) в основной антропометрической позе согласно стандартам ISO. Согласно действующей типологии российского населения сформирована выборка с диапазоном размерных признаков, см: рост 174,8...176,2; обхват груди третий 99,4...101,4; обхват талии 82,3...84,6; обхват бедер 98,9...101,4; ширина груди 38,8...44,9; ширина спины 37,8...41,6. В программе Rhinoceros на цифровой клон мужской фигуры нанесли основные и дополнительные антропометрические уровни. Для нахождения передних и задних участков фигуры, цифровые клоны разделяли вертикальными плоскостями: средней сагиттальной и проходящей через середину отрезка, соединяющего передний и задний угол подмышечных впадин (как боковой шов). Получены горизонтальные сечения на уровне обхвата груди третьего, ширины спины и груди, а также сечения на уровне обхвата талии и бедер. Определили доленое распределение обхватов талии и бедер на передние и задние участки; установили доленое соотношение ширины спины и груди к обхвату груди третьему.

В результате исследований установлено, что доленое соотношение ширины спины и груди к обхвату груди третьему составляет 37,6...39,4% и 38,4...44,2% соответственно и превышает допустимое отклонение размерного признака между смежными размерами.

Таким образом, для снижения числа возврата одежды из-за ее несоответствия размерам фигуры потребителя необходимо на этапе проектирования антропометричных мужских плечевых видов одежды учитывать доленое распределение обхватов на основных конструктивных уровнях груди, талии и бедер.

ПРИМЕНЕНИЕ АРМИРУЮЩИХ ОСНОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В докладе представлен анализ применимости армирующих основ при изготовлении волокнистых наполнителей для би- и многокомпонентных материалов с целью повышения их формоустойчивости. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-31-90116.

Современные тенденции в проектировании и технологические возможности изготовления волокнистых наполнителей делают актуальной разработку слоев пакета специальной одежды, представляющих собой детали из композиционных материалов, для соответствия специфическим требованиям к данному виду изделий.

Разработана классификация волокнистых наполнителей по обобщенной системе признаков: способ образования и сохранения структуры и формы, конструкция пакета, армирующий материал.

Классификация использована при разработке процесса проектирования специальной одежды с изменяемым пакетом материалов.

Полученные ранее математические описания зависимостей свойств образцов материалов из кератиновых и коллагеновых волокон от технологических факторов: вида армирующей основы, расположения ее в холсте, частоты прокладывания и количества нитей или пучков, которые предназначены для расчета показателей механических свойств би- или многокомпонентных композиционных материалов.

Элементы поверхности новых материалов будут различаться по масштабу, площади заполнения, высоте рельефа.

Предложен подход к проектированию волокнистых армированных деталей, заключающийся в преобразовании информации о элементах пакета материалов в конструкцию и технологию изготовления специальной одежды, требуемые свойства которой обеспечиваются путем комплексного решения проектных задач.

Определена схема формообразования системы «армирующая основа – волокнистый материал – объемная деталь – формоустойчивое изделие».

В результате проведенного анализа путей достижения и сохранения формы в современной одежде, содержащей детали из войлока и коллагенсодержащих формованных материалов, выявлено, что наиболее эффективными для сохранения формы являются приемы, основанные на использовании дополнительных материалов и конструктивных элементов, которые в виду их высокой трудоемкости мало используются в современных технологиях, что требует совершенствования методов изготовления и оборудования для производства волокнистых материалов.

Разработана методика проектирования формоустойчивой женской специальной одежды, разделенная на несколько последовательных этапов, которые соответствуют признакам классификации, выделенным при анализе современных изделий с деталями из волокнистых материалов: способ образования формы готового изделия, технология закрепления формы изделия, характеристики структуры материала, конструкция пакета с определением вида армирующей основы, разработка конструкции специальной одежды, определение методов изготовления.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПЛАТЬЕВ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ С УЧЕТОМ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦИФРОВЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Необходимость изучения виртуальных текстильных материалов и их физико-механических свойств обоснована необходимостью цифровизации исторической одежды, как важного элемента культурного наследия, предоставления доступа к ней в виртуальной среде для применения в современных научных исследованиях и проектной деятельности.

Цель работы – совершенствование методов цифровой реконструкции платьев с учетом физико-механических свойств цифровых текстильных материалов в программном обеспечении 3dsMax.

Работа включала следующие этапы:

- 1) Систематизация информации об ассортименте и свойствах текстильных материалов 1930-х гг.;
- 2) Выполнение сравнения технических возможностей программ, реализующих компьютерную симуляцию текстильных материалов;
- 3) Проведение физически-корректной компьютерной симуляции виртуальных текстильных материалов в программе 3d графики;
- 4) Применение параметров виртуальных тканей для реконструкции исторической одежды на примере платья 1930-х годов, оценка результатов проектной работы.

Работа включала выполнение физически-корректной компьютерной симуляции виртуальных текстильных материалов в программах 3d графики, применение параметров виртуальных тканей для реконструкции исторической одежды на примере платьев 1930-х гг. и тестирование минимальных и максимальных значений параметров материала. Было выявлено, что использование минимальных и максимальных значений параметров не позволяет добиться соответствия между виртуальным изделием и прототипом. Эксперимент показал, что подбирая параметры виртуального текстиля можно добиться соответствия силуэтных форм одежды, количества и характера складок. Это позволило создать цифровую одежду с параметрами материала, подходящих под силуэтную форму прототипа.

Корреляционный анализ данных, полученных в результате эксперимента, показал, что параметр Stretch оказывает значительное влияние на складкообразование. Проведенный эксперимент показал, что при увеличении значения Stretch от 0 до 50, наблюдается уменьшение растяжимости материала и, как следствие, смещение антропометрических уровней груди, талии и бедер у виртуальной модели платья. При дальнейшем увеличении значения параметра Stretch от 50 до 100 происходит исключительно увеличение жесткости материала, что видно из характера складок и изменения формы горизонтального сечения.

Разрабатываемое в ходе данной работы информационное обеспечение процессов компьютерного проектирования одежды широко применяют:

- 1) виртуальные музеи;
- 2) разработчики мультимедиа, цифровых и онлайн экспозиций исторической одежды;
- 3) организации, занимающиеся цифровизацией музейных коллекций;
- 4) мультимедиа проекты, посвященные историческому костюму и его

популяризации;

5) научные лаборатории, занимающиеся изучением исторической одежды с применением современных цифровых технологий;

6) в каталогизации музейных коллекций и атрибуция костюмов;

7) в проектировании современного авторского костюма на основе исторических прототипов;

8) в проектировании сценического костюма и одежды для кинопроцесса.

Научный руководитель: к.т.н., доц. М.А. Москвина

© Е.Н. Ерохина

ФБГОУ ВО «Самарский государственный технический университет»
443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д.194

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОДЕЖДЫ

Концепция программы Industry 4.0 подразумевает разработку и производство конкурентоспособной продукции нового поколения с применением технологий Фабрик Будущего (Factories of the Future). Фабрики Будущего или Цифровые Фабрики – это системы комплексных технологических решений, ключевым элементом которых становятся «умные» математические модели и «умные» цифровые двойники (Smart Digital Twins) объектов/изделий, производства и технологических/производственных процессов.

Универсальное цифровое представление тканых материалов возможно на основе применения иерархического подхода к моделированию, в соответствии с которым сначала составляются определяющие уравнения для типовой «элементарной ячейки», то есть повторяющегося элемента гетерогенной тканой структуры. Этот подход опирается на опыт создания иерархических обобщенных моделей и соответствующих эффективных численных методов анализа конструкций. Применение данного подхода может обеспечить создание единой базы данных для виртуального моделирования поведения текстильных материалов и изделий из них, что может способствовать переходу трехмерного проектирования одежды на более высокий уровень.

Реализация данного подхода рассмотрена на двух уровнях моделирования механического поведения ткани. На первом уровне моделируется поведение ячейки ткани как структурного элемента материала. По результатам моделирования первого уровня ткань заменяется однородным материалом с эквивалентными свойствами и исследуется при граничных условиях, имитирующих стандартные испытания на растяжение, а затем в процессе деформирования деталей конструкции в условиях эксплуатации изделия.

Результаты исследования демонстрируют также возможности программного обеспечения для численного инженерного анализа класса CAE (computer-aided engineering). Использование метода конечных элементов позволяет существенно расширить круг рассматриваемых проблем механического поведения тканого материала и конструкций из него. Появляется возможность детально исследовать влияние геометрических характеристик структурных элементов тканей на их механическое поведение. Подобные модели позволяют воспроизводить детальную картину деформирования не только при полцикловом, но и одноцикловом и многоцикловом нагружении.

Последующее применение конечно-элементных моделей эквивалентных гомогенизированных текстильных материалов, адекватно имитирующих поведение реальных тканых материалов, может быть связано как с исследованиями рациональных способов формообразования, так и с исследованиями характера деформирования

материалов в готовых изделиях в зависимости от размеров и конфигурации различных конструктивных участков деталей.

© А.Е. Горелова, Д.А. Васильев, 2021

ООО "ИИТ Консалтинг"
153012, Иваново, ул. Суворова, д.39-524

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ С КОМПРЕССИОННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ¹

Трехмерное проектирование одежды в России только набирает свою популярность и используется для визуализации изделия при согласовании дизайна модели с целью сокращения операционных издержек. Дизайн модели (форма, конструктивно-технологические особенности) создают как правило в 2D, после чего "сшивают" средствами САПР одежды синтезирующего типа. Индикатором комфортности является карта "давления", вызванного воздействием изделия на виртуальный манекен, значения которого находятся в пределах пороговых значений компрессии для данного вида изделия. Достижение комфортности необходимо либо заранее предсказывать на этапе создания 2D лекал, либо проводить итерационную верификацию с последующим внесением изменений в 2D конструкцию.

При кастомном проектировании возникает потребность учитывать антропометрические, биомеханические (плотность кожно-жировой прослойки) и психоэмоциональные (болевой порог) характеристики каждого клиента индивидуально. Особая важность учета величин давления возникает при проектировании изделий с эффектом коррекции и моделирования тела (например, компрессионных, спортивных изделий, топов после мастэктомии и т.п.), т.к. топография и величины компрессии оказывают значительное влияние на эффективность проведения косметологических и лечебных мероприятий.

С целью сокращения количества итераций возможно применение САПР одежды генерирующего типа, которые позволяют также изменять форму и размеры трехмерного манекена, а также, в отличие от САПР синтезирующего типа, получать развертку в соответствии с заданной трехмерной формой. Однако данные программные продукты не позволяют оценить посадку изделия, сшитого на основе полученных лекал.

Авторами предложена методика проектирования изделий, основанная на применении двух видов САПР - генерирующую (для получения манекена желаемой формы и размера, а также лекал в соответствии с индивидуальными характеристиками клиента) и синтезирующую (визуализация воздействия изделия на манекен). Задание и оценка компрессионного воздействия проводится следующим образом:

- 1) изменение параметров манекена для предсказания желаемой трехмерной формы одежды, надетой на тело (САПР генерирующего типа, например, в BustCAD),
- 2) получение лекал методом автоматической развертки трехмерной формы деталей изделия на плоскость (BustCAD),
- 3) сшивание и симуляция посадки на виртуальный манекен (манекен индивидуальной фигуры, выполняется в САПР синтезирующего типа, например, в Clo3d),
- 4) оценка посадки и уровня комфортности (Clo3d),
- 5) внесение изменений в изначальную модель изделия (манекен желаемой формы и пошивочный манекен, BustCAD).

¹ Работа выполнена по договору РФФИ № 18-47-370005\20 от 21.10.2020

Реализация разработанной методики позволит прогнозировать величину воздействия изделия (корсета, послеоперационного топа, боди с утяжкой и т.п.) с учетом индивидуальных антропометрических и биомеханических характеристик клиента, получить конструкцию изделия и оценить возможность изготовления из данного материала.

Предложенная методика позволяет плавно перейти от традиционных подходов при производстве одежды с многочисленными итерациями для достижения требуемого эффекта к современному цифровому производству с применением прямого трехмерного проектирования, удовлетворяющему критериям Индустрии 4.0.

Раздел 7. Большие данные, искусственный интеллект, нейронные сети: аналитика и цифровые двойники магазинов, цифровые двойники потребительского процесса; цифровые двойники производств, производимых товаров и производственных процессов. AR, VR: виртуальная одежда для примерки на цифровом аватаре, виртуальная одежда для игр, AR, VR и социальных сетей

Модератор: Штеренберг Станислав Игоревич, к.т.н. Доцент кафедры интеллектуальных систем и защиты информации

© Д.А. Мирошниченко, Т.Ю. Карева, 2021

Ивановский государственный политехнический университет
153000, Иваново, пр. Шереметевский, д.21

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДЕФЕКТОВ ВНЕШНЕГО ВИДА ТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Современное текстильное производство выпускает огромное многообразие тканых полотен, как суровых, так и практически готовых к использованию потребителем – пестротканей, жаккардовых и др. Состояние отрасли на сегодняшний день таково, что предприятия постепенно проводят замену старого оборудования на новое более высокотехнологичное, предъявляющее высокие требования к входному продукту. Качество перерабатываемого сырья (полуфабриката) на каждом переходе, как известно, влияет на качество конечного продукта. Первоначальная разбраковка суровой ткани оказывает огромное влияние не только на качество готовой продукции, но и на целевое ее применение, ввиду возможного выявления дефектов процесса ткачества. В зависимости от сорта готовой ткани, она может быть использована в швейной промышленности для пошива разных изделий. Потери отделочных производств от выпуска бракованной продукции колеблются от 3 до 5 %. В связи с чем, со стороны отделочного производства к суровым тканям предъявляются высокие требования по их качеству. На отечественных ткацких предприятиях разбраковка суровых тканей происходит визуально, и качество выполненной работы зависит в большой степени от опыта контролера качества ткани. При этом, при достаточно высоких для улавливания глазом человека скоростях прохода материала, многие пороки остаются незамеченными. Кроме этого контролер самостоятельно присваивает баллы каждому дефекту и складывает их (записывает или в уме) по длине куска, для определения сорта ткани, что приводит часто к неоправданному либо завышению, либо занижению качества разбракованного материала. С целью управления качеством текстильных материалов на различных этапах его производства, проводится исследование по созданию базы эталонов дефектов внешнего вида тканых материалов для

мультизадачного обучения нейросетей, позволяющих автоматизировано распознавать дефекты ткани с различным видом поверхности. Нами разработана программа по визуальному представлению дефектов внешнего вида как суровых, так и готовых к выпуску тканей и их оценка, в соответствии с ГОСТ 161-86. В программе предусмотрено описание дефектов и групп назначения тканей, реализована возможность расчета сорта тканого полотна в зависимости от размеров куска и наличия на нем различных видов дефектов. Разработанная база может так же быть использована для обучения персонала, задействованного в разбраковке как суровья при производстве ткани, так и готовой продукции в отделочном производстве.

Автоматизированная оценки качества текстильных изделий будет способствовать появлению новых программных продуктов для оценки качества ткани на различных этапах текстильного производства, для входного контроля ткани на швейных предприятиях, для оценки готовых текстильных и швейных изделий с различными видами оформления поверхности (различные виды переплетений, меланжевых и фасонных эффектов, с ткацким и печатным рисунком).

Исследование выполняется при финансовой поддержке РФФИ и Ивановской области в рамках научного проекта 20-47-370005 р_а_Ивановская область «Разработка методики и модели мультизадачного обучения нейросетей для распознавания дефектов ткани с различным видом оформления поверхности».

© Е.Ю. Долгова¹, М.А. Чижик¹, Ж.М. Найманханова², Т.М. Иванцова¹, 2021

¹Омский государственный технический университет
644050 Омск, пр. Мира, д.11

² Senstile, Бильбао, Испания

ФОРМИРОВАНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В настоящее время увеличились продажи товаров, в том числе текстильных материалов в он-лайн формате, более востребованными и актуальными стали различные программы и приложения, помогающие покупателю осуществить выбор и покупку товара без физического контакта с ним.

Проблема идентификации и выбора материалов без их физического присутствия, без возможности посмотреть, прикоснуться, провести инструментальные исследования является актуальной.

В Омском государственном техническом университете (ОмГТУ) совместно с испанской IT-компанией Senstile (г. Бильбао) ведутся разработки технического решения, позволяющего осуществлять идентификацию, выбор материалов, прогнозирование их свойств он-лайн по цифровым двойникам. Рассмотрен общий подход к созданию цифровых двойников различных объектов.

Задачей, проводимых в ОмГТУ работ, является проведение исследований материалов, экспертная оценка их свойств, консультирование специалистов IT-компании и помощь в вопросах, требующих специальных знаний в области конструирования, технологии и материаловедения.

Для распознавания материалов используется сенсор, «считывающий» необходимую информацию в виде характеристик или признаков с физических образцов материалов. Сенсор достаточно успешно распознает цвет, рисунок и геометрические характеристики материала, а разработанный алгоритм строит 3D модели и проводит кластеризацию объектов по этим признакам. В настоящее время ведутся работы по совершенствованию устройства,

подбору параметров съемки, источников света и пр. факторов с целью получения более точной и полной информации о материалах.

В качестве методов решения используется машинное обучение, как класс методов искусственного интеллекта, для которых характерна возможность контролируемого или неконтролируемого обучения на больших наборах данных, что позволяет решать качественно и быстро различные задачи.

Для идентификации материала и обучения модели сформирована обучающая выборка из 250 образцов различных текстильных материалов, отличающихся способом получения, сырьевым составом, строением и выбраны тактильные (гриф, туше) и формообразующие свойства (драпируемость, жесткость). В перспективе идентифицирующие признаки будут использованы в дальнейших исследованиях текстильных материалов и определено, какие конкретно признаки и насколько точно сможет сенсор «считывать», как алгоритм проклассифицирует материалы.

При положительном результате решения задачи планируется продолжить работу по определению других свойств, «цифровому» конфекционированию и прогнозированию. Также возможна перестройка архитектуры алгоритмов на блочную структуру, где каждый блок отвечает за определенные параметры, что позволит использовать алгоритм для определенных целей.

Научное издание

LIGHT CONF 2021
«НАУКА - ТЕХНОЛОГИИ - ПРОИЗВОДСТВО»

Тезисы докладов
Международная научно-технической конференция

Редактор: П.А. Железникова
Материалы печатаются в авторской редакции.

Учебное электронное издание сетевого распространения
Системные требования:
электронное устройство с программным обеспечением для воспроизведения
файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2021104, по паролю. – Загл. с
экрана.

Дата подписания к использованию 05.04.2021 г. Рег. № 104/21.

ФГБОУВО «СПбГУПТД»
Юридический и почтовый адрес: 191186, Санкт-Петербург,
ул. Большая морская, д.18.
<http://sutd.ru/>