



# ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
(до 2016 года «Вестник  
Костромского государственного  
технологического университета»)

Издается с 1999 года

**2017**

**№ 1(37)**

**ОКТАБРЬ**

# TECHNOLOGIES & QUALITY

SCHOLARLY JOURNAL  
(up to 2016, «Bulletin  
of the Kostroma State  
Technological University»)

Appears since 1999

**2017**

**№ 1(37)**

**OCTOBER**

**Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук**

**Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) с 2011 года**

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:****Главный редактор**

ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ РУДОВСКИЙ  
доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

**Ответственный редактор**

СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА СМIRНОВА  
кандидат технических наук, доцент  
Костромской государственной университет  
ГРИГОРИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ БУКАЛОВ  
доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет  
СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет  
ВИКТОР АРКАДЬЕВИЧ ГЛАЗУНОВ  
доктор технических наук, доктор философских наук  
Институт машиноведения им. А. А. Благонравова

Российской академии наук (Москва)

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ЖУКОВ  
доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет  
ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА

кандидат технических наук, доцент  
Костромской государственной университет  
МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет  
ЖАННА ЮРЬЕВНА КОЙТОВА

доктор технических наук, профессор,  
Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна

АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет  
АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН

доктор технических наук, профессор,  
Ивановский государственный политехнический университет

СТАНИСЛАВ ВАСИЛЬЕВИЧ МИХАЙЛОВ

доктор технических наук, профессор  
Костромской государственной университет  
СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛОЧКИН

доктор технических наук, профессор, Московский  
государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

НАДЕЖДА АНАТОЛЬЕВНА СМIRНОВА  
доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА  
доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ СТАРОВЕРОВ  
доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ТИТУНИН  
доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

СЕРГЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ УГРЮМОВ  
доктор технических наук, профессор,  
Поволжский государственный технологический университет

(Йошкар-Ола)

**EDITORIAL BOARD STAFF:****Editor-in-chief**

PAVEL NIKOLAEVICH RUDOVSKY  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

**Executive Secretary**

SVETLANA GENNADIEVNA SMIRNOVA  
Candidate of Technical Sciences, Docent  
Kostroma State University

GRIGORIY KONSTANTINOVICH BUKALOV  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University  
SERGEY ILICH GALANIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

VIKTOR ARKADYEVICH GLAZUNOV  
Doctor of Technical Sciences, Doctor of Philosophical Sciences,  
Blagonravov Mechanical Engineering Research Institute  
of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

VLADIMIR IVANOVICH ZHUKOV  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

LYUDMILA YURYEVNA KIPRINA  
Candidate of Technical Sciences, Docent  
Kostroma State University

MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELYOV  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

ZHANNA YURYEVNA KOYTOVA  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Saint Petersburg State University

of Industrial Technology and Design  
ANDREY ROSTISLAVOVICH KORABELNIKOV  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

ALEKSEY YURYEVICH MATROHIN  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Ivanovo State Polytechnic University

STANISLAV VASILYEVICH MIKHAYLOV  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Bauman Moscow State Technical University

NADEZHDA ANATOLEVNA SMIRNOVA  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

BORIS ALEKSANDROVICH STAROVEROV  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

ANDREY ALEKSANDROVICH TITUNIN  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

SERGEY ALEKSEYEVICH UGRYUMOV  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Volga State University of Technology

(Yoshkar-Ola)

## К НАШЕМУ ЧИТАТЕЛЮ

*Уважаемый читатель!*

Вы держите в руках первый номер научного журнала «Технологии и качество». Новый журнал принимает эстафету выпусков у издававшегося почти 20 лет журнала «Вестник Костромского государственного технологического университета». В свою очередь, его предшественником был ежегодный сборник научных статей преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов университета, а также ученых из родственных вузов.

Как указывалось в Положении о сборнике, *«целью издания является ознакомление с научной деятельностью Костромского государственного технологического университета, направленной на развитие фундаментальных и поисковых исследований, повышение уровня и конкурентоспособности научно-технической продукции, реализации научных достижений в народном хозяйстве и в учебном процессе»*. В 1990-х годах основные научные направления концентрировались *«в области совершенствования существующих и создания новых технологических процессов и оборудования текстильной промышленности с улучшенными потребительскими и специальными свойствами, повышения эффективности, надежности и долговечности текстильного оборудования»*. В сборнике публиковались также статьи по проблемам экологии, разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами и систем автоматизированного проектирования, совершенствования организации и управления в текстильной промышленности, проектирования и художественного оформления изделий текстильной и легкой промышленности.

«Вестник Костромского государственного технологического университета» был учрежден по предложению проректора по научной работе профессор Р. В. Корабельникова в 1999 году. При формировании первых номеров сразу стало понятно, что тематика исследований, проводимых в КГТУ, выходит далеко за указанные в Положении рамки. Стремительное изменение внешней среды на рубеже веков, появление запроса общества на доступное высшее образование в короткое время привели к эволюционному сдвигу структуры научно-педагогических направлений. Некогда отраслевой вуз становится многопрофильным региональным университетом.

В университете к тому времени сложилась признанная экономическая научная школа, проводились широкие исследования по проблемам истории, культурологии, юриспруденции, дру-

гих социальных и гуманитарных наук. Включение соответствующих рубрик в сборник превратило его в мультидисциплинарное издание, что в значительной степени дезориентировало читателей. Поэтому, уже начиная с третьего номера, нечетные номера включали статьи по техническим наукам, а четные – по экономике и гуманитарным наукам.

Формат сборника научных трудов вуза из-за очень узкой области распространения не позволял полностью реализовать поставленные при его создании цели, основной из которых явилось ознакомление научной общественности с работами, проводимыми в нашем вузе. Поэтому в 2005 году «Вестник Костромского государственного технологического университета» был зарегистрирован как научный журнал. Он вошел в Российский индекс научного цитирования и с этого времени стал широко известен среди вузов и научных организаций, имеющих общие с КГТУ направления исследований.

К 2007 году объединение в одном номере статей по техническим, экономическим и гуманитарным наукам стало тормозом в развитии журнала: оно не только размывало интерес авторов и читателей, но и не позволяло печатать в приемлемые сроки поступающие в редакцию статьи. Поэтому с 2008 года журнал «Вестник Костромского государственного технологического университета» выходил в виде трех специализированных номеров по техническим, экономическим и гуманитарным наукам. Логическим завершением этого процесса явилась регистрация в 2011 году отдельных журналов гуманитарной, экономической и юридической направленности. «Вестник Костромского государственного технологического университета» окончательно сложился как журнал, освещающий проблемы технических наук по тематике исследований, проводимых в вузе, как это и задумывалось при его создании. С этого времени журнала выходил два раза в год.

За годы издания журнала в нем опубликовано 1338 статей. В числе их авторов – специалисты не только КГТУ, но и ряда других вузов и НИИ из России и ближнего зарубежья. Среди них есть как известные в своей области ученые, так молодые исследователи. Журнал способствовал становлению многих молодых ученых, публикуя материалы кандидатских и докторских диссертаций.

Несмотря на то что журнал был ориентирован на весь спектр научных исследований, проводимых в КГТУ, большая часть опубликованных

в нем статей посвящена проблемам легкой промышленности. Поэтому для оценки уровня журнала целесообразно сравнение его с журналами, публикующими статьи по этой тематике. По сведениям Российского индекса научного цитирования пятилетний импакт-фактор по итогам 2015 года, в котором вышел в свет послед-

ний полный годовой комплект журнала «Вестник Костромского государственного технологического университета», составляет 0,028, индекс Хирша за 10 лет равен 6 (рис. 1, 2). Из приведенных данных видно, что журнал занимает достойное место среди периодических изданий, освещающих проблемы легкой промышленности.

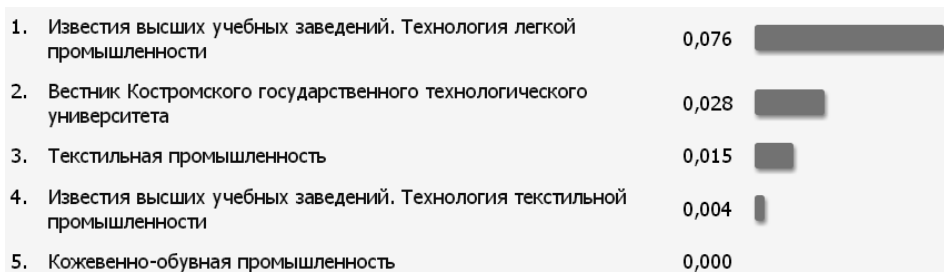


Рис. 1. Пятилетний импакт-фактор журналов с тематикой по легкой промышленности (2011–2015 гг.)

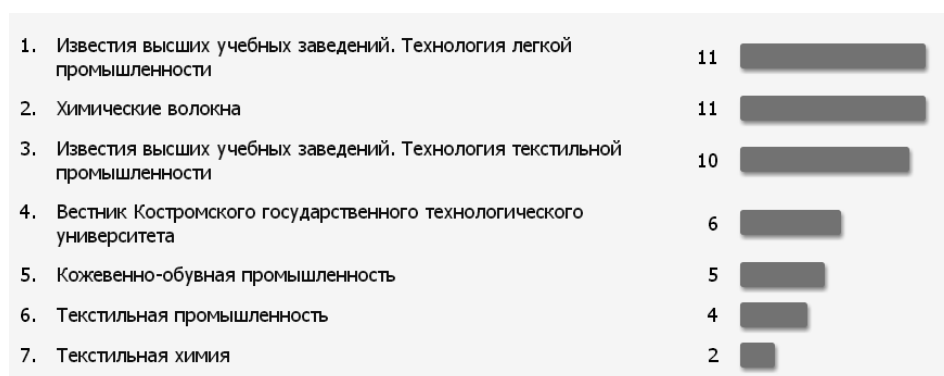


Рис. 2. Индекс Хирша за 10 лет (2006–2015 гг.)

Несомненно, создание в 2016 году Костромского государственного университета (КГУ) стало главным событием в научно-образовательном пространстве Верхневолжья. За очень короткий срок КГУ смог сформировать актуальную повестку развития. Это позволяет решать задачи повышения качества образовательного процесса по инженерно-техническим направлениям, расширять спектр прикладных исследований, привлекать дополнительные источники средств и ресурсов.

Сегодня университет видит себя не только «кузницей кадров», но и региональным центром технологического развития, который обеспечивает отбор, адаптацию, внедрение и сопровождение перспективных технологий в интересах приоритетных сегментов экономики Костромской области. КГУ намерен серьезно продвинуться вперед в области проектирования композиционных материалов, материаловедения, трансфера технологий в новые области применения. Так, открытие центра аддитивных технологий позволило не только создать современную материаль-

ную базу для учебного процесса, но и сделать наш вуз интересным для производителей оборудования и потребителей интеллектуальных и высокотехнологических продуктов.

При перерегистрации журнала в 2017 году произошла не только смена названия. Seriously обновлен состав редакционной коллегии: теперь он представляет не только КГУ, но и ряд известных своими научными достижениями организаций. Уверены, что это будет способствовать повышению качества публикуемых материалов и росту авторитета журнала среди специалистов.

В названии журнала в сжатом виде заключена цель его создания. Этот журнал, продолжая традиции «Вестник Костромского государственного технологического университета», должен стать коммуникационной площадкой для специалистов инженерных наук, работающих в областях, представленных в Костромском государственном университете, и, в конечном итоге, способствовать развитию инженерного образования и научных исследований в нашем вузе.

В добрый путь!

Главный редактор журнала П. Н. Рудовский  
Ректор КГУ А. Р. Наумов

# ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 677.074

**Киселев Михаил Владимирович**

доктор технических наук, доцент

**Зайков Кирилл Владимирович**

аспирант

Костромской государственный университет

kisselev50@mail.ru, zaikov\_k@mail.ru

## РАЗРАБОТКА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ 3D-МОДЕЛИ БРОНЕЖИЛЕТА

*Статья посвящена построению геометрической модели бронезилета, позволяющей осуществлять рациональный и оптимальный выбор его структуры. В результате исследования построена САD-модель защитного слоя бронезилета из баллистических тканей с учетом фактора реального масштаба. При решении задач использовались математические методы аппроксимации кривых, теория получения однослойной ткани, методы построения геометрических моделей в САD-системе SolidWorks.*

**Ключевые слова:** моделирование, арамидные баллистические ткани, структура бронезилета.

В условиях современной рыночной экономики для большинства текстильных предприятий остро стоит вопрос о перспективах их развития и востребованности выпускаемой ими продукции. На сегодняшний день одним из самых перспективных направлений развития текстильной промышленности является сфера технического текстиля, объем потребления которого постоянно растет, в частности производство тканей специального назначения [1]. К данным тканям относятся и ткани из высокопрочных арамидных нитей, которые предназначены для производства средств индивидуальной бронезащиты. Предприятия, выпускающие ассортимент баллистических арамидных тканей, ставят перед собой задачи повышения качества и совершенствования структур данных материалов.

Проблемы, связанные с совершенствованием структур баллистических тканей, обусловлены во многом активным развитием современного высокоскоростного и высокоточного оружия. Также следует учесть высокий уровень конкуренции на рынке баллистических материалов. Арамидные ткани в последние годы активно конкурируют с материалами на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (Dyneema® и Spectra®) и композиционными арамидными UD-структурами [2]. На сегодняшний день самыми распространенными марками арамидных волокон являются отечественные Армос, Русар, СВМ, зарубежные Twaron® (производитель – Teijin Aramid) и Kevlar® (производитель – DuPont).

Основной задачей при проектировании бронезилетов является минимизация их массы при сохранении заданного уровня защиты. В результате проведенных за 1990–2017 гг. в нашей стране и за рубежом исследований было установлено, что максимальная допустимая масса бронезилета для военнослужащих различных специальностей, при которой он способен достаточно эффективно выполнять боевые задачи, составляет 4,5...7,0 кг, при этом он должен удовлетворять общим техническим требованиям [3]. Проверка качества бронезилета, не находящегося в контакте с защищаемым объектом, проводится с определением баллистического предела. В случае если бронезилет контактирует с защищаемым объектом (тело человека) существует критерий определения тупой травмы, который применяется для сравнения бронезилетов различных классов [4]. В экспериментах в качестве тела человека используют или технический пластилин (при этом довольно сложно оценить степень травмирования тела человека), или дорогостоящие экспериментальные модели грудной клетки. Данный фактор является очень важным при выборе масштабного фактора моделирования разрушения бронезилета. С одной стороны, возможен путь выбора представительского объема текстильной структуры бронезилета с целью моделирования и последующего изучения закономерностей разрушения на нем. В данном случае возможно решение задачи сравнительного анализа различных ткацких структур с точки зрения наилучшего показателя баллистической стойкости ткани. С другой стороны, при выборе небольшого объема представительского

объема ткани для изучения его процесса разрушения мы сознательно закладываем ошибки в постановке граничных условий закрепления модели исходя из фактора реального масштаба. Кроме того, такой подход не даст возможности оценить критерий тупой травмы для человека.

Аналитических моделей, точно описывающих процесс динамического взаимодействия пули и бронежилета с учетом разрушения, на данный момент не существует, и, очевидно, их получение невозможно из-за сложности физических явлений, происходящих в этом процессе: большие перемещения, переменные контактные площадки, нелинейное поведение материала, повышение температуры и др. В связи с этим приоритет при решении задач механики деформируемого твердого тела отдается численным методам, позволяющим выполнять достоверный анализ динамических процессов и прогнозировать поведение всей защитной конструкции в случае пробивания преграды сложной тканевой структуры.

Современные бронежилеты представляют собой совокупность 10...25 и более слоев текстильной ткани из арамидных или иных волокон, сформированных в единый пакет. При этом каждый слой текстильного материала имеет различный вид ткацкого переплетения. Очевидно, что различная структура слоев бронежилета приводит к их различным физико-механическим свойствам, что неизбежно определяет различную величину предела баллистической стойкости каждого слоя. Решение задачи построения геометрической модели различных текстильных структур позволит осуществить дальнейший этап решения задачи повышения предела баллистической стойкости бронежилета путем импорта разработанной твердотельной модели из САД-системы в САЕ-систему для продолжения ее решения в динамической постановке механики разрушения. Данный подход к решению поставленной задачи является перспективным, поскольку анализ поведения объекта исследования расчетным путем с использованием возможностей современных численных методов и соответствующих пакетов прикладных программ не требует проведения дорогостоящих экспериментов и использует классические преимущества математического моделирования.

Структура бронежилета состоит из большого количества слоев текстильного материала, каждый из которых имеет различный тип ткацкого переплетения. При изготовлении текстильных переплетений различного вида возможен выбор нити различной линейной плотности. Таким образом, предел баллистической стойкости

бронежилета будет зависеть от большого числа варьируемых параметров и выбор оптимального варианта его структуры невозможен без создания математических моделей и решения оптимизационной задачи. Польский исследователь Zbigniew Stempien [5] утверждает, что одним из элементов, определяющих эффективность мягкой баллистической защиты, является геометрическая структура ткани. Автором было доказано, что геометрическая структура влияет на скорость распространения волн напряжения. Таким образом, ткани геометрической структуры, гарантирующей максимальную скорость распространения волны напряжения, являются оптимальными.

В данной статье проведено построение модели бронежилета с учетом фактора реального масштаба. При решении задач использовались математические методы аппроксимации кривых, теория получения однослойной ткани, методы построения геометрических моделей в САД-системе SolidWorks.

Эффективное использование современных численных методов требует создания адекватной геометрической модели рассматриваемого объекта. Первым этапом построения модели бронежилета была разработка геометрической модели структуры однослойной ткани различных переплетений, согласно теории строения ткани F. Peirce [6] и Н. Г. Новикова [7].

На рис. 1 представлены результаты 3D-моделирования различных видов текстильных переплетений с различными характеристиками. Более подробное описание технологии построения геометрических моделей ткацких переплетений с различными характеристиками представлено в проведенных ранее исследованиях [8, 9].

Следующим этапом было создание модели основы корпуса бронежилета и соединение его с пакетом из однослойных тканей из нитей «Русар» на его передней части. Для универсальности разработанной модели применено параметрическое задание размеров элементов корпуса бронежилета. Пример моделирования корпуса бронежилета в САД-системе приведен на рис. 2.

Последующее соединение корпуса бронежилета и защитной передней части из однослойной ткани с различным числом слоев и различными характеристиками переплетений представлено в виде сборочного чертежа на рис. 3.

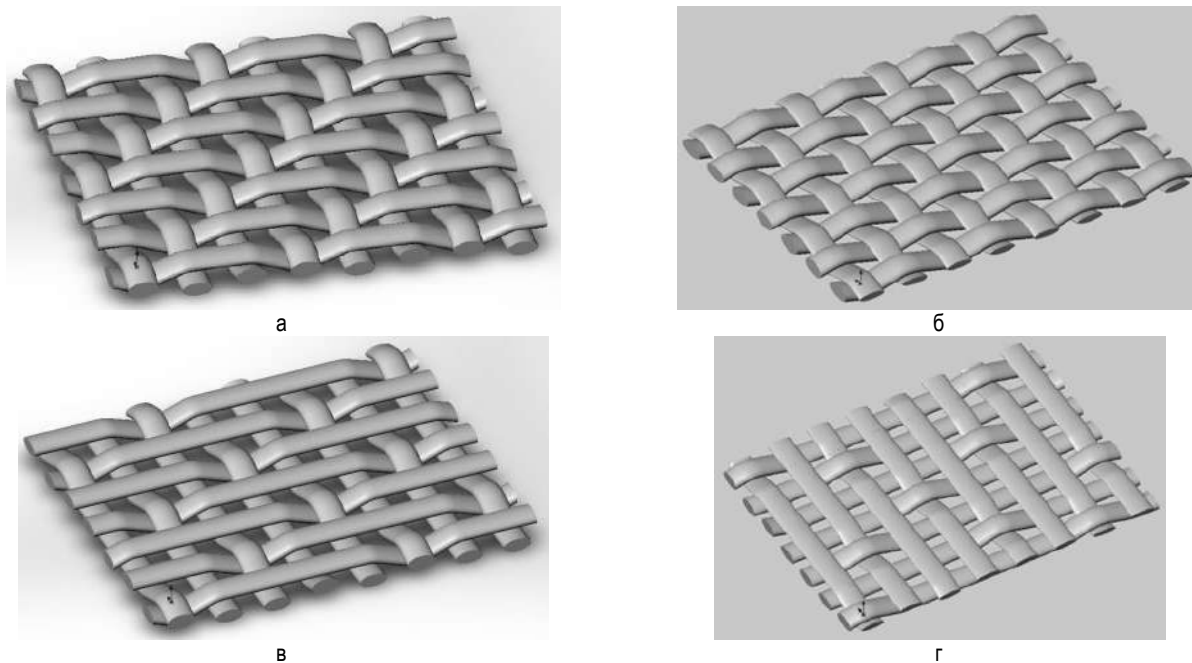
Полученная геометрическая модель структуры бронежилета является близкой к его реальному строению на уровне одиночных нитей текстильных переплетений баллистической ткани.

Дальнейшее решение задачи рационального выбора структуры бронежилета связано

с загрузкой полученной геометрической модели в САЕ-систему и выполнением моделирования процессов разрушения тканевого пакета в динамической постановке.

**Вывод.** Научная и практическая ценность проведенного исследования заключается в создании математической геометрической модели бронезилета, позволяющей выбрать его рацио-

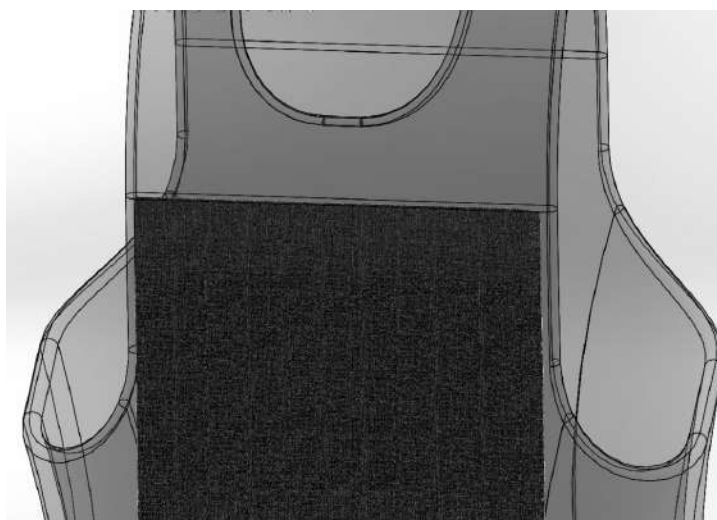
нальную структуру для последующего методического обеспечения процесса проектирования и прогнозирования защитных преград с заданными технико-эксплуатационными свойствами, в первую очередь, повышения предела баллистической стойкости без проведения дорогостоящих натуральных испытаний методом перебора.



**Рис. 1. Геометрические модели различных переплетений:**  
а – саржа 1/2; б – полотняное; в – сатин 5/2; г – репс уточный 3/3



**Рис. 2. Пример моделирования корпуса бронезилета**



**Рис. 3. Пример сборочного чертежа корпуса бронезилета с защитной передней накладкой**

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технический текстиль : межотраслевой специализированный журнал. – 2017. – № 36. – 35 с.
2. Броня без металла [Электронный ресурс] // Арсенал Отечества : информационно-аналитический журнал. – URL : <http://arsenal-otechestva.ru/article/179-bronya-bez-metalla>.
3. ГОСТ Р 50744–95. Бронеодежда. Классификация и общие технические требования. – М. : Изд-во стандартов, 1995.

4. Влияние некоторых факторов на противоосколочную стойкость текстильной брони из основных арамидных тканей / В. А. Григорян, М. Е. Буланова, О. Б. Дашевская, В. М. Маринин, В. А. Хромушин // Вопросы оборонной техники. Сер. 15: Композиционные и неметаллические материалы в машиностроении. Вып. 3(140)–4(141). – М.: МНЦ «Информтехника», 2005. – С. 23–25.
5. Stempien Z. Effect of velocity of the structure-dependent tension wave propagation on ballistic performance of aramid woven fabrics // FIBRES AND TEXTILES in Eastern Europe. – 2011. – Vol. 19. – № 4(87). – P. 74–80.
6. Peirce F. T. The Geometry of Cloth Structure // Journal of Textile Institut. – 1937. – № 28. – P. 45–96.
7. Новиков Н. Г. О строении и проектировании ткани с помощью геометрического метода // Текстильная промышленность. – 1988. – № 1. – С. 57–58.
8. Разработка 3D-модели арамидной ткани по параметрам строения / М. В. Киселев, Г. Г. Сокова, К. А. Зайков, П. А. Аксенов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2016) : сб. материалов XIX Междунар. науч.-практ. форума, 23–27 мая 2016 г. – Иваново : ИВГПУ, 2016. – Ч. 1. – С. 199–202.
9. Киселев М. В., Зайков К. В. Моделирование однослойных тканых структур технического назначения // Инновационное развитие легкой промышленности : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. молодых специалистов и ученых, 16–18 ноября 2016 г.; М-во образования и науки РФ, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2017. – С. 51–54.

УДК 677.021

**Кузнецова Наталья Сергеевна**

кандидат технических наук, доцент

Костромской государственной университет

leto044@yandex.ru

## **ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНЯНОЙ И ОЧЕСКОВОЙ ВЬЮРКОВОЙ ПРЯЖИ МОКРЫМ СПОСОБОМ**

*В статье описываются возможные технологии производства льняной пряжи мокрого прядения вьюрковым способом, приводятся различные технологические цепочки от начального этапа чесания сырья (трепаного льна, очеса) до непосредственно прядения. Предложенное технологическое оборудование является отечественным, им оснащено большинство предприятий. Расширение ассортимента выпускаемой продукции позволит повысить конкурентоспособность льняных прядильных фабрик. Также в статье предложены пути дальнейшей переработки пряжи, сформированной вьюрковым способом, не только в ткачестве в качестве точной нити, но и в перспективном направлении использования льна – трикотаже.*

**Ключевые слова:** льняной трикотаж, вьюрковое прядение льна, технологическое оборудование, пряжа, высокая производительность, ровница.

Исследования, направленные на повышение производительности оборудования для мокрого прядения льна, показали, что увеличить скорость выпуска пряжи возможно, разделив процессы кручения и наматывания [1]. Указанный принцип осуществляется на вьюрковой прядильной машине. Технологические цепочки, позволяющие существенно повысить скорость мокрого прядения льна, представлены на рис. 1–4. Здесь произведена замена классической кольцевой прядильной машины на вьюрковую. При этом исключен процесс перематывания пряжи, так как на вьюрковой прядильной машине можно получать пряжу в конических паковках [2].

Внедрение такой технологии позволит повысить производительность оборудования без существенного изменения структуры производ-

ства. Потребуется частичная замена оборудования в прядильном цехе, целесообразным будет оставить и кольцевые прядильные машины для производства классической пряжи, идущей на основу в ткачество. Установка вьюрковых прядильных машин также позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции и тем самым повысить конкурентоспособность предприятия на текстильном рынке. Производство трикотажа из льна сегодня является актуальным направлением использования льняной пряжи, поскольку популярность трикотажа растет с каждым годом. На высвободившиеся площади в прядильном цехе можно установить вязальное оборудование, организовав трикотажное производство, что будет способствовать росту прибыли предприятия.

На рис. 1 показана технология получения льняной пряжи из длинного льняного волокна. В основу цепочки положена стандартная техно-



логия с использованием отечественного оборудования, которым оснащены предприятия РФ.

Химическая обработка ровницы может быть любой, также возможно применение электрохимически активных водных растворов (ЭХА) [3]. На вьюрковых прядильных машинах можно на соседних выпусках устанавливать аэродинамические крутильные устройства (АКУ) разной конструкции и назначения. Трехвьюрковое АКУ позволяет вырабатывать пряжу в два сложения оригинальной структуры [4].

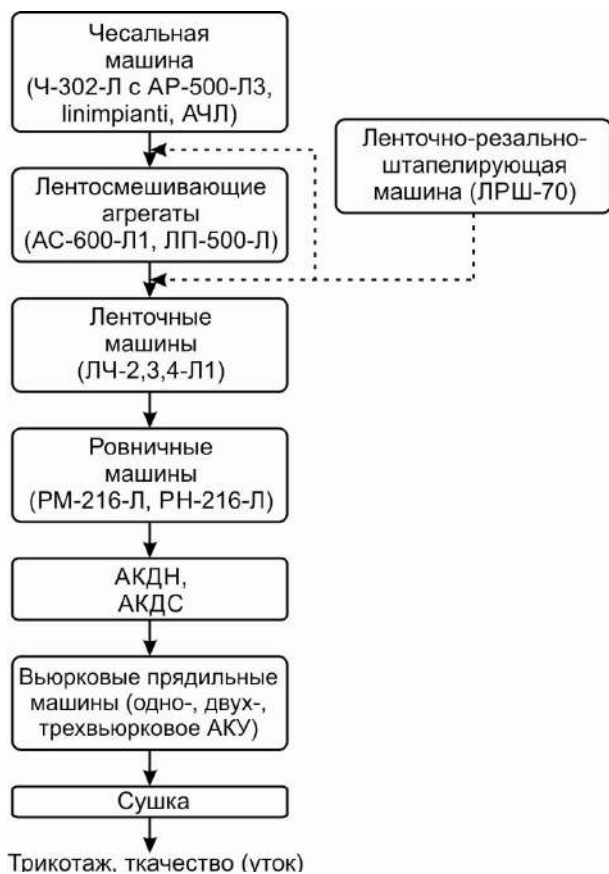


Рис. 1. Технология производства льняной пряжи вьюрковым способом

Проведенные исследования доказали возможность успешной выработки не только пряжи из длинного льняного волокна, но и из льняного очеса, при этом предлагается использовать технологию, представленную на рис. 2 [5]. В этой технологии предлагается использование отечественного оборудования, что сократит расходы предприятия. При этом предлагается модернизация поточной линии автоматическим слоеформирующим бункером [6]. Автором было разработано дополнение к существующей имитационно-статистической модели бункерного питателя [7]. Усовершенствование поточной линии позволит повысить равномерность выходной паковки (рулона ленты), которая идет на

питание кардочесальных агрегатов, что в свою очередь уменьшит неровноту по линейной плотности как полуфабрикатов прядения, так и готовой продукции.

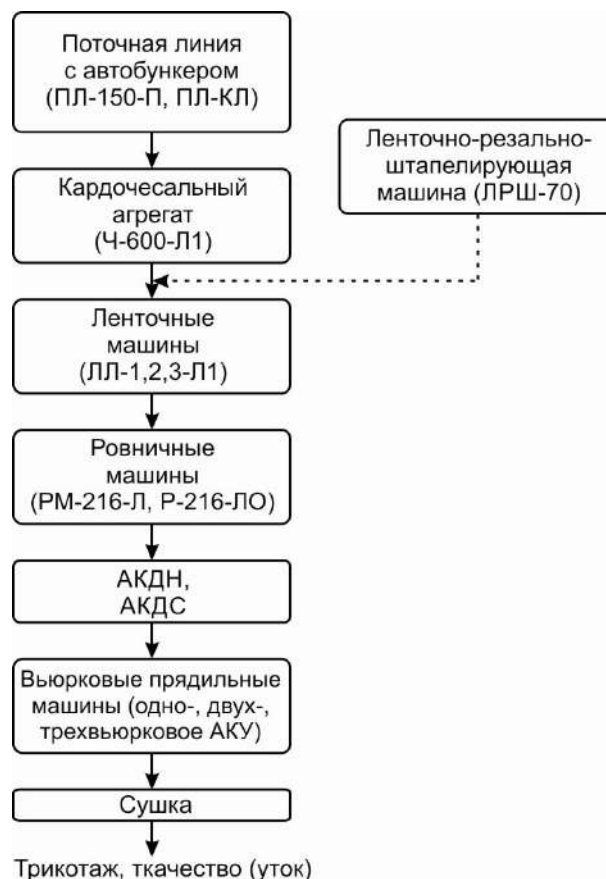


Рис. 2. Технология производства оческовой пряжи вьюрковым способом

В настоящее время разрабатывается технология получения бескруточной ровницы из льняных волокон [8, 9]. Данный способ позволяет повысить производительность ровничного перехода, а также снизить металлоемкость конструкции ровничной машины. На основе предложенной специалистами технологии получения бескруточной ровницы мокрым способом совместно КНИИЛП и ОАО «Костроматекстильмаш» разработан опытный образец новой ровничной машины для льна РБ-4-ЛО. Опытный образец изготовлен на заводе «Костроматекстильмаш» и установлен для испытаний в прядильной лаборатории КНИИЛП. Если сырьем для вьюрковой прядильной машины является бескруточная ровница, то технологическую цепочку можно принять, как показано на рис. 3. При этом для химической обработки ровницы рекомендуется щелочная варка, так как интенсивная химическая обработка сильно ослабляет бескруточную ровницу, что затрудняет ее прохождение через вытяжной прибор.

В связи с низкой прочностью получаемой пряжи по технологической цепочке, в которую включена безрогулечная ровничная машина, использовать далее ее можно в трикотажное производство [10].



**Рис. 3. Технология выработки льняной пряжи вьюрковым способом с применением безрогулечных ровничных машин**

В качестве одного из способов упрочнения бескруточной пряжи КНИИЛП и КГУ предложено вырабатывать вьюрковую пряжу в два сложения для тканых и трикотажных изделий. Первые опыты в КНИИЛП предполагали вырабатывать двойник однопроцессным способом. В развитие идеи выработки вьюрковой пряжи в два сложения предложен способ получения крученой вьюрковой пряжи мокрого прядения самокруточным способом [11]. Сущность процесса заключается в том, что две нити готовой бескруточной пряжи получают раздельное циклическое кручение с последующим их соединением и самокручиванием. Именно отсутствие действительной крутки позволяет вьюрковой пряже принимать периодически меняющуюся крутку при самокруточном кручении. В этом случае некрученая пряжа выступает в роли вышедших из вытяжного прибора волокнистых прядей при самокруточном прядении. Способ самокручивания готовой вьюрковой пряжи привлекателен тем, что он осуществляется с высокой скоростью и с небольшим натяжением скручиваемых нитей. Последнее обстоятельство особенно важно, учитывая пониженную прочность бескруточной льняной пряжи. Проведенные исследования доказали возможность полу-

чения готового продукта способом самокручивания [12, 13], при этом достаточно выработать пряжу одновьюрковым способом и далее повысить ее прочность, скрутив ее в два сложения на машине ПСК-225-ЛО. Технологическая цепочка изображена на рис. 4.



**Рис. 4. Технология скручивания вьюрковой пряжи самокруточным способом**

Готовый продукт, получаемый по данной технологии, предлагается для трикотажного производства, при этом трикотажное полотно получается более плотное, что также ведет к расширению ассортимента и повышению конкурентоспособности предприятия.

Пониженная прочность вьюрковой пряжи ограничивает ее использование в ткачестве, и она перерабатывается только в утке ткани. Испытания ткани с утком из вьюрковой пряжи дают результаты такие же, как при использовании в утке кольцевой пряжи [1].

При испытаниях вьюрковой прядильной машины опытная пряжа использовалась в уток полульняной плательной ткани под набивку. Переработка вьюрковой пряжи в производственных условиях позволила получить опытную ткань с основными качественными показателями, соответствующими требованиям стандарта (табл.). Этот результат указывает на высокий коэффициент использования прочности вьюрковой пряжи в ткани, который достигает значений 1,7...2,0 [1]. Можно говорить о том, что при разработке технологии ткачества с пониженным натяжением уточной нити и достижении обрывности, не превышающей обрывность пряжи с действительной круткой, вьюрковая пряжа должна успешно использоваться в утке всего ассортимента бытовых тканей. На рис. 5 показаны образцы тканей, полученных с использованием чистольняной вьюрковой пряжи.

Таблица

Показатели качества ткани

Ткань	Ширина, см	Вес, г	Плотность ткани, нит./10 см		Разрывная нагрузка полоски ткани, Н		Усадка после стирки, %		Истирание, тыс. циклов
			основа	уток	основа	уток	основа	уток	
Типа 062325	94	139,8	222	153	306,5	275	-6,8	1,8	11,290
ГОСТ 23980-80	95 ± 1,5	137 ± 10	224 ± 4	158 ± 5	Не менее 147		-5	2	Не менее 3,5

Для использования в основу вьюрковая пряжа требует упрочнения, например приданием ей действительной крутки на скоростном крутильном оборудовании. Исследования в этом направлении должны быть продолжены, включая поиск новых методов упрочнения бескруточной пряжи.



Рис. 5. Образцы тканей, полученных из вьюрковой пряжи

Новым направлением применения вьюрковой пряжи является льняной трикотаж. Использование льна в трикотажные изделия стало особенно популярно в последнее время. Сложность использования льна при производстве трикотажных полотен связана, во-первых, с малой упругостью волокна и, во-вторых, с жесткостью льняной пряжи. Если первое преодолевается подбором соответствующих структур трикотажа, то для снижения жесткости пряжи кольцевого прядения в трикотаж подготавливается специально с пониженной круткой. Как показали испытания, льняная бескруточная пряжа, не имея высокой фиксированной крутки, благодаря своей мягкости обладает лучшей способностью перерабатываться на трикотажном оборудовании. Использование новой пряжи в трикотаж стало еще реальнее после подготовки ее на самокруточном оборудовании. Такой способ значительно упрочняет пряжу, и в то же время наблюдается увеличение мягкости и гибкости скрученной воздухом пряжи в два сложения. Данный эффект, как уже отмечалось, появляется

благодаря некоторому разбиванию структуры из склеенных пектинами волокон вьюрковой пряжи при прохождении ее через аэродинамический крутильный блок камер самокруточной машины. Эти свойства проявляет пряжа, изготовленная из чесаного льна, тогда как пряжа из луба для трикотажа требует обработки специальными смягчителями [1]. На рис. 6 показан образец трикотажного полотна из чистольняной вьюрковой пряжи, скрученной на самокруточной машине.



Рис. 6. Образец трикотажного полотна, полученный из крученой вьюрковой пряжи

### Выводы

1. Разработана технология выработки льняной и оческовой пряжи мокрым прядением на основе применения вьюркового способа, позволяющая значительно повысить производительность по сравнению с классической технологией.
2. Разработана технология самоскручивания вьюрковой пряжи, позволяющая повысить ее прочность и равномерность.
3. Разработана технология выработки пряжи по короткой системе прядения с повышением ровноты полуфабрикатов за счет применения в поточной линии автоматического слоеформирующего бункерного питателя.
4. Разработана технология переработки бескруточной ровницы вьюрковым способом.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецова Н. С., Ильин Л. С., Проталинский С. Е. Вьюрковое прядение льна : монография. – Кострома, 2013. – 88 с.
2. Кузнецова Н. С., Ильин Л. С., Квасникова И. А. Исследование изменения прочности вьюрковой пряжи при наматывании ее в процессе прядения на коническую паковку // Студенты и молодые ученые КГТУ – производству : материалы 61-й межвуз. науч.-техн. конф. : в 2 т. – Т. 2. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2009. – С. 47–48.
3. Рудовский П. Н., Собашко Ю. А., Смирнова С. Г. Оценка прядильной способности ровницы, подготовленной в ЭХА-растворах // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 6(366). – С. 95–100.
4. Патент 2608808 Российская Федерация. Способ получения пряжи знакопеременной крутки / Кузнецова Н. С., Филиппюк А. Н. : заявл. 19.01.2015 ; опубл. 24.01.17, Бюл. 3. – 4 с.
5. Кузнецова Н. С. Исследование физико-механических свойств вьюрковой пряжи, сформированной с применением трехвьюркового аэродинамического крутильного устройства // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 5С(334). – С. 75–79.
6. Патент 2253708 С1 Российская Федерация. Автоматический слоеформирующий бункер / Жуков В. И., Кузнецова Н. С. : заявл. 19.07.2004 ; опубл. 10.06.05, Бюл. № 16. – 4 с.
7. Кузнецова Н. С. Исследование деформационных свойств волокнистого материала в массе при сжатии и снятии нагрузки с учетом релаксации // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2009. – № 21. – С. 69–72.
8. Кириллова Е. С., Рудовский П. Н., Соркин А. П. Влияние срока хранения увлажненной бескруточной ровницы на ее качество // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2006. – № 13. – С. 14–15.
9. Патент на изобретение RUS 2467103, МПК D 01 H 13 30. Способ формирования и подготовки некрученной льняной ровницы к прядению и устройство для его осуществления / Рудовский П. Н., Соркин А. П., Смирнова С. Г., Гаврилова А. Б. ; заявитель и патентообладатель Костромской государственный технологический университет : заявл. 21.12.2009 ; опубл. 20.11.2012, Бюл. № 32.
10. Кузнецова Н. С., Титова У. Ю. Оценка возможности формирования льняной пряжи вьюрковым способом из бескруточной ровницы // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 4. – С. 100–105.
11. Ильин Л. С., Проталинский С. Е., Лопаткин А. А. Получение крученной вьюрковой пряжи из льняных волокон самокруточным способом // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995. – № 4. – С. 62–68.
12. Кузнецова Н. С., Телицын А. А., Ильин Л. С. Исследование процесса формирования СК-продукта из однородных компонентов в несимметричном АКУ // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. – № 4. – С. 65–70.
13. Кузнецова Н. С., Телицын А. А., Ильин Л. С. Исследование процесса формирования СК-продукта из однородных компонентов в несимметричном АКУ при разных давлениях // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 5. – С. 46–48.

УДК 677.02.001.05

**Исроилов Азамат Хисайнович**

аспирант

**Жуков Владимир Иванович**

доктор технических наук, профессор

Костромской государственный университет

Isroilov-azamat@mail.ru, zhukov\_v\_i\_51@mail.ru

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧИСТОЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ СВЕРХМАЛОЙ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ

*В данной статье приводится анализ свойств чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности для определения технологических параметров ее возможной выработки, обоснование необходимости выработки данной пряжи в промышленных масштабах и ее конкурентоспособности на рынке, а также сравнение таких технологических параметров, как линейная плотность, крутка, удельная разрывная нагрузка, с существующими в настоящее время нормативами и стандартами. Крутка пряжи определялась графоаналитическим способом*

© Исроилов А. Х., Жуков В. И., 2017.

и по действующим нормативам и рекомендациям сравнивалась с пряжей максимально близкой по параметрам, указанной в нормативных документах. Для приблизительной оценки прочностных характеристик пряжа так же сравнивалась с пряжей, наиболее близкой по линейной плотности по ГОСТ. По каждому сравнению сделаны выводы о соответствии характеристик сверхтонкой чистольняной пряжи современным требованиям.

**Ключевые слова:** крутка, удельная разрывная нагрузка, чистольняная пряжа, сверхмалая линейная плотность.

Современная отечественная текстильная промышленность вырабатывает льняную пряжу мокрого прядения различной линейной плотности. В основном это пряжи средних линейных плотностей в интервале от 42 до 96 текс. В редких случаях предприятия вырабатывают более тонкую пряжу около 24...30 текс, что обычно связано с определенными трудностями переработки, так как для этого требуется более качественное сырье и более совершенная технология.

Получение более тонкой пряжи и соответственно ткани всегда являлось целью работы текстильной промышленности. Существующие справочники и нормативные документы на выработку чистольняной и льняной пряжи [1, 2] определяют линейную плотность пряжи 17 текс как минимально возможную.

Однако современному потребителю уже недостаточно ассортимента тканей, который предлагает рынок. Поэтому дизайнеры и модельеры стремятся использовать в изделиях более тонкие ткани, что повышает привлекательность изделий и их конкурентоспособность.

В технической литературе отсутствует информация о выработке льняной пряжи мокрого способа прядения линейной плотности менее 17 текс.

В распоряжении авторов данной статьи оказался образец льняной пряжи очень малой линейной плотности, выработанный в начале XX в. После тщательного изучения структуры пряжи установлено, что она была изготовлена только из льняных волокон, то есть она чистольняная.

Стремление выработать в современных условиях подобную пряжу побудило авторов к детальному анализу свойств пряжи и определению технологических параметров ее возможной выработки.

К основным технологическим характеристикам пряжи относятся: величина линейной плотности, крутка, разрывная нагрузка, разрывное удлинение и характеристики неравномерности по этим показателям.

По результатам определения линейной плотности гравиметрическим способом было установлено, что линейная плотность исследованной пряжи составляет  $T_{пр} = 8,8$  текс. Данное значение является чрезвычайно малой величиной, и в настоящее время отсутствует промышленное оборудование для выработки такой пряжи. Поскольку в научной и технической литера-

туре нет сведений о такой пряже, то ее можно называть льняной пряжей со сверхмалой линейной плотностью.

Одним из наиболее важных параметров пряжи является величина ее крутки. Определить величину крутки традиционным методом – с помощью круткомера – не представляется возможным, так как при раскручивании образцов исследуемой пряжи сначала начиналось скручивание «тонких» участков пряжи, а затем раскручивание основных, более толстых, что не соответствует процессу измерения. Поэтому было решено определять величину крутки пряжи графоаналитическим способом. Для этого произведено фотографирование участков пряжи. Затем по фотографии определялись: угол подъема витков внешних волокон в пряже и ее диаметр. После этого величина крутки рассчитывалась по формуле

$$K = 1000 / (\pi d / \operatorname{tg} \beta),$$

где 1000 – длина мерного отрезка пряжи 1000 мм;

$d$  – диаметр пряжи, мм;

$\beta$  – угол наклона волокон во внешнем слое пряжи.

По результатам измерений с 20-кратной повторностью определено, что величина крутки пряжи составила  $K = 873$  кр./м.

Для сравнения можно привести теоретический расчет величины крутки для пряжи линейной плотности 8,8 текс. По действующим нормативам и рекомендациям по выработке льняной пряжи следует принять значение коэффициента кручения для минимально возможной пряжи 33,5 текс и ниже [1, с. 322]  $\alpha_T = 3320...3460$ . Используя среднее значение  $\alpha_T = 3390$ , получаем расчетное значение крутки  $K = 1143$  кр./м. Сравнивая эти значения, можем сделать вывод о том, что сверхтонкая льняная пряжа, выработанная в начале XX в., была произведена со значительно меньшей круткой, чем это предусмотрено современными нормативами.

Другой, не менее важной характеристикой пряжи является удельная разрывная нагрузка. В результате измерений с многократной повторностью установлено, что ее величина составляет  $P_{уд} = 8,25$  сН/текс. Сравнивать данный показатель со значениями по действующим стандартам [2] не представляется возможным, так как в ГОСТ 10078–85 указываются нормативы для пряжи с линейной плотностью минимум

33,5 текс ( $P_{\text{уд}}\{33,5\} = 15,3$  сН/текс). Но если для приблизительной оценки использовать эти значения, то получается, что сверхтонкая пряжа значительно менее прочная по сравнению с современными требованиями ГОСТ. В данной ситуации не вполне корректно оценивать пряжу по прочности, так как сверхтонкая исследованная льняная пряжа была выработана более ста лет назад и в течение этого срока могла потерять по определенным причинам часть своей прочности.

Дальнейшие более углубленные исследования прочности пряжи по методике [3] позволили выявить определенную особенность поведения пряжи при разрыве на разной зажимной длине. Так, используя возможности измерительной установки USTER TENSORAPID, были получены с 20-кратной повторностью значения разрывной нагрузки  $P$  и соответственно удельной разрывной нагрузки  $P_{\text{уд}}\{L\}$  при зажимной длине образцов  $L = 0,16; 0,2$  и  $0,5$  м. При этом получены следующие значения (сН/текс):  $P\{0,16\} = 13,58$ ;  $P\{0,2\} = 9,58$ ;  $P\{0,5\} = 8,25$ .

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прядение льна и химических волокон : справочник / под ред. Л. Б. Карякина и Л. Н. Гинзбурга. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 544 с.
2. ГОСТ 10078–85. Пряжа из лубяных волокон и их смесей с химическими волокнами. Общие технические условия: с изм. № 1, 2. – М.: Изд-во стандартов, 1992.
3. Оценка качества пряжи функцией градиента разрывной нагрузки / В. И. Жуков, А. Х. Исроилов, Ф. О. Джуропада, Б. Р. Расулов // Наука XXI века: открытия, инновации, технологии : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., 30 апреля 2016 г. Ч. 3. – Смоленск : НОВАЛЕНСО, 2016. – С. 40–42.

УДК 677.054.3

**Тулах Любомир**

кандидат технических наук

фирма «ВУТС, а. о.» (VUTS, a. s.), Чехия

Lubomir.Tulach@vuts.cz

#### ТКАЦКИЙ СТАНОК DIFA ДЛЯ 3D-ДИСТАНЦИОННЫХ ТКАНЕЙ\*

*В статье приводятся результаты работы сотрудников фирмы «ВУТС, а. о.» по созданию уникального прототипа бесчелночного станка DIFA для производства дистанционных тканей из высокопрочного полиэфирного шелка с переменным расстоянием от 100 до 500 мм с шириной берда до 1800 мм. Для реализации прототипа используются современные разработки ведущих фирм-производителей текстильного оборудования. Уникальность проекта заключается в возможности получения дистанционных тканей с регулируемым переменным расстоянием.*

**Ключевые слова:** дистанционная ткань, ткацкий станок, прототип.

В настоящее время применение синтетических материалов в текстильной промышлен-

Следуя методике [3], анализ полученных данных показывает, что с уменьшением зажимной длины, то есть при стремлении к «нулевой» длине образца, прочность пряжи оказывается больше и довольно близкой к величине, соответствующей ГОСТ 10078–85. Это можно объяснить, скорее всего, тем, что на длинных отрезках в большей степени прочность пряжи обеспечивается силами трения между элементарными волокнами и их комплексами, а на коротких отрезках на прочность пряжи в большей степени влияет собственно прочность самих волокон.

#### Выводы

1. В настоящее время отсутствуют стандарты и нормативные документы для выработки чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности.

2. Для чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности требуется теоретическая и экспериментальная база для расчета технологических параметров ее выработки.

ности для технических целей постоянно растет. В данной статье приводятся результаты разработки текстильного оборудования для выпуска дистанционных тканей. Данные ткани применяются в области спорта при производстве надувных матов, спасательных систем, устройств манипуляции и др. [1, 2]. Начало работ по данной тематике связано с победой на втором открытом конкурсе агентства ТАСР «Программа

© Тулах Л., 2017.

\* Автор использует термин «дистанционные ткани» для двухполотных тканей, в которых полотна соединены мононитями, имеющими повышенную жесткость, в результате чего между полотнами ткани в свободном состоянии всегда обеспечивается определенное расстояние.

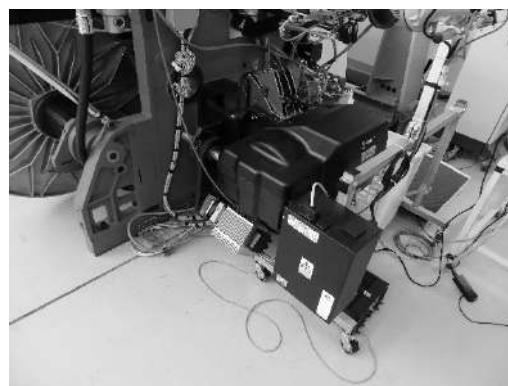
поддержки прикладного исследования и экспериментальной разработки DELTA». Фирма «ВУТС, а. о.» разрабатывает разные пневматические ткацкие станки больше чем 65 лет, первый пневматический ткацкий станок в мире P45 начала выпускать в 1952 г. Разработка нового станка в 2016–2018 гг. ведется в сотрудничестве с тайваньским партнером Taiwan Textile Research Institute. Уникальность данного станка заключается в возможности изменения характерного размера дистанционных тканей, который составляет 100...500 мм, что отличает его от других конкурентных разработок. При этом очень важно, что возможно вырабатывать дистанционные ткани с максимальным углом наклона нитей в структуре  $\pm 45^\circ$ , что обеспечивает их равную прочность по осям координат. 3D-ткачество разработано на основе патентов TW201120266A1, US8 015 999B2, EP2 330238A2, US8286668B2 и US8662112B2. Прототип станка

DIFA и ноу-хау является собственностью фирмы «ВУТС». Тайваньский партнер Taiwan Textile Research Institute – автор и владелец патента на принцип формирования структуры. На основе договора фирма «ВУТС» имеет патентные права на разработанный принцип формирования структуры. Разработка станка продолжается на уровне прототипа, выпуск финальной версии планируется в начале 2018 г.

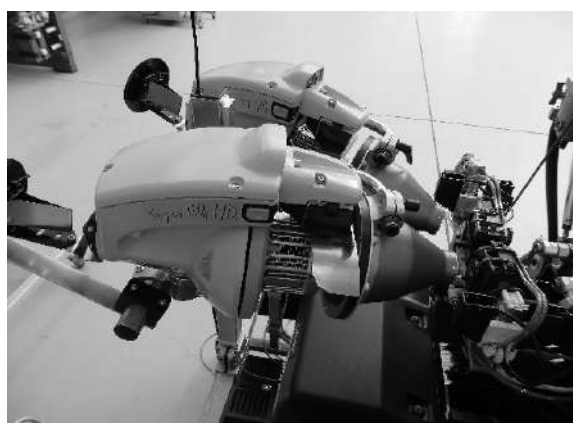
Ткацкий станок DIFA имеет собственные приводы механизмов с синхронными сервомоторами, управляемые в режиме электронного кулачка, механизм прибоа кулачковый с профильным батаном из C/E композиционного материала и зевобразовательный механизм с электронной ротационной кареткой Stäubli S3060 (12 ремизок берда). Используется пневматическая прокидка утка – накопители ROJ Super Elf G2 HD 3 мм. Применен автоматический тормоз утка ABS, тандемные и главные сопла (рис. 1).



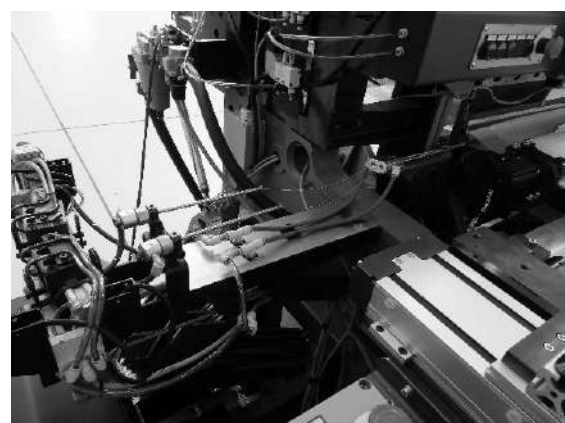
а



б



в



г

**Рис. 1. Конструктивные элементы станка DIFA:**

- а – приводы механизмов с синхронными сервомоторами, управляемые в режиме электронного кулачка;
- б – зевобразовательный механизм с электронной ротационной кареткой Stäubli S3060;
- в – пневматическая прокидка утка – накопители ROJ Super Elf G2 HD;
- г – автоматический тормоз утка ABS, тандемные и главные сопла

Во время ткачества используются левая (входная) стрижка утка (алмазные лезвия) с электронно-управляемым шаговым мотором, профильное ткацкое бердо, эстафетные сопла,

сопла растяжки, оптоэлектронный останов утка и правая (при останове) стрижка утка (алмазные лезвия) с электронно-управляемым шаговым мотором (рис. 2).



Рис. 2. Уточные механизмы



а



б

Рис. 3. Механизмы подачи волокна и отвода ткани:

а – механизм подачи волокна с верхнего навоя; б – отвод ткани и накат товара

Станок имеет систему прочного скала основы с тремя ротационными цилиндрами и тензومترическую съемку напряжения по всей ширине, независимую для обеих систем основы. Используется двухрядный и четырехрядный электронный останов основы. Отвод ткани и накат товара реализован электронным регулятором товара, управляемым в режиме электронного кулачка, и электронно-управляемым накатом типа NVS C222S/2300. Применено следующее оборудование кромки – вращающаяся вязка кромки Propeller Leno от фирмы Gebr. Klöcker и игольные вязки кромки K-Glass от фирмы Gebr. Klöcker с групповым пневматическим приводом. Станок имеет собственную систему управления ACOPUSmulti, центральный процессор CPU 1585 от фирмы B&R Automation и цветной LCD-терминал размером 10,1". Это позволяет проводить непрерывный мониторинг технологии ткачества и вести диагностику работы машины, в том числе через разработанную технологию VNC-клиент и Ethernet.

Станок предназначен для автоматического непрерывного процесса производства дистанционных тканей с рабочей скоростью 400 мин<sup>-1</sup> (макс. 500 мин<sup>-1</sup>), с бердом номинальной ширины 190 см (минимальная возможная ширина 160 см и максимальная возможная ширина 220 см),

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Dow N. F., Tranfield G. Preliminary investigations of feasibility of weaving triaxial fabrics (Doweave) // Textile Research Journal. – 1970. – Vol. 40. – N 11. – P. 986–998.
2. An overview on fabrication of three-dimensional woven textile preforms for composites / Xiaogang Chen, Lindsay Waterton Taylor, Li-Ju Tsai // Textil Research Journal. – 2011. – Vol. 81. – N 9. – P. 932–944.

Станок оснащен автоматическим управлением давления воздуха главных и тандемных сопел и автоматическим ходом секций эстафетных сопел, двумя электронными регуляторами основы и одной системой быстрой электронно-управляемой отмотки.

Подача волокна из верхнего навоя (система основных нитей основы): диаметр фланцев 700 мм и нижнего навоя (система связывающих нитей основы): диаметр фланцев 1000 мм показана на рис. 3.

ширина дистанционной ткани в берде – номинальная 150 см (минимальная 120 см и максимальная 180 см). Сырьем для станка служит высокопрочное полиэфирное или полиамидное волокно (multifilament): 250...1000 ден. Опытный образец ткани, полученный на данном станке, приведен на рис. 4.

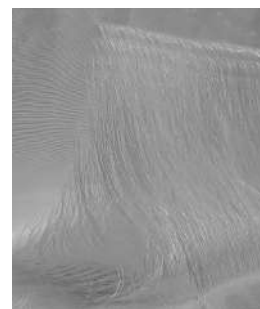


Рис. 4. Образец ткани, выполненный на станке

Разработанный станок был представлен на Международной ярмарке TECHTEXTIL во Франкфурте-на-Майне (Германия) 9–12 мая 2017 г. На данной ярмарке презентовались проспекты, первый прототип будет готов в начале 2018 года. Планируется участие с данной разработкой на Международной выставке ITMA 20–26 июня 2019 г. в Барселоне. План продаж ориентирован на 2018 г.



# МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

(производство текстильной и легкой промышленности)

УДК 677.017.7

**Замышляева Вероника Владимировна**

кандидат технических наук

**Смирнова Надежда Анатольевна**

доктор технических наук, профессор

Костромской государственной университет

vvertona@yandex.ru, nadejda.smirnova.a@yandex.ru

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗДВИГАЕМОСТИ НИТЕЙ В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ ЛЬНОХЛОПКОВЫХ ТКАНЕЙ

*В статье приводятся результаты исследования способности льнохлопковых тканей к раздвигаемости нитей в швах. Установлена аналитическая зависимость, которая позволяет прогнозировать раздвигаемость нитей в швах по переплетению тканей и открывает возможность для проектирования льнохлопковых тканей с заданными свойствами.*

**Ключевые слова:** прогнозирование, раздвигаемость нитей в швах, льнохлопковая ткань, переплетение.

Политика импортозамещения в швейной и текстильной промышленности обуславливает необходимость использования единственного отечественного натурального текстильного сырья – льна. Экологическая чистота, соответствие льняных тканей гигиеническим требованиям и современной моде определяют актуальность работ по изучению технологических свойств льняных тканей и эффективному их использованию.

Большое внимание уделялось исследованию свойств чистольняных и льнолавсановых тканей [1, 2], а слабая изученность и недостаток систематических исследований одного из основных технологических свойств полульняных тканей – раздвигаемости нитей в швах, привели к тому, что зачастую их не представляется возможным использовать должным образом. Из-за отсутствия единых воззрений на технологичность льнохлопковых тканей для одежды на разных этапах текстильного и швейного производств сдерживается разработка тканей с задан-

ными свойствами и швейных изделий из них. Поэтому важным и своевременным представляется развитие научного направления, суть которого составляет прогнозирование технологичности льнохлопковых тканей и эффективного использования их свойств при проектировании одежды.

При эксплуатации швейных изделий ткани подвергаются различным видам механических воздействий, вследствие чего происходит нарушение их целостности, особенно в местах соединений деталей. Различают раздвигаемость нитей в ткани и раздвигаемость нитей в швах. Раздвижка нитей в швах ухудшает внешний вид одежды и приводит к преждевременному износу.

Существует метод определения раздвигаемости нитей в швах [3], который осуществляется при помощи разрывной машины РТ-250 на пробах длиной 300 мм и шириной 90 и 130 мм, стачанных по длинным сторонам в соответствии с ОСТ 17-835–80 (рис. 1).

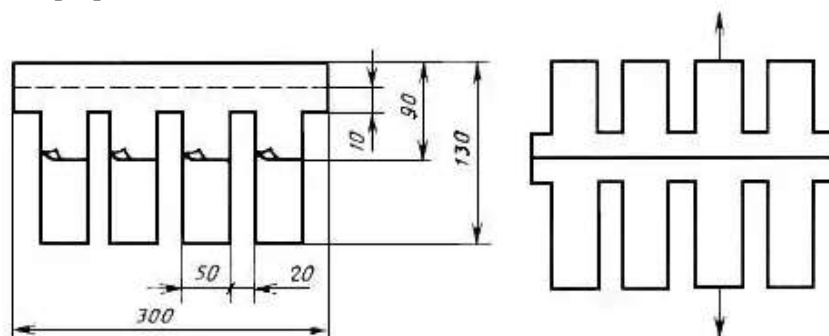


Рис. 1. Схема раскроя проб

Устойчивость ткани к раздвигаемости нитей в шве принято характеризовать усилием, вызывающим сдвиг нитей в шве на 4 мм (по 2 мм от строчки) [4]. Недостатком метода является то, что условия проведения испытаний не соответствуют реальным условиям эксплуатации одежды, где раздвижка происходит при совместном действии сил трения и растяжения ткани.

В КГУ разработана методика, приближенная к реальным условиям эксплуатации одежды. Исследования процесса раздвигаемости нитей в швах проводятся на цилиндре-перекладине, обтянутом натуральной кожей (рис. 2). Радиус перекладки может устанавливаться в соответствии с задачами эксперимента (например, для имитации руки  $R = 4$  см).

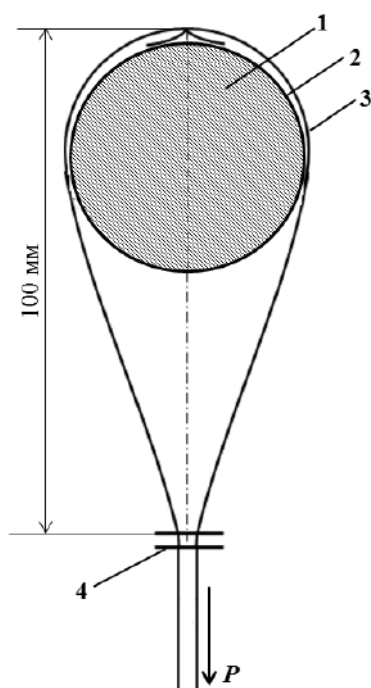


Рис. 2. Схема испытаний:

1 – цилиндр-перекладина; 2 – имитирующий материал;  
3 – проба; 4 – зажим

Проба, состоит из двух полосок ткани размерами  $50 \times 160$  мм, которые соединяются друг с другом короткими сторонами стачным швом шириной 10 мм. Проба размещается на цилиндрической перекладине таким образом, чтобы шов располагался сверху по центру, нижние концы фиксируются зажимом и подвергаются статическому растяжению грузом 7 даН перпендикулярно шву. Величина усилия, прикладываемого к пробе, соответствует границе градации тканей на легкораздвигающиеся и среднераздвигающиеся [4]. Раздвигаемость оценивается величиной смещения нитей ткани в шве после действия нагрузки в течение 60 минут и отдыха пробы в течение 120 минут.

Исследования, проведенные на чистольняных тканях, показали влияние характеристик строения тканей на раздвижку нитей в швах [5–7]. Поэтому для исследований разработаны льнохлопковые ткани разных переплетений (рис. 3).

Ткани выработаны в одинаковых условиях на одном ткацком станке СТБ-2-180 при заданной плотности ткани по основе и по утку  $P_o = P_y = 160$  таким образом, чтобы диапазон значений коэффициентов переплетения и коэффициентов связности нитей в переплетении по Н. С. Ереминой [8] был по возможности наибольшим (табл. 1). В качестве основы использована хлопчатобумажная крученая пряжа линейной плотности  $T_o = 25$  текс $\times 2$  и льняная пряжа 56 текс в утке. Для стабилизации структуры ткани подверглись декатированию.

Исследования льнохлопковых тканей, проведенные по разработанной методике, показали, что раздвижка нитей в швах может изменяться путем варьирования характеристик строения. Характеристики строения тканей приводятся в нормативно-технической документации. Особого внимания заслуживает коэффициент связности нитей в переплетении по Н. С. Ереминой, который объединяет в своем составе разные характеристики строения:

$$C = \frac{P_o P_y T_{cp} (t_o + t_y)}{10^5 2R_o R_y}, \quad (1)$$

где  $P_o$  – количество нитей на 10 см по основе;  
 $P_y$  – количество нитей на 10 см по утку;  
 $T_{cp}$  – средняя линейная плотность нитей по основе и утку;  
 $t_o$  – число перекрытий в раппорте по основе;  
 $t_y$  – число перекрытий в раппорте по утку;  
 $R_o$  – раппорт переплетения по основе;  
 $R_y$  – раппорт переплетения по утку.

Коэффициент связности нитей в переплетении позволяет оценить влияние на раздвигаемость нитей в швах комплекс характеристик строения ткани, которые могут быть использованы как управляющие факторы при проектировании новых видов тканей с заданными свойствами.

На основе регрессионного анализа получена аналитическая зависимость, определяющая взаимосвязь величины раздвижки нитей в швах и коэффициентов связности нитей в переплетении. Чем больше коэффициент связности нитей в ткани, тем меньше раздвигаемость нитей в швах. Уравнение для прогнозирования раздвигаемости нитей в швах льнохлопковых тканей по коэффициенту связности нитей в переплетении

нии в рассматриваемых пределах представляет собой полином второй степени:

$$B = aC^2 + a_1C + a_2, \quad (2)$$

где  $B$  – величина смещения нитей ткани от шва, мм;

$C$  – коэффициент связности нитей в переплетении по Н. С. Ереминой;

$a, a_1, a_2$  – коэффициенты, характерные для льнохлопковых тканей (табл. 2).

Установленная функциональная связь между показателями раздвигаемости нитей

в швах льнохлопковых тканей и коэффициентами связности нитей в переплетении дает возможность управлять величиной раздвигаемости нитей в швах льнохлопковых тканей за счет варьирования коэффициентов переплетения, линейной плотности пряжи и плотности ткани.

Адекватность полученного уравнения проверена по критерию Фишера. Тесную корреляционную связь между показателями подтверждает высокий коэффициент корреляции. Средняя ошибка аппроксимации (см. табл. 2) не превышает 7 %, что свидетельствует о хорошем подборе вида модели к исходным данным.

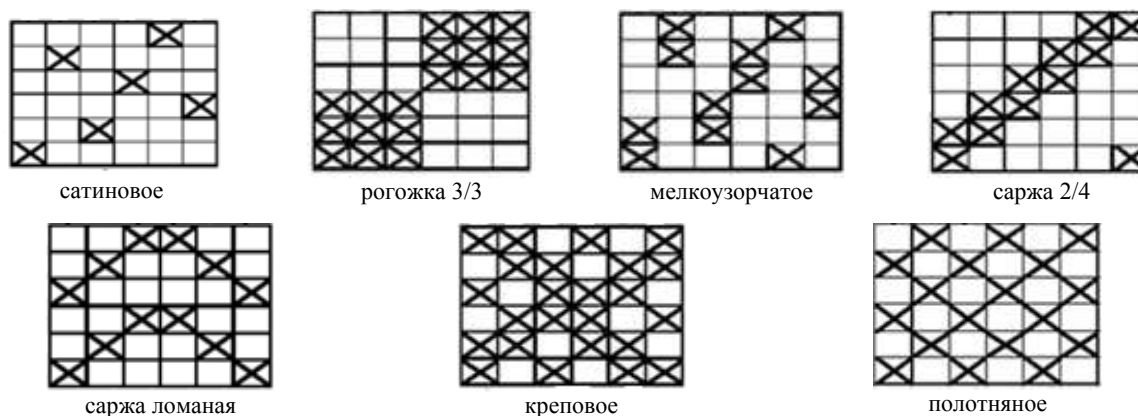


Рис. 3. Переплетения льнохлопковых тканей

Таблица 1

Характеристики строения льнохлопковых тканей

Структурная характеристика	Номер ткани						
	1	2	3	4	5	6	7
Переплетение	Сатиновое	Мелко-узорчатое (рогожка 3/3)	Мелко-узорчатое	Мелко-узорчатое (саржа 2/4)	Мелко-узорчатое (саржа ломаная)	Мелко-узорчатое (креповое)	Полотняное
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	190	199	204	206	200	210	178
Линейное заполнение, % $E_o = d_o \Pi_o$ $E_y = d_y \Pi_y$	40,08 48,06	39,60 46,98	39,36 51,30	39,84 46,44	39,60 45,36	40,32 47,52	39,84 44,82
Поверхностное заполнение, % $E_s = E_o + E_y - 0,01E_oE_y$	68,88	67,98	70,47	67,79	67,00	68,68	66,80
Поверхностная пористость, % $R_{пов} = 100 - E_s$	31,12	32,02	29,53	32,21	33,00	31,32	33,20
Коэффициент переплетения $F_n = 2R_oR_y/(t_o + t_y)$	6	6	4	6	3,6	3	2
Коэффициент связности нитей в переплетении $C$ (см. (1))	2,62	2,53	4,12	2,52	4,07	5,22	7,29
Коэффициент неподвижности переплетения $K_{нп} = M_s/F_n$	31,67	33,17	51,0	34,33	55,56	70	89

Таблица 2

Анализ уравнения регрессии (2)

Коэффициенты уравнения регрессии			Коэффициент корреляции $R$	Средняя ошибка аппроксимации, %	Критерий Фишера, $F_{расч} > F_{табл}$	
$a$	$a_1$	$a_2$			$F_{табл}$	$F_{расч}$
-0,24	1,8	0,15	0,89	4,98	6,94	7,9

Графическое изображение полученной математической модели рекомендуется для практического использования при прогнозировании раздвигаемости нитей в швах льнохлопковых тканей разных переплетений с коэффициентом связности нитей в переплетении  $C > 3$ . Например, для ткани с переплетением «ломаная саржа» расчетная величина раздвигаемости составляет 3,5 мм, а экспериментальная – 3,7 мм (рис. 4).

Общеизвестно, что смещение нитей ткани от строчки шва на величину меньше 2 мм не ухудшает качество швейных изделий. Ткани с коэффициентом связности нитей в переплетении больше шести относятся к среднераздвигающимся и рекомендуются для изготовления одежды прилегающего и полуприлегающего силуэтов. Для швейных изделий свободного покроя могут быть использованы ткани с коэффициентом связности нитей в переплетении от трех до пяти.

Установленная зависимость позволяет проектировать льнохлопковые ткани с требуемыми свойствами за счет варьирования характеристик строения (1). Разработка льнохлопко-

вых тканей с заданными свойствами открывает широкие возможности повышения эффективности производства и расширения ассортимента изделий с учетом потребностей.

Проведенные исследования позволили реализовать возможность прогнозирования важнейшего показателя технологических свойств – раздвижки нитей в швах и изготовления льнохлопковых тканей с требуемыми для проектируемой одежды свойствами.

### Выводы

1. На основании эмпирических данных для льнохлопковых тканей установлена функциональная зависимость между раздвигаемостью нитей в швах и коэффициентом связности нитей в переплетении. Большой устойчивостью к раздвигаемости нитей в швах обладают льнохлопковые ткани с коэффициентом связности нитей в переплетении больше шести ( $C > 6$ ).

2. Показана возможность проектирования льнохлопковых тканей с заданными свойствами за счет рационального переплетения без увеличения плотности ткани и поверхностной плотности ткани.

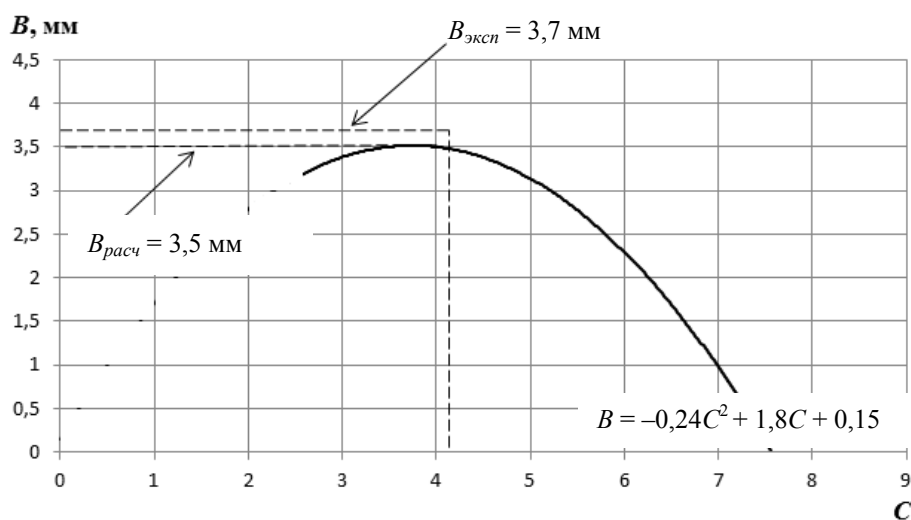


Рис. 4. Прогнозирование раздвигаемости нитей в швах по коэффициенту связности нитей в переплетении льнохлопковых тканей

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнова Н. А. Анизотропия свойств льносодержащих тканей для одежды : учеб. пособие. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2005. – 148 с.
2. Дианич М. М. Потребительские свойства тканей и трикотажа из смесей льняных и химических волокон. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 112 с.
3. ГОСТ 28073–89. Изделия швейные. Методы определения разрывной нагрузки, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах. Введен 1990–06–30. – М. : Изд-во стандартов, 1989.
4. Бузов Б. А., Алыменкова Н. Д., Петропавловский Д. Г. Практикум по материаловедению швейного производства : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. – М. : Академия, 2003. – 416 с.
5. Замышляева В. В. Исследование процесса раздвигаемости нитей в швах изделий из льна // Вестник Костромского государственного технологического университета. – 2015. – № 2(35). – С. 35–37.

6. Смирнова Н. А., Паникарова Н. Б., Хохлова Е. Е. Прогнозирование раздвигаемости нитей в изделиях из льняных тканей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004. – № 3. – С. 128–129.
7. Колмогорова Т. А., Смирнова Н. А., Хохлова Е. Е. Экспресс-метод прогнозирования раздвигаемости льняных тканей в швах // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – № 4С. – С. 23–24.
8. Справочник по хлопкоткачеству / Э. А. Оников, П. Т. Букаев, А. П. Алленова [и др.] ; под общ. ред. Э. А. Оникова. – М. : Легкая индустрия, 1979. – 487 с.: ил.

УДК 677.024:004.9

**Нуркевич Светлана Алексеевна**

аспирант

**Матрохин Алексей Юрьевич**

доктор технических наук, доцент

Ивановский государственный политехнический университет

sherb-svetlana@mail.ru, matrokhin.igta@mail.ru

## **ФОРМИРОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ИЗНОСА ПОЛИАМИДНЫХ ТКАНЕЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

*В производстве спортивных парашютных систем наиболее часто используют ткани технического назначения, вырабатываемые из капроновых комплексных нитей. Эксплуатационные показатели, регламентируемые нормативными документами для данной группы материалов, не в полной мере учитывают внешние факторы, одним из которых является интенсивное ультрафиолетовое излучение как составляющая солнечной радиации. Оно существенно влияет на фактическую долговечность парашюта, а именно ткани, используемой для изготовления купола. В этом аспекте актуальной задачей, имеющей научное и практическое значение, является разработка критериев износа и создание экспресс-методов определения изменений физико-механических свойств и структуры материалов, дестабилизированных солнечной радиацией.*

**Ключевые слова:** полиамидные ткани, износ, ультрафиолетовое излучение, критерии износа, методика оценки, оптические характеристики.

Согласно определению группы эксплуатационных свойств [1] среди показателей, регламентируемых стандартами [2, 3], к эксплуатационным относятся: разрывная нагрузка, удлинение при разрыве, устойчивость окраски и качество противожигаемой пропитки. В реальности парашют эксплуатируется при воздействии различных погодных условий: солнечная инсоляция, перепады температуры, ветер, вода. Парашют подвергается многократным сложениям и раскрытиям, кроме того, он длительное время хранится в сложенном виде. Поэтому данные факторы необходимо рассмотреть с точки зрения их воздействия на фактическую долговечность парашюта, а именно его основной составляющей – ткани, используемой для изготовления купола.

Рассмотрим более детально эксплуатационный фактор, связанный с воздействием солнечной радиации. Определенная доля жизненного цикла парашюта как изделия проходит под воздействием ультрафиолетовых лучей, влияние которых усиливается разряженностью атмосферы на высоте. Учитывая то, что материал выпол-

нен из капроновых нитей, выносливость которых к солнечному свету относительно невысока, можно утверждать, что устойчивость к воздействию ультрафиолета является критически важным параметром в эксплуатации, ограничивающим срок службы парашюта.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что сложившаяся система нормативных требований к тканям, используемым при производстве парашютов, не в полной мере учитывает эксплуатационные условия, в которых работают изделия. Преодоление разрыва между принятым подходом к приемке соответствующих материалов (согласно действующим стандартам) и ожиданиями в отношении надежности готового изделия требует расширения номенклатуры единичных показателей, разработки эффективных методов оценки изменений физико-механических свойств и структуры материалов, дестабилизированных солнечной радиацией, а также введения численных критериев устойчивости тканей, используемых для изготовления парашютов, к воздействию данного фактора.

На сегодняшний день оценка по данному показателю осуществляется в соответствии с ГОСТ Р ИСО 105-B10–2015 [4]. Для этого об-

разец подвергают воздействию искусственного климатического старения от ксеноновой дуговой лампы. Устойчивость окраски оценивают с помощью шкалы серых эталонов. В то же время характеристики старения оценивают, используя подходящий метод, путем измерения степени изменения выбранного параметра, например предела прочности при растяжении, по сравнению с образцом, не претерпевшим воздействия. Характеристики старения являются приоритетными в связи с назначением изделий из исследуемых материалов. Вместе с тем оценка изменения предела прочности требует дорогостоящего испытательного оборудования и может содержать элемент неопределенности из-за использования неидентичных образцов и погрешности в их подготовке.

Возможным направлением совершенствования в оценке старения под действием ультрафиолета является использование оптических характеристик изображений [5], которые существенно изменяются у синтетических материалов под воздействием данного фактора. Изображение материала в исходном состоянии позволяет говорить об оптической анизотропии, вызванной преломлением видимых лучей света в прозрачных и изогнутых нитях, которые играют роль линзы. Установлено, что механизмы разрушения пленок полимеров связаны с ростом микротрещин, а также образованием иных дефектов структуры [6]. Рассматривая сущность изменений, происходящих под воздействием ультрафиолета, можно предположить существенное снижение прозрачности нитей, которое вызывает уменьшение световых перепадов в наблюдаемом образце. Модель изменений в изображении образца капроновой ткани под действием ультрафиолета представлена на рис. 1.

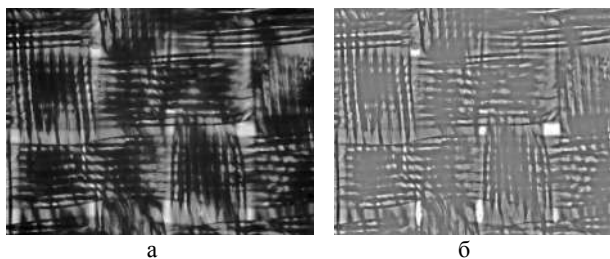


Рис. 1. Изображение образца капроновой ткани: а – исходное; б – после моделируемого воздействия

Видимые эффекты от воздействия целесообразно описывать статистическими оценками оптических характеристик, полученных в режиме проходящего света («на просвет»). Значения некоторых статистических оценок для соответствующих изображений представлены в табл. 1.

Таблица 1  
Статистические оценки, описывающие видимые эффекты изменений

Наименование статистики	Значение	
	до воздействия	после воздействия
Стандартное отклонение	46,88	32,97
Среднее	70,86	129,25
Медиана	51	123

Таким образом, оптические характеристики могут использоваться в качестве достаточно чувствительной количественной меры изменения материала, а методика оценивания износа полиамидных тканей под воздействием ультрафиолетового излучения может быть усовершенствована посредством оперативного получения кинетических характеристик износа в процессе эксплуатации парашютных систем.

Для практического подтверждения данной возможности проведены испытания образцов наиболее распространенного артикула ткани, используемого для производства парашютов (арт. 56004/56004Кр). Нормативные значения характеристик представлены в табл. 2.

Воздействие ультрафиолетового излучения на образец осуществлялось согласно стандартной методике [3] в условиях, соответствующих варианту экспонирования «В» (климатические условия – умеренные без дождя). Продолжительность экспонирования составила 96 ч. Результат воздействия в проходящем поляризованном свете представлен на рис. 2.

Для получения увеличенных изображений использован оптический микроскоп Moticam и цифровая камера-окуляр DCM-130 с общим увеличением  $\times 200$ . Особенностью образца является наличие окраски оранжевого цвета, поэтому оценку изменений оптических характеристик решено проводить отдельно по цветовым каналам цифрового изображения в стандарте *RGB*. Для указанной окраски более значимую информацию с характерным распределением интенсивности несет красный цветовой канал – *R*. Гистограммы распределения интенсивности красной цветовой составляющей всех пикселей изображения до и после воздействия приведены на рис. 3. Распределения интенсивности окраски по другим цветовым каналам – *G* и *B* – также определены, но не приводятся в статье как малоинформативные из-за окраски исследуемого образца.

Наличие распределения яркости пикселей позволяет дополнить указанные ранее сводные статистические характеристики известными критериями проверки гипотез соответствия эмпирических распределений, например критерием  $\chi^2$  Пирсона. Расчетное значение крите-

рия  $\chi^2$  по результатам сопоставления гистограмм (рис. 3а и б) проводилось в соответствии

с рекомендациями [7]. Результаты сопоставления представлены в табл. 3.

Таблица 2

Характеристики ткани арт. 56004Кр для парашютов по ГОСТ 16428–89

Наименование характеристики		Значение
Ширина ткани с кромками, см		91 ± 2
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup> , не более		45
Число нитей на 1 см	по основе	41 ± 1
	по утку	42 ± 2
Разрывная нагрузка, даН, не менее	по основе	43,1
	по утку	43,1
Удлинение при разрыве, %, не менее	по основе	24
	по утку	24
Воздухопроницаемость, дм <sup>2</sup> /(м <sup>2</sup> ·с)	мин.	350
	макс.	750
Устойчивость окраски к сухому трению, балл, не менее		3

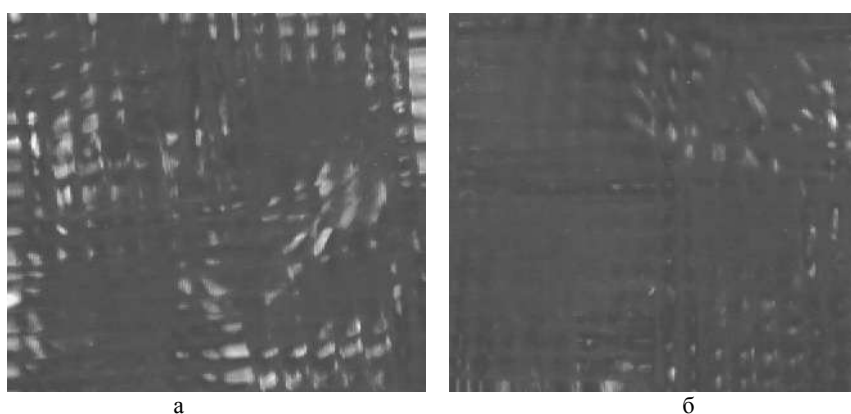


Рис. 2. Цифровое изображение фрагмента капроновой ткани до (а) и после (б) экспонирования

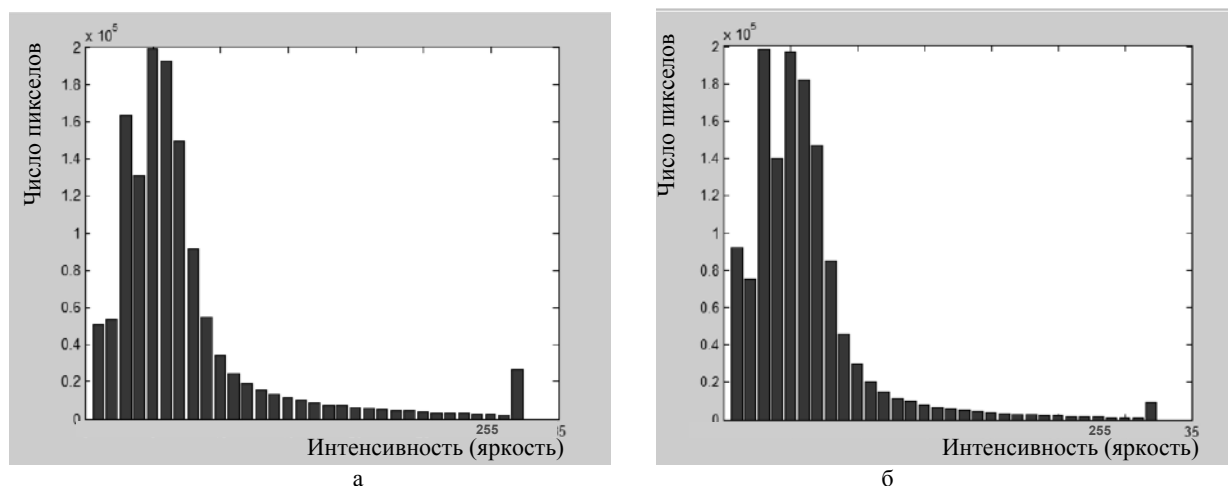


Рис. 3. Распределение красной цветовой составляющей всех пикселей цифрового изображения до (а) и после (б) экспонирования

В дальнейшем предлагается перейти к использованию средней геометрической величины  $\chi^2$  по трем цветовым каналам RGB изображения как более чувствительной оценки к изменениям интенсивности всех трех цветовых составляющих.

Интерпретация статистических критериев и их использование в оценке износа предпола-

гает проведение экспериментальных исследований в следующих направлениях:

1) получение кинетических характеристик износа в виде последовательного ряда значений  $\chi^2$  на различных этапах экспонирования – вплоть до критического состояния, соответствующего потере функциональности изделия;

2) проведение совместных измерений описанных оптических характеристик и прочностных характеристик тканых полотен с целью установления эмпирической зависимости между изменениями оптических и прочностных характеристик и выполнения косвенных измерений;

3) установление значений предлагаемых количественных характеристик устойчивости тканей к ультрафиолетовому излучению в качестве критериев приемки в ходе эксплуатационных испытаний.

Проведенные исследования представляют начальную стадию разработки методики оценивания износа полиамидных тканей под воздействием ультрафиолетового излучения и позволяют реализовать новый подход к приемке материалов и изделий, эксплуатируемых в услови-

ях солнечной радиации и выполняющих ответственные функции, включая спасение экипажей воздушных судов.

#### Выводы

1. Выдвинута гипотеза о возможности оценивания износа полиамидных тканей от воздействия ультрафиолетового излучения посредством косвенных измерений оптических характеристик цифровых изображений, полученных в проходящем поляризованном свете.

2. Дана точечная количественная оценка изменений оптических характеристик образца капроновой ткани по результатам экспонирования, выраженная в виде критерия  $\chi^2$ , который демонстрирует высокую чувствительность и потенциальную возможность интерпретации в информативные прочностные характеристики.

Таблица 3

Результаты сопоставления гистограмм распределения интенсивности пикселей цифрового изображения по цветовым каналам RGB

Наименование и обозначение статистической характеристики	Значение
Расчетное значение критерия критерием $\chi^2$ Пирсона для красной R цветовой составляющей изображения	86 716,29
Расчетное значение критерия критерием $\chi^2$ Пирсона для зеленой G цветовой составляющей изображения	6165,27
Расчетное значение критерия критерием $\chi^2$ Пирсона для синей B цветовой составляющей изображения	319,86
Среднее арифметическое значение $\chi^2$ по трем цветовым составляющим	31 067,14
Среднее геометрическое значение $\chi^2$ по трем цветовым составляющим	5550,59

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гойс Т. О., Вахонина С. А. Уточнение определения группы эксплуатационных свойств текстильных полотен в рамках общей номенклатуры свойств // Сборник научных трудов. Посвящается 70-летию кафедры текстильного материаловедения и товарной экспертизы. – М. : МГУДТ, 2014. – С. 137–139.
2. ГОСТ 16428–89. Ткани технические из натурального шелка и химических нитей. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1996.
3. ГОСТ 13090–90. Ткани технические каркасные. Технические условия. – М. : Стандартиформ, 2017.
4. ГОСТ Р ИСО 105-B10–2015. Материалы текстильные. Определение устойчивости окраски. Часть B10. Искусственное климатическое старение. Метод воздействия отфильтрованным излучением ксеноновой дуги. – М. : Стандартиформ, 2015.
5. Самсонов Е. Э., Вахонина С. А., Матрохин А. Ю. Формирование информативных показателей распознавания волокнистого состава текстильных материалов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 1. – С. 35–39.
6. Сюй Цзэпин. Воздействие интенсивного излучения мягкого рентгеновского диапазона на полимер : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – М., 2002. – 16 с.
7. ГОСТ 8.736–2011. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. – М. : Стандартиформ, 2012.



# ДИЗАЙН

УДК 669.225:673.15:739.52

**Галанин Сергей Ильич**

доктор технических наук, профессор

**Висковатый Иван Сергеевич**

аспирант

**Колупаев Кирилл Николаевич**

аспирант

Костромской государственной университет

sgalanin@mail.ru, fenikus19@rambler.ru, knk44@bk.ru

## ДИЗАЙН СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Отмечены тенденции современного дизайна ювелирно-художественных изделий по усложнению формы и декора поверхности. Проведена классификация изделий по сложности их формы и поверхности. Рассмотрены возможности декорирования таких поверхностей, показаны преимущества химической и электрохимической обработки. Приведены составы электролитов и режимы электролиза для травления и фактурирования поверхности серебра  $\text{СрМ925}$ , меди и ее сплавов.*

**Ключевые слова:** дизайн ювелирно-художественных изделий, сложнопрофильность поверхности, электрохимическое травление, электрохимическое фактурирование.

В последние годы стали популярны ювелирно-художественные изделия (ЮХИ) из металла, сложнопрофильная поверхность которых декорирована фактурой разной глубины и сложности. При этом фактурированные участки чередуются с матовыми и полированными, создавая сложные рисунки. Металлы могут использоваться как драгоценные, так и цветные. Применяются также разнообразные покрытия: металлические гальванические, конверсионные, горячие и холодные эмали. Такое разнообразие декорирования поверхности вызывает значительные технологические трудности, возрастающие при увеличении ее профильности. Создание крупных фактур возможно непосредственно на этапе литья по выплавляемым моделям или штамповки. Однако этому во многом мешают последующие операции обработки, а также сложность поверхности. Обработка лазером или фрезерованием из-за труднодоступности некоторых участков поверхности, а также из-за относительно высокой их площади затруднена, дорогостояща или вообще невозможна. В этих условиях химическая и электрохимическая декоративная обработка становятся наиболее приемлемыми технологическими приемами обработки поверхности [1–6].

### Теоретические положения

Форма изделия определяет выбор технологии декоративной обработки ее поверхности.

ЮХИ могут обладать самой разнообразной формой, однако классификация по форме изделий отсутствует. В первом приближении ЮХИ подразделяются на простые и сложнопрофильные [7]. Общепринятого определения сложнопрофильного художественного изделия нет. Будем считать, что *сложнопрофильное изделие* – изделие, имеющее поверхность, описываемую сложными математическими зависимостями.

Определим критерии оценки формы изделия. Для этого выделим две категории сложности ЮХИ по форме, обладающих поверхностями разной сложности и профильности.

**Категория «А»** (рис. 1) – изделия относительно простых геометрических форм или состоящие из таких частей. Их поверхности имеют достаточные толщины и описываются простыми математическими зависимостями. Формообразование изделий этой категории возможно различными способами: фрезерованием, точением, литьем, ковкой, штамповкой и др. При декоративной обработке поверхности изделий данной группы не возникает трудностей, не требуется дополнительной оснастки и практически нет ограничений по способам декорирования: химическое и электрохимическое травление (ХТ и ЭХТ), различные покрытия (металлические гальванические, конверсионные, холодная и горячая эмаль), филигрань, тиснение, чеканка, лазерная и пескоструйная обработка, фрезерование и др. К изделиям категории «А»

можно отнести монеты, значки, панно, подносы, вазы простой формы, шкатулки и др.

В *категорию «Б»* входят геометрические тела сложной конфигурации (рис. 2).

К данной категории относятся как плоские изделия сложных форм, так и объемные сплошные и полые тонкостенные изделия. В них могут быть сформированы отверстия различной формы и глубины. При декоративной обработке поверхности таких изделий возника-

ют определенные трудности. К изделиям категории «Б» можно отнести тонкостенную столовую посуду (рюмки, бокалы, кубки и др.), ажурные ювелирные изделия и статуэтки, геометрические тонкостенные тела с отверстиями и др.

Рассмотрим на примере (рис. 3) изменение перечня возможных технологий декоративной обработки поверхности металлического изделия в зависимости от его трансформации из категории «А» в категорию «Б».

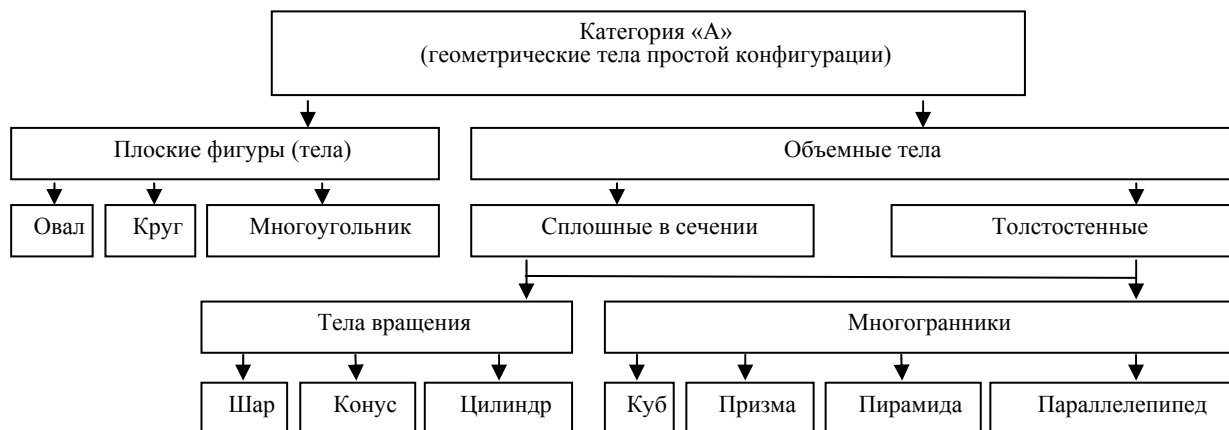


Рис. 1. Классификация изделий категории «А»



Рис. 2. Классификация изделий категории «Б»

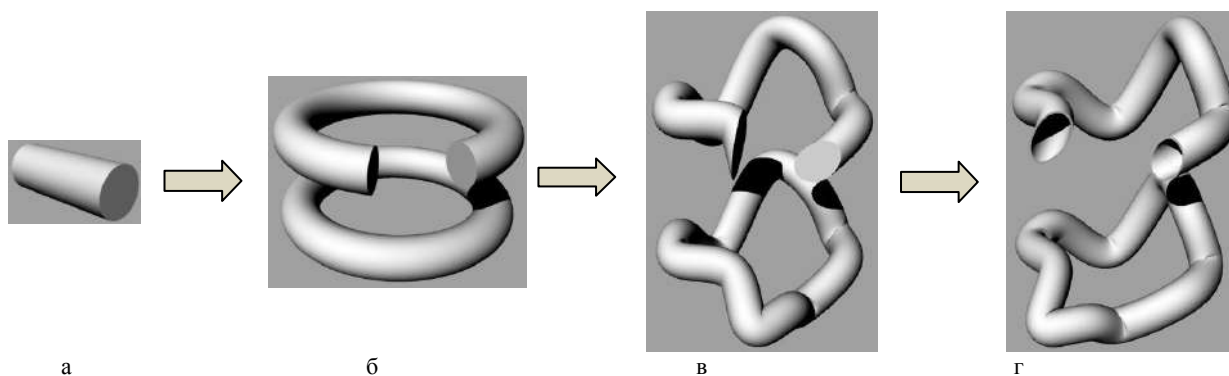


Рис. 3. Трансформация изделий (геометрических тел) из категории «А» в категорию «Б»:

а – цилиндр сплошной (категория «А»); б – тор сплошной (категория «А»);  
в – сплошное изделие категории «Б»; г – полое тонкостенное изделие категории «Б»

Цилиндр – геометрическое объемное тело вращения (рис. 3а). Его поверхность не вызывает трудностей при нанесении изображений или фактур с использованием любых технологий декорирования: лазерное гравирование; фрезерная обработка; ЭХТ и ХТ; абразивоструйная обработка и др.

Это связано с тем, что:

- изделие в сечении сплошное, поэтому механическое воздействие не вызовет нежелательную деформацию его поверхности (при соблюдении режимов обработки);
- поверхность легко описывается математически и не требует для перемещения по ней инструмента при обработке создания 3D-модели и сложной управляющей программы.

Тор можно представить в виде деформированного цилиндра, концы которого соединены между собой (рис. 3б). Изделие в форме тора, визуальное воспринимаемое как более сложное по сравнению с цилиндром, также относится к категории «А» и обладает практически теми же качествами и возможностью декорирования такими же способами.

При произвольном деформировании тора формируется объемное асимметричное изделие неправильной формы, относящееся к категории «Б» (рис. 3в). Декорирование его поверхности лазерной гравировкой или фрезерной обработкой на 3D-станках требует дополнительных затрат по созданию объемной модели поверхности, по которой должен передвигаться инструмент, что приводит к росту себестоимости изготовления. Также невозможно обрабатывать участки, экранированные другими частями изделия. При абразивоструйной обработке необходимо учитывать искажение рисунка в зависимости от искривления поверхности и невозможно обработать экранированные участки. Кроме того, увеличение площади обрабатываемой поверхности увеличивает стоимость декорирования.

При полой тонкостенной детали сложной формы (рис. 3г) обработка усложняется: добавляется возможность деформации стенок при механическом воздействии (необходима поддерживающая оснастка) и вероятность прогара стенок при термическом воздействии.

Самыми целесообразными, а иногда и единственно возможными способами декорирования поверхности сложнопрофильных сплошных и тонкостенных изделий являются ЭХТ и ХТ. При увеличении площади обрабатываемой поверхности, необходимости обработки внутренних поверхностей полостей и трудно-

доступных участков эффективность использования этих методов значительно возрастает.

### Результаты и обсуждение

На основании анализа литературно-информационных источников и собственных экспериментальных результатов сформирована сводная таблица ряда растворов и режимов художественного травления и фактурирования поверхности меди и ее сплавов (табл. 1) [8–14]. Водный раствор азотной кислоты достаточно агрессивен и требует особых мер безопасности и дальнейшей нейтрализации, но несмотря на это декорирование в нем изделий из меди и ее сплавов наиболее целесообразно. Это связано с рядом преимуществ:

- варьируя концентрацией и температурой раствора, а также продолжительностью процесса можно обрабатывать различные сплавы;
- простой состав электролита, доступность и дешевизна химического реактива;
- высокая скорость обработки;
- возможность получения ровной однородной как матовой, так и блестящей поверхности без предварительной ее обработки;
- возможность в одном электролите получить различную зернистость поверхности.

К относительным недостаткам процесса ХТ и ЭХТ в водном растворе азотной кислоты можно отнести невозможность получения крупнофактурных поверхностей.

Как показали эксперименты, формирование крупных фактур возможно в результате анодной обработки в полировочных электролитах. При этом используются импульсные биполярные токи определенных амплитудно-временных параметров, позволяющие поддерживать обрабатываемую поверхность в условиях необходимого соотношения скоростей анодного растворения и пассивации [15–18].

Рассмотрим электрохимическое фактурирование (ЭХФ) на поверхности сплава  $\text{CuMn925}$  в полировочном электролите  $790 \dots 830 \text{ г/л Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Для формирования высокодекоративных фактур необходима мелкозернистая структура сплава. Под высокими декоративными свойствами фактур понимается их декоративная нерегулярность при визуальном определяемой высоте неровностей. На рис. 4 и в табл. 2 приведены наиболее интересные с точки зрения декоративности и эффективности обработки результаты ЭХФ поверхности при различных амплитудно-временных параметрах униполярных импульсов тока, а на рис. 5 и в табл. 3 – биполярных импульсов тока при  $t = 25 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$  [15–18].

Фиксировались пограничные значения вершин, впадин и средняя линия профилограммы, соответствующая среднеарифметическому значению величин вершин и впадин. Определялись отношения общей площади выступов  $S_{\text{выст}}$  и впадин  $S_{\text{впад}}$  к их количеству  $n_{\text{выст}}$  и  $n_{\text{впад}}$  соответственно, а затем суммировались. Чем больше значения  $S_{\text{проф}} = S_{\text{выст}} + S_{\text{впад}}$ , тем декоративнее внешний вид поверхности. Чем меньше число  $n_{\text{неровн}} = (n_{\text{выст}} + n_{\text{впад}})/10 \text{ мкм}^2$ , тем выше отражательная способность (блеск) поверхности. Коэффициент профильности  $K_{\text{проф}}$ ,  $\text{мкм}^2$  характеризует среднюю площадь фактурной неровности:  $K_{\text{проф}} = S_{\text{проф}}/n_{\text{неровн}}$ .

Показатель профильности  $\text{ППр} = K_{\text{проф}} \cdot R_z$  ( $\text{мкм}^3$ ) характеризует фактурность поверхности. Данный показатель учитывает коэффициент профильности поверхности и показатель шероховатости поверхности. Мелкоразмерной считаем фактуру с  $\text{ППр} < 200 \text{ мкм}^3$ , среднеразмерной  $200 \leq \text{ППр} < 1000 \text{ мкм}^3$  и крупноразмерной  $\text{ППр} \geq 1000 \text{ мкм}^3$ . Показатель эффективности фактурирования ПЭФ,  $\text{см}^2/(\text{г} \cdot \text{А} \cdot \text{ч})$  характеризует эффективность ЭХФ на различных режимах. Он учитывает коэффициент удельного съема металла ( $\text{г}/\text{см}^2$ ) и величину количества электричества, пропущенного через ванну ( $\text{А} \cdot \text{ч}$ ) [15–18].

Таблица 1

Основные травильные растворы меди и ее сплавов

№ п/п	Процесс	Состав раствора, г/л	Режим	Получаемая поверхность	Примечание
1	ХТ	50 $\text{HNO}_3$ ; 25 мл $\text{HCl}$	$t = 15 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau$ до необходимого результата	Блестящая	Высокая скорость травления
2		500...550 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 650...750 $\text{HNO}_3$ ; 5...10 $\text{NaCl}$			
3		100...200 $\text{NaNO}_3$ или $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; 400...600 $\text{NaOH}$	$t = 135 \dots 145 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau = 20 \dots 40 \text{ с}$		Обработку производят последовательно в трех растворах с промежуточными промывками
		1000 мл/л $\text{HCl}$	$t = 15 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau = 30 \dots 60 \text{ с}$		
	15...20 мл/л $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 500...100 $\text{CrO}_3$	$t = 15 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau = 5 \dots 10 \text{ с}$			
4		1400...1700 $\text{H}_3\text{PO}_4$	$t = 15 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau$ до необходимого результата	Полублестящая	–
5	ЭХТ	100...250 $\text{NaNO}_3$	$t = 15 \dots 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , плотность тока $i_a = 0,5 \dots 4 \text{ А}/\text{см}^2$ , $\tau$ до необходимого результата		При повышении концентрации увеличивается скорость процесса
6		120 $\text{NaNO}_3$ ; 60 $\text{NaCl}$	$t = 15 \dots 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , $i_a = 4,5 \dots 8 \text{ А}/\text{см}^2$ ; $\tau$ до необходимого результата		Низкая скорость процесса
7	ХТ	700...800 $\text{HNO}_3$ ; 15...20 $\text{NaCl}$ ; 900...1000 $\text{HF}$	$t = 15 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau$ до необходимого результата	Матовая	Мягкое травление
8		200...600 $\text{FeCl}_3$	$t = 18 \dots 70 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau$ до необходимого результата		Длительное травление. Увеличение концентрации и температуры раствора увеличивает скорость травления
9		2 л $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 3 л $\text{HNO}_3$ ; 20 г $\text{NaCl}$ ; 10 г $\text{ZnSO}_4$	$t = 18 \dots 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau$ до необходимого результата		$\text{ZnSO}_4$ растворяют в небольшом количестве воды и добавляют к смеси. Раствор необходимо отстоять несколько часов
10		600...800 $\text{NaNO}_3$ или $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; 500 мл/л $\text{H}_2\text{SO}_4$	$t = 15 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau = 10 \dots 30 \text{ с}$		Обработка в двух растворах последовательно без промежуточной промывки
11	ХТ	600...650 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 300...350 $\text{HNO}_3$ ; 4...5 $\text{HCl}$	$t = 15 \dots 30 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau$ до необходимого результата	Матовая, блестящая	Высокая скорость травления
12		30...70 % $\text{HNO}_3$	$t = 18 \dots 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau$ до необходимого результата	Матовая, полублестящая	Высокая скорость травления, процесс протекает как при наличии тока, так и при его отсутствии
	ЭХТ	10...20 $\text{HNO}_3$	$i_a = 1 \dots 8 \text{ А}/\text{см}^2$ , $\tau$ до необходимого результата		
13	ХТ	15 $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; 70 $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; 3 $\text{HNO}_3$ ; 59 $\text{H}_2\text{O}$	$t = 18 \dots 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , $\tau$ до необходимого результата		–

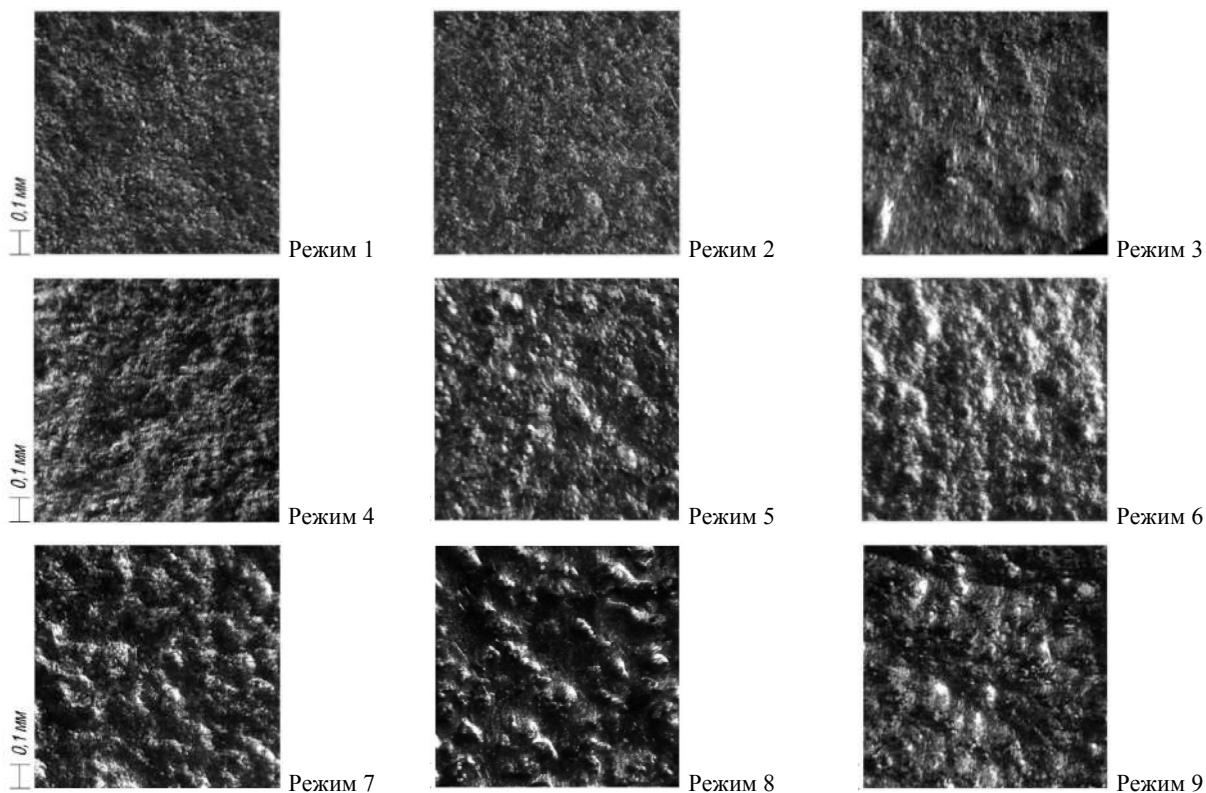


Рис. 4. Фактурированная поверхность после обработки импульсным униполярным током

Таблица 2

Режимы ЭХФ поверхности импульсным униполярным током

Режим	Перемешивание электролита	$t_{имп}$ , мкс	$\tau_{обр}$ , мин	$K_{ип}$ , $\text{мкм}^2$	$R_z$ , мкм	ППр, $\text{мкм}^3$	ПЭФ, $[\text{см}^2/(\text{г}\cdot\text{А}\cdot\text{ч})]\cdot 10^6$
1	-	100	1	6,99	4,43	30,96	943,40
2	+	100	1	21,08	4,80	101,19	174,22
3	+	500	1	23,92	4,23	101,18	171,53
4	-	100	3	46,52	8,70	404,75	33,11
5	+	500	3	26,44	8,57	226,62	25,20
6	+	500	4	54,69	9,51	520,09	15,02
7	-	100	5	109,37	9,50	1039,02	6,62
8	+	100	4	113,19	10,50	1188,52	3,94
9	+	500	5	113,85	11,20	1275,08	6,38

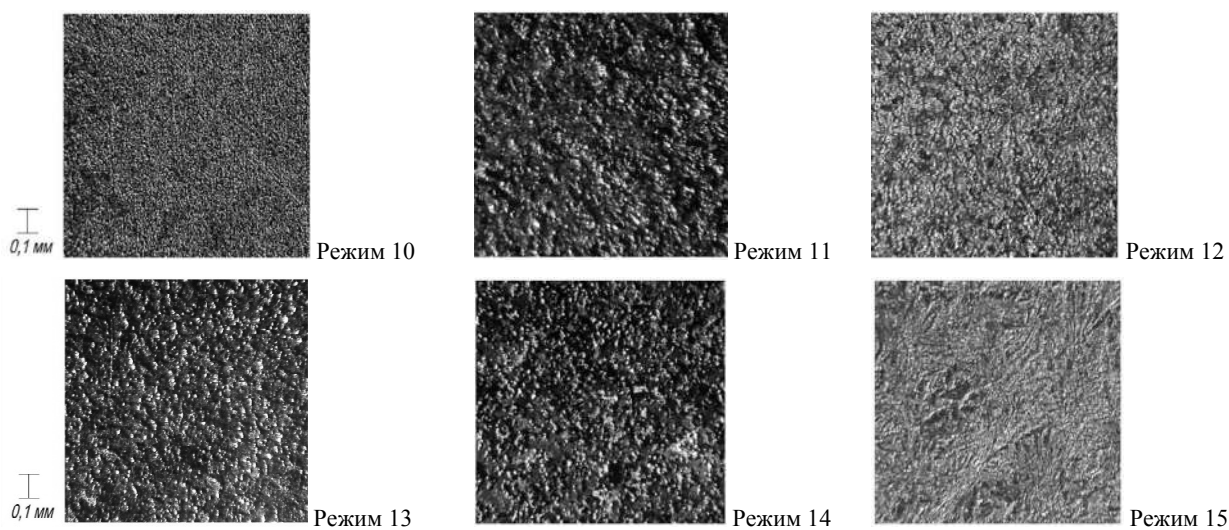


Рис. 5. Фактурированная поверхность после обработки импульсным биполярным током

Таблица 3

## Режимы ЭХФ поверхности импульсным биполярным током

Режим	Перемешивание электролита	$t_{\text{имп}}, \text{мкс}$	$t_{\text{отр.имп}}, \text{мкс}$	$\tau_{\text{обр}}, \text{мин}$	$K_{\text{пр}}, \text{мкм}^2$	$R_{\text{с}}, \text{мкм}$	ППр, $\text{мкм}^3$	ПЭФ, $[\text{см}^2/(\text{г} \cdot \text{А} \cdot \text{ч})] \cdot 10^6$
10	–	500	100	1	34,14	3,32	113,36	90,58
11		500	100	4	34,14	5,53	188,82	5,62
12		500	400	1	23,91	3,64	87,02	40,88
13		500	300	1	46,96	4,42	207,55	40,45
14		500	300	2	46,96	6,50	305,23	10,40
15		500	600	4	30,05	8,16	245,18	1,55

ЭХФ проводится на режимах и в электролитах, обеспечивающих на обрабатываемой поверхности протекание конкурирующих процессов анодного растворения и образования пассивной пленки, частично экранирующей анодную поверхность, то есть поддержание условий «активность – пассивность», которые соблюдаются в начале области пассивации и в начале области транспассивного растворения. Свойства фактур, оптимальная продолжительность фактурирования, величина удельного съема определяются соотношением скоростей этих процессов. Это подтверждают следующие экспериментальные факты:

- образование пассивной пленки на обрабатываемой поверхности в процессе ЭХФ;
- влияние гидродинамики (перемешивания электролита) на процесс фактурирования.

Формирование таких условий обеспечивается при использовании импульсных токов и электролитов, предназначенных для электрохимического полирования (ЭХП). Экспериментально выявлена схожесть процессов на границе раздела «анод – электролит» при ЭХФ и ЭХП [2, 3, 5, 6, 16–19]. В общем виде процесс ЭХФ представляется следующим образом. Образование фактуры начинается в области потенциалов, когда начинает превалировать пассивация поверхности. Частичное покрытие поверхности анода пленкой приводит к неравномерному ее растворению и образованию мелких или средних матовых фактур. При дальнейшем увеличении продолжительности обработки пленка нарастает и полностью покрывает собой уже сформированные фактуры. Перемешивание и применение обратных импульсов тока замедляет этот процесс. При увеличении продолжительности об-

работки пленка становится неоднородной и неустойчивой. В результате ее разрушения анодная поверхность переходит в область транспассивного растворения. В этом случае формируются крупные, выраженные, блестящие фактуры. Обратный импульс замедляет процесс пленкообразования, способствуя образованию мелких и средних фактур. Блестеть они начинают на более ранних этапах обработки по сравнению с использованием униполярных импульсов, так как не успевает сформироваться пленка значительной толщины и совершенной структуры.

На основании экспериментальных результатов разработан способ ЭХФ поверхности серебра 925-й пробы с использованием импульсных токов [20].

#### Выводы

Современный дизайн ЮХИ характеризуется сложнопрофильностью поверхности и сочетанием участков с различной отражательной способностью и фактурой. Декорирование таких поверхностей вызывает определенные технологические трудности.

Для декоративной обработки сложнопрофильных металлических поверхностей ЮХИ лучше всего подходят ХТ и ЭХТ.

Декоративное травление поверхности меди и ее сплавов эффективнее проводить в водных растворах азотной кислоты.

Электрохимическое формирование высокодекоративных фактур на металлических поверхностях эффективнее проводить в полировочных электролитах с использованием импульсных токов. При этом выбором режимов электролиза и амплитудно-временных параметров импульсов можно обеспечить необходимые условия обработки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галанин С. И. Декоративная электрохимическая и химическая обработка поверхности ювелирно-художественных сплавов [Электронный ресурс] // Научный вестник КГТУ : сетевой электронный научный журнал. – 2014. – № 2. – URL : <http://vestnic.kstu.edu.ru> (дата обращения: 25.08.2017).
2. Галанин С. И. Теория и практика анодной электрохимической обработки короткими импульсами тока : дис. ... д-ра техн. наук. – Кострома, 2001. – 287 с.

3. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн, материалы и технология изготовления современных ювелирно-художественных изделий : монография. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. – 183 с.
4. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Принципы создания современных ювелирно-художественных изделий // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2013. – № 1. – С. 19–21.
5. Галанин С. И., Шорохов С. А. Декоративная электрохимическая обработка поверхности металлов и сплавов : монография. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2015. – 151 с.
6. Галанин С. И. Дизайн ювелирно-художественных изделий с использованием электрохимической отделки поверхности металлов импульсными токами : монография. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2008. – 187 с.
7. Галанин С. И., Доберштейн В. Ю., Колупаев К. Н. Трансформация элементарных форм в дизайне ювелирных изделий [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2015. – Вып. 21. – С. 46–55. – URL : [www.enidtp.ru](http://www.enidtp.ru) (дата обращения: 25.08.2017).
8. Грилихес С. Я., Тихонов К. И. Электролитические и химические покрытия. Теория и практика. – М. : Химия, 1990. – 268 с.
9. Галанин С. И., Юдина Т. А. Травление как один из способов декорирования поверхности металла // Сб. трудов XVIII Всероссийской научно-практической конференции и смотра-конкурса творческих работ студентов, аспирантов и преподавателей по направлению ТХОМ, г. Кострома, 12–15 окт. 2015 г. ; под ред. С. И. Галанина. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2016. – С. 247–249.
10. Галанин С. И., Аникин И. А. Декоративная электрохимическая обработка поверхности мельхиора [Электронный ресурс] // Научный вестник КГТУ : сетевой электронный научный журнал. – 2012. – № 2. – URL : <http://vestnik.kstu.edu.ru/ArticleFile/2012-2-2.pdf> (дата обращения: 25.08.2017).
11. Галанин С. И., Смирнов А. О. Химическая подготовка поверхности меди под прокладывание холодных ювелирных эмалей [Электронный ресурс] // Научный вестник КГТУ : сетевой электронный научный журнал. – 2012. – № 2. – URL : <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2012-2-2.pdf> (дата обращения: 25.08.2017).
12. Галанин С. И., Смирнов А. О. Сквозное электрохимическое фрезерование меди [Электронный ресурс] // Научный вестник КГТУ : сетевой электронный научный журнал. – 2012. – № 2. – URL : <http://vestnik.kstu.edu.ru/Images/ArticleFile/2012-2-2.pdf> (дата обращения: 25.08.2017).
13. Галанин С. И., Шорохов С. А., Дубова Ю. Л. Электрохимическое полирование и фактурирование поверхности медных сплавов [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2012. – Вып. 11. – С. 59–71. – URL : <http://www.enidtp.ru> (дата обращения: 25.08.2017).
14. Галанин С. И., Худобина А. Ю. Химическое и электрохимическое травление (текстурирование) поверхности меди [Электронный ресурс] // Дизайн. Теория и практика. – 2010. – Вып. 5. – С. 51–85. – URL : <http://www.enidtp.ru> (дата обращения: 25.08.2017).
15. Галанин С. И., Висковатый И. С., Безденежных А. Г. Декоративное электрохимическое фактурирование поверхности серебра 925-й пробы // Дизайн. Теория и практика. – 2015. – Вып. 19. – С. 73–81.
16. Галанин С. И., Висковатый И. С. Особенности процесса электрохимического декорирования поверхности серебра // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 3. – С. 75–86.
17. Galanin S. I., Viskovaty I. V. Electrochemical Surface Texturing of Silver // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2015. – Vol. 51. – N 4. – P. 332–338.
18. Галанин С. И., Висковатый И. С., Гладий Ю. П. Особенности электрохимического декоративного фактурирования поверхности сплава серебра 925 пробы // Электронная обработка материалов. – 2016. – Т. 52. – № 3. – С. 82–87.
19. Galanin S. I., Kalinnikov I. V. Polarization of jewelry gold alloys by bipolar current pulses in a polishing electrolyte // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. – 2008. – Vol. 44. – N 5. – P. 359–366.
20. Патент РФ на изобретение № 2569876 от 27.11.2015 г. Способ декоративного электрохимического фактурирования поверхности серебра / С. И. Галанин, И. С. Висковатый. – Заявл. 24.07.2014, опубл. 27.11.2015, Бюл. № 33. – 2 с.

УДК 671.1:67.02:67.017

**Доберштейн Виктория Юрьевна**

кандидат культурологии

частное учреждение дополнительного образования «Центр иностранных языков „Лингва“»

[schwarzekatze@bk.ru](mailto:schwarzekatze@bk.ru)

## ДЕТСКИЕ ЮВЕЛИРНЫЕ УКРАШЕНИЯ: ПОНЯТИЕ, ДИЗАЙН, АССОРТИМЕНТ

*Статья посвящена детским ювелирным изделиям (ДЮИ) как элементу современного ювелирного рынка. Дается определение понятия «детское ювелирное изделие», выявляются характерные для ДЮИ признаки, которые позволяют разграничивать их от ювелирных изделий для взрослых. Представлен анализ ассортимента современных отечественных производителей ДЮИ на базе электронных каталогов ювелирных изделий.*

**Ключевые слова:** детские ювелирные украшения (ДЮИ), детские коллекции, дизайн ДЮИ, компаративный анализ.

Традиция носить детьми украшения возникла в далеком прошлом. Так, например, в Средние века в Италии новорожденным надевали цепочку из кораллов, чтобы уберечь от сглаза и защитить от злых духов. Подобный обычай нашел отражение в европейском изобразительном искусстве<sup>1</sup>. Со временем предназначение украшений изменилось: дети стали получать их не как амулеты или обереги, а, во-первых, в качестве подарка на память, во-вторых, для подчеркивания социального и материального статуса родителей. В результате детские ювелирные изделия становятся популярными.

Очевидно, что само понятие «детское ювелирное изделие (ДЮИ)» происходит от термина «ювелирное изделие». Под ДЮИ понимаются изделия, которые проектируются, изготавливаются, обрабатываются по размеру и комплектуются специально для детей и подростков, а также дизайн, реклама и продажа которых производится для привлечения внимания детей или покупателей, приобретающих эти изделия. К ДЮИ изделиям не относятся значки, медали и награды.

Еще в недалеком прошлом в России практически невозможно было, за редким исключением, найти на прилавках магазинов ДЮИ. Однако конкурентная борьба за рынки сбыта своей продукции неизбежно вызвала интерес производителей ювелирных изделий к детской аудитории [3, 4]. В результате в последние десятилетия наметилась явная тенденция к существен-

ному расширению детского ювелирного ассортимента. Естественно, эта продукция отличается определенными особенностями, анализу которых и посвящена настоящая статья.

Нами рассмотрен ассортимент современных отечественных производителей ДЮИ на базе каталогов ювелирных изделий семи фирм: Sokolov, Sunlight, «Инталия», «Адамас», Бронницкий ювелирный завод, «Золотые купола», «Садко». В качестве способа исследования использовался компаративный анализ, позволяющий обнаружить общие закономерности и особенности.

Анализ показал, что наряду с традиционно распространенными ювелирными товарами для детей, такими как серьги, кольца и браслеты, производители предлагают более расширенный ассортимент: погремушки, предметы посуды, подвески, кулоны, часы, брелоки, подвески для телефона, закладки, колье. Самые предпочтительные украшения – серьги, кольца и подвески (табл. 1, рис. 1).

Завод *Sokolov* выпускает коллекцию детских ювелирных украшений *Kids*, включающую серьги (407 шт.), кольца (17 шт.), подвески (100 шт.), а также ложки, погремушки, кулоны и браслеты.

Фирма *Sunlight* разработала детскую коллекцию, в которой представлено 215 украшений: основа коллекции – серьги (149 шт.), подвески (28 шт.), а также часы (38 шт.).

© Доберштейн В. Ю., 2017.

<sup>1</sup> На картинах итальянских мастеров встречаются изображения Мадонны с младенцем, на шее которого висит коралловый амулет: Мадонна с младенцем на троне с предстоящими ангелами, Джованни ди Бартоломео Кристиани, 1365–1370 гг.; Мадонна с младенцем из церкви Санта-Мария-ин-Платеа, Джакомо дель Кампли, середина XV в., Мадонна с младенцем и двумя ангелами-музыкантами, Джорджио Скьявоне, 1459–1460 гг., Мадонна Брера, Пьеро делла Франческо, 1472 г., Пинакоттека Брера [1].

<sup>2</sup> К ювелирным изделиям относятся изделия, изготовленные из драгоценных металлов и их сплавов, с использованием различных видов художественной обработки, со вставками из драгоценных, полудрагоценных, поделочных, цветных камней и других материалов природного или искусственного происхождения или без них, применяемые в качестве различных украшений, предметов быта, предметов культа и/или для декоративных целей, выполнения различных ритуалов и обрядов, а также памятные, юбилейные и другие знаки и медали, кроме наград, статус которых определен в соответствии с законами Российской Федерации и указами Президента Российской Федерации, и памятных монет, прошедших эмиссию [2].



Таблица 1

Детский ювелирный ассортимент

Производитель	Наименование изделия					Итого
	Серьги	Кольца	Подвески	Браслеты	Другое	
Sokolov	407	17	100	2	11	537
Sunlight	149	-	28	-	38	215
«Адамас»	72	-	4	6	55	137
Бронницкий ЮЗ	30	5	18	3	-	56
«Инталия»	19	18	17	4	-	58
«Золотые купола»	135	23	122	1	1	282
«Садко»	257	131	144	-	2	534
Итого	1069	194	433	16	107	1819

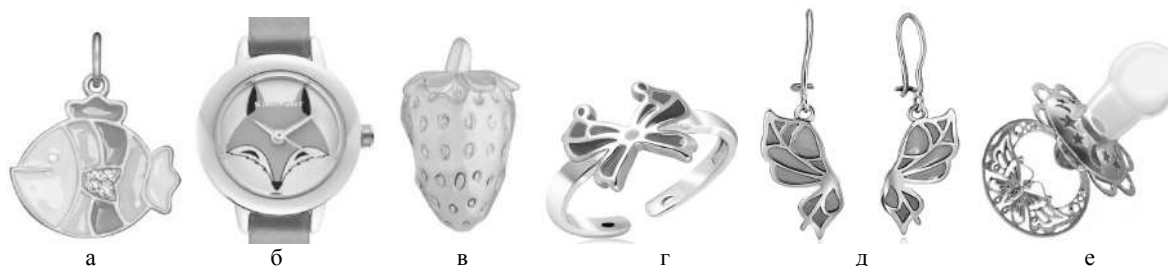


Рис. 1. Примеры ДЮИ:

а – кулон «Рыбка» (Sokolov); б – часы кварцевые (Sunlight); в – шарм «Клубничка» («Адамас»); г – безразмерное серебряное кольцо (Бронницкий ЮЗ); д – серьги «Бабочка» (Бронницкий ЮЗ); е – соска («Золотые купола») (из ассортимента на 01.08.2017 г.)

Детская коллекция, включающая серьги (72 шт.), шармы (54 шт.), а также браслеты, подвески, броши, выпускается и заводом «Адамас».

В ассортименте Бронницкого ювелирного завода детская коллекция *Winx*, созданная по мотивам итальянского мультфильма, центральными персонажами которой, как и в мультсериале, являются 6 волшебниц: Блум, Стелла, Флора, Муза, Текна и Лейла. В коллекцию вошли серьги (30 шт.), подвески (18 шт.), кольца (5 шт.), браслеты (3 шт.). Отметим, что завод изготавливает также детскую посуду, булавки, погремущки.

В детском ассортименте продукции компании «Инталия» 58 наименований: кольца (19 шт.), серьги (18 шт.), подвески (17 шт.) и браслеты (4 шт.).

Детская ювелирная коллекция разработана и ювелирным заводом «Золотые купола». Наряду с традиционным выбором детских изделий (кольца (23 шт.), серьги (135 шт.), подвески (122 шт.)) в продаже представлены и детские пустышки.

Ювелирный дом «Садко» имеет свою детскую коллекцию под названием «Дамико». В нее входят детские серьги (257 шт.), кольца (131 шт.), подвески (144 шт.), а также детские пустышки.

Следует отметить, что представленные отечественными производителями изделия для детей преимущественно производятся из серебра или серебра с позолотой с применением разноцветных эмалей, родирования, драгоценные камни, как правило, отсутствуют. В качестве

тематики используются объекты детского предметного мира (бантики, сердечки, ангелочки, колокольчики, игрушки), а также животные и цветы, герои мультфильмов. При этом некоторые изделия, выделенные производителями в детскую группу ювелирных украшений, могут подходить как взрослым, так и детям, так как обладают «пограничными» чертами.

Анализ ассортимента показал следующие предпочтения ДЮИ (по убыванию, %): серьги – 58, подвески и кулоны – 24, кольца – 11. Кроме того, посуда, брелоки, шармы, пустышки, объединенные в группу «Другое», составили 6 % от общего числа. Полученные данные представлены в виде диаграммы (рис. 2).

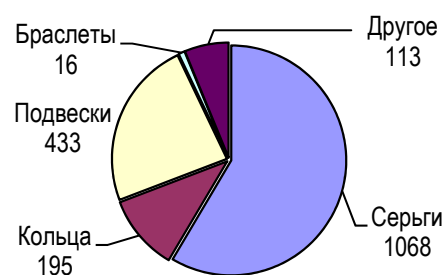


Рис. 2. Структура ассортимента ДЮИ, выпускаемых рядом отечественных производителей

В результате анализа ассортимента, конструкции и дизайна современных ДЮИ, выпускаемых отечественными производителями, установлен ряд их характерных признаков: – использование в дизайне стилизованных фигур или предметов, ассоциирующихся с деть-

- ми или интересными детской аудитории: героев мультфильмов, общественных детских телевизионных программ, компьютерных игр, животных, игрушек, ягод, цветов и т. д.;
- адаптивное дизайна под целевую детско-подростковую аудиторию, не подходящего взрослым для постоянного или частого ношения;
- для дизайна характерна существенная стилизация предметов, отсутствие какого-либо известного стиля или значительная эклектика, что позволяет выделить ДЮИ в отдельный стиль – «детский»;
- «безразмерность» колец и браслетов, а также маленькие весо-габаритные показатели изделий, подходящие только детям;
- более низкая цена и/или качество, что не позволяет взрослым приобрести их для себя, но позволяет купить ребенку.

Для снижения себестоимости ДЮИ предприятия-производители используют набор обычных приемов:

- использование более дешевых материалов, в частности, серебра с позолотой, вставок из дешевых камней или стекла, использование холодных эмалей, вместо горячих, конверсионных покрытий [5, 6];
- использование прогрессивных формообразующих и финишных операций изготовления изделий [6, 7];
- придание легковесности украшениям за счет тонкостенности и утонения элементов конструкции;

- уменьшение габаритных размеров;
- расширение ассортимента продукции не за счет создания новых моделей, а за счет использования различных цветных вставок, покрытий и эмалей у одних и тех же моделей [8, 9].

Кроме того, часто дизайн предлагаемых потребителю изделий занимает пограничное положение между детским и взрослым, что, по мнению производителей, может привлечь дополнительный контингент покупателей.

Итак, анализ коллекций ДЮИ современных отечественных производителей позволяет сделать следующие **выводы**.

1. Ассортимент отечественной детской ювелирной продукции расширяется, появляются коллекции для детей. Наиболее распространенные в производстве изделия (по убыванию): серьги, подвески, кулоны.

2. Применение дизайна под целевую детско-подростковую аудиторию, использование стилизованных фигур или предметов, ассоциирующихся с детьми или интересными детской аудитории. Характерная существенная стилизация предметов, отсутствие какого-либо известного стиля, значительная эклектика, что позволяет выделить ДЮИ в отдельный стиль – «детский».

3. Стремление производителя к существенному снижению себестоимости ДЮИ всеми возможными способами.

4. Стремление адаптировать детский ассортимент под более широкую покупательскую аудиторию.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мусин А. Е. Кораллы в христианской культуре Восточной Европы и Средиземноморья // Российский археологический ежегодник. – 2014. – № 4. – С. 371–372.
2. Приказ Роскомдрагмета от 30 окт. 1996 г. № 146 «О порядке отнесения изделий, содержащих драгоценные металлы, к ювелирным» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». – URL : [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).
3. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн и технология ювелирных изделий: российские особенности // Дизайн. Материалы. Технология. – 2011. – № 2(17). – С. 60–63.
4. Галанин С. И., Шорохов С. А. Проблемы российской ювелирной отрасли // Вестник РАЕН. – 2011. – № 2. – С. 85–90.
5. Галанин С. И., Висковатый И. С., Гладий Ю. П. Декоративное электрохимическое анодирование поверхности сплава серебра 925 пробы // Сб. трудов XVIII Всероссийской научно-практической конференции и смотра-конкурса творческих работ студентов, аспирантов и преподавателей по направлению ТХОМ, г. Кострома, 12–15 окт. 2015 г. ; под ред. С. И. Галанина. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2016. – С. 56–65.
6. Галанин С. И., Висковатый И. С. Особенности процесса электрохимического декорирования поверхности серебра // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 3. – С. 75–86.
7. Efficiency of Different Polishing Processes of Jeweler 14-carat Gold Articles Surface / S. I. Galanin, D. M. Subbotin, M. V. Sorokina, A. Y. Tokmakov // Металлообработка. – 2006. – № 4. – С. 20–25.
8. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Выбор конструкционных металлов и сплавов для ювелирных изделий на основе анализа их цветовых характеристик // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2014. – Т. 2. – № 1. – С. 31–35.
9. Tillmann Prüfer. Goldbärchen für Goldkinder // ZEITmagazin. – 2012. – N 25, 14 Juni. – S. 14–15.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.833.01:539.4

**Агзамов Мирсолих**

зам. директора ООО “METINILM”

**Юнусов Салохиддин Зунунович**

доцент

**Агзамов Мирхосил Мирсолихович**

ст. научный сотрудник

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

ysz1979@mail.ru

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПИЛЬНОГО ДЖИНА С НОВЫМ ТИПОМ РАБОЧЕЙ КАМЕРЫ

*В статье приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению эффективности работы пильного джина с новой рабочей камерой. Имеются сведения по конструкции стендовой установки пильного джина с новым типом рабочей камеры. Исследованиями установлено, что при использовании нового типа рабочей камеры снижается расход электроэнергии, улучшается качество выпускаемой продукции, увеличивается производительность.*

**Ключевые слова:** пильный джин, сырцовый валик, скорость вращения сырцового валика, нагреваемая рабочая камера.

В Указе Президента Республики Узбекистан «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», рассчитанной на 2017–2021 годы, предусматривается развитие и либерализация экономики, направленные на повышение ее конкурентоспособности и открытости, обеспечение свободы экономической деятельности, укрепление макроэкономической стабильности и сохранение темпов экономического роста, модернизацию и активную диверсификацию ведущих отраслей экономики [1].

В соответствии с этим Указом в хлопкоочистительной промышленности, являющейся одной из ведущих отраслей Республики, в настоящее время ведется большая работа по модернизации производства, которая требует разработки и внедрение в производство новых, экономичных типов машин и оборудования.

Как известно [2], одной из основных машин процесса первичной обработки хлопка является пильный джин. От показателей его работы во многом зависит и эффективность всего процесса. Ранее проведенными исследованиями [3] установлено, что одним из путей улучшения процесса является увеличение скорости вращения сырцового валика.

С целью выбора метода увеличения скорости вращения сырцового валика проведены теоретические исследования, которые показали,

что существенное влияние на скорость сырцового валика оказывает сила трения его о стенки рабочей камеры.

Известно, что коэффициент трения хлопкового волокна о сталь зависит от температуры контактирующих поверхностей [4]. Это объясняется тем, что в состав хлопкового волокна входят воскоподобные вещества, которые размягчаются при нагревании до температуры порядка 100 °С, в результате чего снижается коэффициент трения.

Для повышения скорости сырцового валика была предложена модернизированная рабочая камера с обогреваемыми стенками.

**Конструктивные особенности.** По результатам теоретических исследований разработана новая рабочая камера (рис. 1), в которой путем нагрева внутренней поверхности снижен коэффициент трения. Камера содержит передний фартук 1, выполненный из трех частей, прикрепленную к нему семенную гребенку 2, имеющую возможность вращения вокруг своей оси. Диски пильного цилиндра 3 входят в камеру через зазоры между колосниками 4. Колосники крепятся к лобовому брусу 5, выполненному из двух частей. Ускоритель сырцового валика 6 расположен внутри камеры. Он состоит из вала с надетыми на него зубчатыми дисками, между которыми имеются прокладки. Во внутренней полости переднего фартука 1 и лобового бруса 5 установлены электронагреватели 7, а на

поверхностях внутренних стенок, не контактирующих с сырцовым валиком, установлены датчики температуры 8 и регулятор температуры 9.

Наружные стенки переднего фартука 1 и лобового бруса 5 имеют теплоизоляционное покрытие 10 [5, 6].

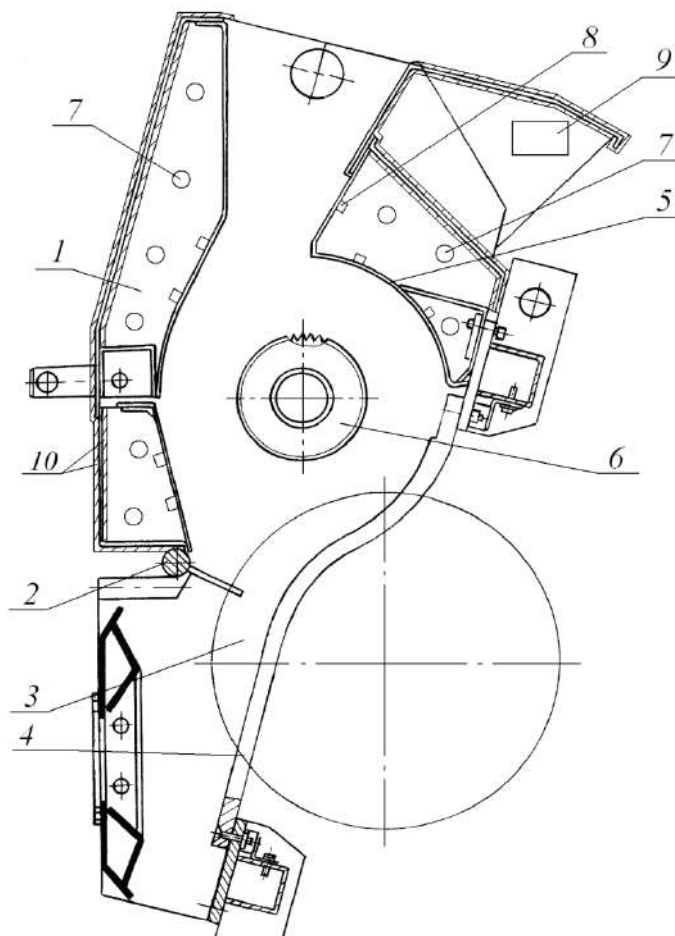


Рис. 1. Схема рабочей камеры

**Методика экспериментальных исследований.** Главной задачей исследования было определение влияния температуры внутренней поверхности рабочей камеры на процесс дженирования. Для комплексного изучения эффективности нагрева внутренней поверхности рабочей камеры джина экспериментальные исследования проводились в два этапа.

На первом этапе изучалось влияние температуры внутренней поверхности рабочей камеры на производительность джина и качество продукции (волокна и семян хлопка).

На втором этапе экспериментальных исследований изучали влияние температуры внутренней поверхности рабочей камеры на потребление электроэнергии.

Экспериментальные исследования проводились на специальной лабораторной технологической линии, имеющей в своем составе стендовую установку двадцатипильного джина. Ее использование обосновывалось проведенными ранее в АО “Paxtasanoat ilmiy markazi” исследо-

ваниями, где было доказано, что двадцатипильный джин позволяет моделировать серийные машины и получаемые в процессе экспериментов закономерности и показатели процесса дженирования адекватны закономерностям, получаемым на промышленных джинах семейства ДП-130. Стендовая установка пильного джина была оснащена воздушной камерой верхнего съема. Кроме стендовой установки пильного джина, в состав линии входил конденсор волокна КВ-03, используемый для подачи хлопка-сырца в пильный джин, питатель с одним колковым барабаном и шахтой, прямоточный одноцилиндровый волокноочиститель, конденсор волокна КВ-1, трубопроводы для подачи хлопка-сырца и волокноотводы.

В ходе проведения экспериментов диаметр и другие параметры пилы, а также скорость вращения пильного цилиндра, были такими же, как на серийном оборудовании.

Перед дженированием хлопок-сырец очищался по технологии, установленной регламен-

тированным технологическим процессом, с учетом его исходных качественных показателей.

Нагрев фартука осуществлялся по схеме, приведенной на рис. 2. Электропитание от сети 5 к нагревателю 2 поступает через регулятор 3. На его панели управления 4 устанавливается необходимая температура нагрева фартука 1 рабочей камеры джина. Температура фартука рабочей камеры контролируется датчиком 6, соединенным с терморегулятором 3.

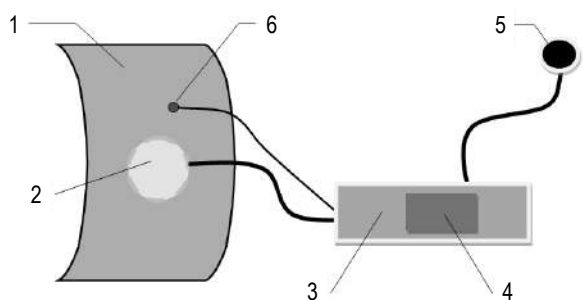


Рис. 2. Схема присоединения терморегулятора к усовершенствованному фартуку рабочей камеры

Для исследований был выбран хлопок с влажностью 9,59; 15,24 % и засоренностью 11,21 % селекции С-6524 III сорта 2-го класса.

Предварительные эксперименты по оценке влияния температуры фартука на потребление тока двигателем привода пыльного цилиндра показали, что с ростом температуры энергопотребление снижается. Отправной точкой для анализа явилось энергопотребление при комнатной температуре в режиме холостого хода (без загрузки хлопком), которое составило 14,7 А. При этой же температуре, но в режиме рабочего хода потребление тока составило в среднем 24,6 А. При нагреве до 70 °С ток снижался до 23,2 А, а при нагреве до 80 °С до 22,4 А.

При температуре фартука свыше 120 °С наблюдалось изменение цвета волокна хлопко-сырца, вызванное его перегревом. Таким образом, по результатам предварительных экспериментов был установлен интервал варьирования температуры фартука при дальнейших испытаниях. Он составил 80...120 °С.

Результаты исследований приведены в таблице и на графиках (рис. 3).

Таблица

Результаты исследования новой рабочей камеры с усовершенствованным фартуком

Но- мер вари- анта	Сорт и класс хлопка- сырца	Хлопок-сырец до джинирова- ния		Хлопок-сырец на лотке джина		Тем пе- ра- тура фар- тука  °С	Волокно после джинирова- ния		Ток, потре- бляемый электро- двигате- лем, А		Производительность джина	
		Влаж- ность, %	Засо- рен- ность, %	Влаж- ность, %	Засо- рен- ность, %		Влаж- ность, %	Засо- рен- ность, %	Холо- стой ход	С на- грузкой	кг/пило-ч	кг/маш.-ч
									14,7			
1	С-6524 III/2	9,59	11,21	9,23	2,74	20	6,46	3,45	–	24,6	10,32	206,4
2						80	6,2	3,62	–	22,4	10,6	212,0
3						90	5,94	3,74	–	21,9	10,2	204,0
4						100	5,73	3,25	–	21,2	11,04	220,8
5						110	5,61	3,42	–	21,3	11,0	220,0
6						120	5,4	3,3	–	20,0	11,28	225,6
7		15,24	11,21	14,97	3,34	20	10,48	6,95	–	29,8	7,22	144,4
8						80	10,12	6,76	–	27,7	7,8	156,0
9						90	9,88	6,92	–	26,0	7,87	157,4
10						100	9,86	6,51	–	25,6	8,15	163,0
11						110	9,9	6,34	–	25,18	8,22	164,4
12						120	9,35	6,23	–	23,4	8,46	169,2

**Анализ результатов.** Из приведенных в таблице и на графиках данных видно, что при джинировании хлопка-сырца в экспериментальной рабочей камере с нагреваемым фартуком удается снизить энергопотребление джина почти на 19 % при исходной влажности хлопка-сырца 9,59 % и на 21 % при влажности 15,24 %. При

этом процесс джинирования совмещается с дополнительным процессом сушки, позволяющим снизить влажность исходного сырца в среднем на 12 %, что может быть актуальным при переработке хлопка с повышенной исходной влажностью.

В таблице четко прослеживается известная связь между влажностью и засоренностью

хлопка сырца. Действительно, с ростом температуры засоренность дженированного хлопка снижается, это объясняется тем, что при меньшей влажности сорные примеси легче отделяются от волокна. Особый интерес представляет рост производительности джина, который происходит одновременно с улучшением качества волокна.

### Выводы

1. Предложена конструкция рабочей камеры джина с нагреваемым фартуком, позво-

ляющая в среднем на 20% снизить энергопотребление процесса дженирования.

2. Экспериментальными исследованиями установлено, что снижение энергопотребления сопровождается досушиванием волокна с одновременным увеличением производительности процесса дженирования и снижением засоренности хлопкового волокна на выходе из джина.

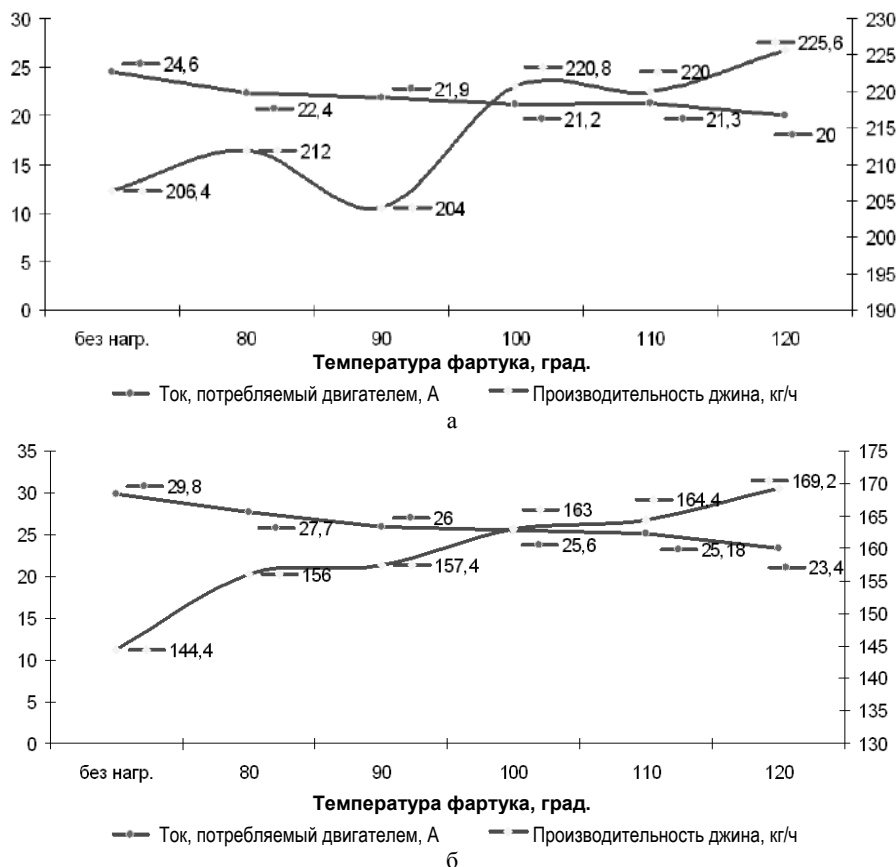


Рис. 3. Зависимость потребляемого тока и производительности от температуры фартука при переработке хлопка-сырца с влажностью, %: а – 9,59; б – 15,24

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан : Указ Президента Республики Узбекистан // Собрание законодательства Республики Узбекистан. – 2017. – № 6. – Ст. 70; № 20. – Ст. 354; № 23. – Ст. 448; № 29. – Ст. 683, 685.
2. Мирошниченко Г. И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. – М., 1972.
3. Экспериментальное исследование влияния угловой скорости ускорителя на процесс дженирования / С. З. Юнусов [и др.] // Проблемы текстиля. – 2009. – № 3. – С. 7–10.
4. Тютин П. Н. Анализ и совершенствование процесса пыльного дженирования применительно к поточной технологии обработки хлопка-сырца машинного сбора : дис. ... д-ра техн. наук. – Кострома, 1985. – 406 с.
5. Патент № FAP01066 Уз, МПК 8 D 01 B 1/00. Рабочая камера волокноотделителя / Юнусов С. З., Агзамов М. М., Бобомуратов Т. Г. – Опубл. 29.02.2016, Бюл. № 2. – 4 с.
6. Юнусов С. З. Анализ теплообмена в нагреваемой сырцовой камере при дженировании хлопка // Проблемы текстиля. – 2017. – № 2. – С. 28–35.
7. Researching of the decrease of consumption in innovational working chamber in saw ginning process / С. З. Юнусов, М. Агзамов, Б. Х. Маруфханов, М. М. Агзамов // Proceeding of the Tashkent International Innovation Forum : материалы междунар. форума. – Ташкент, 2015. – С. 180–184.

# ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 67.05

**Титунин Андрей Александрович**

доктор технических наук, доцент  
Костромской государственной университет

**Смирнов Илья Борисович**

инженер ООО «Костромаспецпроект»

**Данилов Юрий Петрович**

кандидат технических наук  
Костромской государственной университет

a\_titunin@ksu.edu.ru, zmeyka6331@yandex.ru, danilov2135@mail.ru

## ОСОБЕННОСТИ ЗАГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ОСИНОВЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

*Основным направлением развития лесозаготовок в настоящее время является комплексное использование круглых лесоматериалов. Дополнительные объемы древесной продукции могут быть получены за счет рационального использования низкокачественной и малоценной древесины, такой как осина. Объемы использования осины определяются наличием сердцевинной гнили. При технико-экономическом обосновании освоения осиновых древостоев рекомендовано использовать результаты исследований выхода пиловочных бревен и пиломатериалов.*

**Ключевые слова:** ресурсосбережение, рациональное использование древесины, осина, круглые лесоматериалы, пиломатериалы.

Древесина была и остается для России традиционным строительным материалом, основным поставщиком которого для строительной индустрии являются предприятия лесопромышленного комплекса (ЛПК) и деревообрабатывающей промышленности. В деревянном домостроении при возведении домов древесина широко используется в виде несущих и ограждающих конструкций, при изготовлении оконных и дверных блоков, полов, лестниц, материалов внутренней отделки, деталей интерьера и других строительных конструкций. Насущные требования повышенной комфортности, экологические приоритеты, технико-экономические преимущества и другие факторы обуславливают увеличение спроса на строительные материалы из древесины, в том числе получаемые в результате механической и механофизической обработки. Возросший интерес к таким материалам объясняется наличием значительных сырьевых ресурсов, превосходством древесины перед традиционными материалами по ряду эксплуатационных показателей. Вместе с тем, как отмечают многие исследователи [1–3], качество получаемых строительных материалов из древесины во многом определяется качеством исходного сырья.

За годы интенсивного ведения лесозаготовок во многих регионах, в том числе и в Костромской области, произошло значительное со-

кращение запасов качественного древесного сырья вблизи деревоперерабатывающих промышленных центров и, соответственно, увеличение доли низкокачественной древесины. В связи с изменениями качественной структуры древостоев, особенно в части породного состава, в настоящее время для многих лесопользователей актуальными становятся вопросы освоения осиновых насаждений, отличающихся низким качеством и, следовательно, низкой рентабельностью производства продукции деревообработки. Значимость данного вопроса очевидна, поскольку только в лесах Костромской области накопилось около 150 млн м<sup>3</sup> спелой и перестойной древесины, значительную часть которой составляют низкотоварные насаждения, в том числе осина [4]. При решении вопроса целесообразности освоения осиновых насаждений необходимо опираться на знания ее свойств, размерно-качественных показателей, а также на возможность получения тех или иных видов продукции.

В ходе анализа материалов лесоустройства ряда лесничеств Костромской области, проведенного в период с 2005 по 2017 годы, было установлено, что в эксплуатационных насаждениях возможна заготовка осинового сырья в хвойных насаждениях в возрасте 80...100 лет, в березняках – 55...65 лет и в осинниках – 40...60 лет. Осиновые хлысты диаметром от 20 до 26 см при этом преимущественно относятся к I разряду высот, 28...32 см – ко II; диаметром 34...36 см – к III разряду [5].

Для обоснования возможности заготовки осиновых хлыстов необходимо иметь представление о возможном выходе готовой продукции и ее размерно-качественных показателях. Эти показатели (табл. 1) были определены с ис-

пользованием сортиментных и товарных таблиц В. П. Старостенко для смешанных насаждений Костромской области [6], а также в ходе натурных измерений осиновых хлыстов, заготовленных преимущественно в зимний период.

Таблица 1

Размерно-качественная характеристика осиновых хлыстов

Диаметр на высоте 1,3 м, см	Параметр	Длина деловых отрезков (от пня), м									
		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
20	Диаметр без коры, см	19,1	17,6	16,5	15,5	14,4	–	–	–	–	–
	Сбег, см/м	–	0,75	0,55	0,5	0,55	–	–	–	–	–
	Диаметр гнили, см	10,3	10,1	9,5	9	8,2	–	–	–	–	–
	Объем гнили, %	33,09					–	–	–	–	–
24	Диаметр без коры, см	23	21,2	20,1	19,1	18	16,9	15,7	–	–	–
	Сбег, см/м	–	0,9	0,55	0,5	0,55	0,55	0,6	–	–	–
	Диаметр гнили, см	12,3	12,2	11,5	11	10,4	9,6	8,5	–	–	–
	Объем гнили, %	33,1					32,8		–	–	–
28	Диаметр без коры, см	26,8	24,6	23,4	22,3	21,2	20,1	18,8	17,4	15,9	–
	Сбег, см/м	–	1,1	0,6	0,55	0,55	0,55	0,65	0,7	0,75	–
	Диаметр гнили, см	14,3	14,2	13,5	12,9	12,3	11,8	10,4	9,1	7,6	–
	Объем гнили, %	33,3					34,06		25,15		–
32	Диаметр без коры, см	30,7	28,2	26,7	25,4	24	22,5	20,9	19,1	16,9	14,1
	Сбег, см/м	–	1,25	0,75	0,65	0,7	0,75	0,8	0,9	1,1	1,4
	Диаметр гнили, см	16,4	16,3	15,4	14,7	13,9	12,8	11,4	9,5	7,3	5,1
	Объем гнили, %	33,3					32,97		21,78		

В ходе исследований установлено, что с увеличением диаметра хлыста до 28 см и более увеличивается сбежистость пиловочных бревен. Большинство хлыстов поражено гнилью преимущественно в комлевой части – свыше 33 %, в верхней части деловых лесоматериалов процентное содержание гнили снижается до 22 %. Однако в соответствии с требованиями ГОСТ 9462–88 «Лесоматериалы круглые листовых пород» [7] наличие гнили, выходящей на оба торца лесоматериалов, исключает возможность заготовки пиловочного сырья.

С учетом полученных данных для заготовки пиловочника можно рекомендовать использовать сырье с наличием гнили до 1/3 диаметра без выхода на другой торец. Осинное сырье, пригодное для получения пиломатериалов, имеет диаметр от 14 до 32 см, что позволяет использовать типовое лесопильное оборудование, установленное на большинстве деревоперерабатывающих предприятий. Сложившаяся

практика многих предприятий Костромской области и близлежащих регионов подтверждает возможность заготовки из осиновых хлыстов лесоматериалов, пригодных для получения пиломатериалов и в дальнейшем заготовок для строганых изделий. Для ориентировочного расчета выхода пиловочного сырья из осиновых хлыстов можно воспользоваться товарными таблицами Н. П. Анучина [8]. Результаты расчетов для обоснования выхода пиловочного сырья по II и III классам товарности представлены в табл. 2. Ввиду отсутствия качественных чистых осиновых древостоев I класс товарности не рассматривается. Из представленных данных следует, что 72,2 % пиловочного сырья имеет диаметр 14...24 см; 27,8 % – диаметр 26...32 см. При этом выход средних лесоматериалов составляет от 16 до 24 %, крупных значительно ниже – от 11 до 19 % в зависимости от товарности древостоев.

Таблица 2

Выход пиловочного сырья из осиновых хлыстов, %

Степень толщины, см	Класс товарности древостоев		
	II	III	в среднем
20	21,12	14,08	17,60
22	23,43	15,62	19,53
24	23,76	15,84	19,80
26	24,09	16,06	20,08
28	26,07	17,38	21,73
30	24,96	16,38	18,02
32	22,94	14,06	18,50
34	18,28	10,56	14,42
36	16,15	9,44	12,98



При разработке проектов освоения древостоев, в составе которых присутствуют осинные деревья, их товарность следует относить ко II классу с получением преимущественно средних лесоматериалов. Выход пиловочного сырья при этом составит 24 %.

Выполненные исследования, как и ранее полученные результаты других авторов [9–11], показали, что основным сортообразующим пороком осинных пиловочных бревен является внутренняя гниль и сучки. При этом 60 % сучков имеют размер от 4 до 10 см. Полученные данные позволяют обоснованно устанавливать нормы расхода сырья при производстве пиломатериалов и заготовок из осинных пиловочных бревен. Выход обрезных пиломатериалов из осинового пиловочного сырья, определенный нормативным методом, представлен в табл. 3, качество полученных пиломатериалов – в табл. 4.

#### Выводы

1. Наличие в структуре эксплуатационных лесов Костромской области значительного

потенциала осинных древостоев обуславливает актуальность развития производств с углубленной переработкой древесины. При этом целесообразность получения пиловочного сырья определяется в первую очередь размерно-качественными показателями осинных хлыстов.

2. В большинстве лесничеств Костромской области осинные хлысты поражены гнилью преимущественно в комлевой части – свыше 33 %, в верхней части деловых лесоматериалов процентное содержание гнили снижается до 22 %, что позволяет заготавливать пиловочные бревна, относящиеся к группе средних лесоматериалов. Выход пиловочного сырья из осинных хлыстов составляет в среднем 24 %.

3. При обосновании эффективности инвестиционных проектов производства пилопродукции из малоценных осинных лесоматериалов рекомендуется принимать долю пиломатериалов первого сорта – 12 %; второго – 30,77 %; третьего – 57,23 %.

Таблица 3

Выход пиломатериалов в зависимости от размеров и качества сырья

Диаметр сырья, см	Сорт пиловочных бревен	Выход пиломатериалов, %
14...24	1	57,7
	2	56,4
	3	43,6
26...32	1	63,1
	2	56,8
	3	40,5

Таблица 4

Зависимость сортового состава пиломатериалов, % от размеров и качества сырья

Диаметр сырья, см	Сорт пиловочных бревен			Сорт пиломатериалов
	1	2	3	
14...24	26,1	15,2	6,5	1
	37,2	41,9	30,3	2
	34,8	41,1	60,4	3
26...32	19,1	7,2	2,9	1
	33,5	26,1	18,2	2
	44,1	61,1	75,1	3

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Багаев С. С. Об оставлении на корню фаутной осины при рубках смешанных лесных насаждений // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2013. – № 1. – С. 11–18.
- Бит Ю. А., Григорьева О. И., Филимонова И. А. Осинная древесина, возможности ее использования // Деловой лес. – 2003. – № 2(26). – С. 8–9.
- Грязькин А. В., Смирнов А. П., Смирнов А. А. Осинная проблема и пути ее решения // Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы развития лесного комплекса». – Вологда : Вологод. гос. техн. ун-т, 2010. – С. 25–27.
- Повышение эффективности использования сырьевых ресурсов в Костромской области / С. И. Кожурин, С. А. Угрюмов, И. М. Шапкина, Н. С. Кузнецова // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2008. – № 2. – С. 41–43.
- Титунин А. А., Данилов Ю. П. Анализ направлений использования осинового сырья // Сборник научных трудов по итогам Междунар. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы лесного комплекса». – Брянск : БГИТА, 2006. – Вып. 15. – С. 189–192.

6. Старостенко В. П. Таблицы объема и сбега стволов для древесных пород, составляющих смешанные насаждения Костромской области. – Кострома : КТИ, 1975. – 103 с.
7. ГОСТ 9462–88. Лесоматериалы круглые лиственных пород. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 14 с.
8. Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. – М. : Лесн. пром-сть, 1981. – 583 с.
9. Гуров А. Ф., Фокин В. Н. Основные пороки древесины осины и березы и их влияние на выход деловой древесины // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2000. – № 4. – С. 92–95.
10. Зайцева К. В., Титунин А. А., Титунин Ал. А. Обоснование конструктивных параметров клееного бруса с использованием мягколиственных пород // Сб. науч. тр. по материалам Междунар. заоч. науч.-практ. конф. «Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика». – Воронеж : ВГЛТА, 2014. – № 2-1(7-1). – С. 108–113.
11. Пяткин В. И., Авдашкевич С. В. Проблемы использования осины в Северо-Западном регионе России // Пятая Санкт-Петербургская ассамблея молодых ученых и специалистов. – СПб., 2000. – С. 22–23.

УДК 674.812-419

**Угрюмов Сергей Алексеевич**

доктор технических наук, профессор

**Куклин Сергей Витальевич**

магистрант

**Минина Екатерина Александровна**

магистрант

**Паклюсева Наталья Сергеевна**

магистрант

Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

ugr-s@yandex.ru, servit73@mail.ru, ch.ka\_89@mail.ru, paklyuseva1992@gmail.com

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК

*Одним из видов клееных деревянных конструкций, позволяющих уменьшить материалоемкость и вес без значимого ущерба эксплуатационных характеристик, является производство двутавровых балок, при этом в качестве сырья для их производства может использоваться не только цельная древесина, но также клееные древесные материалы, обладающие требуемой прочностью. В рамках данной работы определены эксплуатационные характеристики профильных клееных двутавровых балок на основе цельной древесины и фанеры – оценен характер разрушения и рассчитан предел прочности конструкций при изгибе и при скалывании по клеевому шву, а также показатели разбухания и водопоглощения. Экспериментально установлено, что конструкция профильной двутавровой балки обладает высокой прочностью, сравнимой с прочностью цельного деревянного бруса. Производство профильных двутавровых балок позволяет не только экономить древесный материал, а также использовать пиломатериалы относительно небольшого сечения и клееные древесные материалы.*  
**Ключевые слова:** клееная двутавровая балка, фанера, древесина, склеивание, прочность, водопоглощение.

Производство несущих строительных конструкций из древесины, а также клееных деревянных конструкций является одной из прогрессивных отраслей деревообработки и находится на этапе динамичного и устойчивого развития [1, 2]. Деревянные клееные конструкции обладают относительно высокой прочностью при небольшой плотности – плотность клееных конструкций в пять раз меньше, чем железобетонных, что позволяет изготавливать и производить монтаж конструкций больших пролетов, сложных криволинейных форм и архитектур-

ных решений из клееной древесины [3, 4]. Древесное сырье, обработанное защитными составами, возможно использовать в сооружениях с переменными температурно-влажностными условиями и в условиях контакта с агрессивными средами [5]. Высокие эстетические и экологические достоинства древесины в сочетании с надежностью клееных конструкций позволяют их эффективно использовать в открытом интэрьере [6, 7].

Одним из видов клееных деревянных конструкций, позволяющих уменьшить материалоемкость (расход цельной древесины) и вес конструкции без значимого ущерба эксплуатационным характеристикам, является производство

двухтавровых балок [6, 8]. Деревянная клееная двухтавровая балка относится к строительным конструкциям, используемым в качестве несущих элементов перекрытий или покрытий зданий различного назначения, а также в качестве перекрытия, элементов деревянных крыш, таких как стропила, прогоны, стойки, подкосы, элементов каркаса для промышленных и гражданских зданий [9]. Согласно методикам расчета теории сопротивления материалов, форма несущей балки в виде двухтавра является оптимальной, распределение нагрузки от изгиба в этом случае соответствует распределению материала, в результате чего двухтавровая балка максимально отвечает строительным требованиям для несущих конструкций [10].

В качестве сырья для производства двухтавровых балок может использоваться не только цельная древесина, но также клееные деревянные материалы, обладающие требуемой прочностью. Известны различные конструктивные решения балок, основные из которых следующие: деревянная клееная двухтавровая балка, составная клеефанерная двухтавровая балка, деревянная балка двухтавровая со стенкой из листа деревянно-полимерной композиции, балка деревянная двухтавровая клееная для опалубки, деревянная составная двухтавровая балка [1, 6].

С точки зрения эксплуатационных характеристик при формировании клееной деревянной балки необходимо учитывать как прочност-

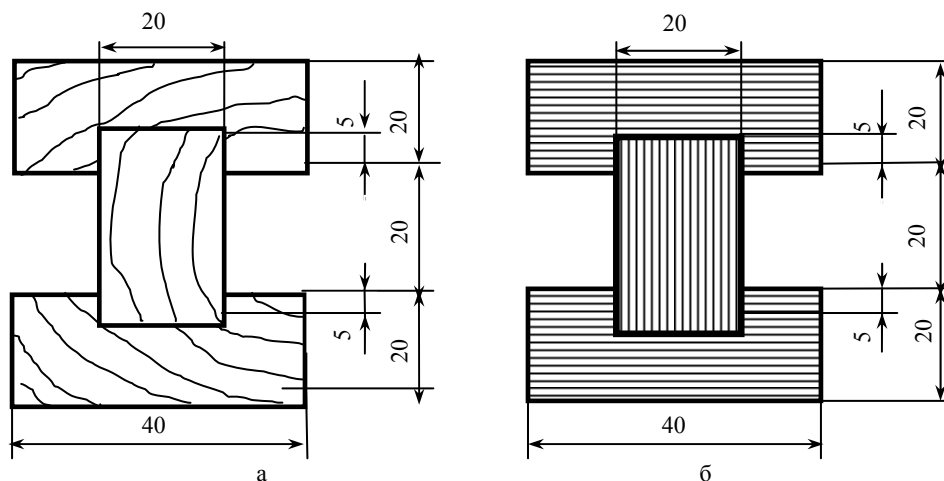
ные характеристики применяемой древесины и древесных материалов, так и адгезионные и реологические свойства клеевых составов, применяемых при склеивании [11, 12], при этом для увеличения адгезионного контакта и формирования конструкции повышенной прочности целесообразно увеличивать площадь контакта соединяемых путем склеивания деталей [13], например с формированием вырезов, пазов, шипов и т. д.

**Цель работы** – оценка эксплуатационных характеристик двухтавровых балок, изготовленных на основе древесины и фанеры с применением в качестве связующего фенолоформальдегидной и карбамидоформальдегидной смол.

**Решаемые задачи:** изготовление экспериментальных образцов двухтавровых балок на основе древесины и фанеры; оценка основных физико-механических свойств клееных балок – предела прочности при изгибе, предела прочности при скалывании по клеевому слою, разбухания и водопоглощения.

**Методика проведения экспериментальных исследований**

Модели двухтавровых балок из древесины и фанеры размером в сечении  $60 \times 40$  мм и длиной 400 мм были изготовлены в лабораторных условиях по схеме, представленной на рис. 1. В горизонтальных деталях поясов профрезерованы пазы глубиной 5 мм для вставки вертикальной стойки.



**Рис. 1. Конструкция двухтавровой балки:**

а – на основе древесины; б – на основе фанеры

В балках на основе древесины использовались еловые пиломатериалы, при этом наружные слои были изготовлены из материалов тангентального распила, внутренние – из материалов радиального распила. В балке на основе фанеры были использованы рейки от распила березовой фанеры. Для сравнения свойств при испытаниях использовался еловый брус сечения

$60 \times 40$  мм с моментом сопротивления, равным моменту сопротивления клееной балки.

При проведении опытных запрессовок применялись смолы: фенолоформальдегидная марки СФЖ-3013 по ГОСТ 14231–88 и карбамидоформальдегидная марки КФ-Ж по ГОСТ 20907–75, которые наносились на контактирующие поверхности с нормативным расходом

140 г/м<sup>2</sup> поверхности, отверждение производилось горячим методом в гидравлическом прессе при температуре 130 °С, удельном давлении, обеспечивающем полный контакт и равном 1,2 МПа.

Готовые образцы двутавровых балок кондиционировались в течение одних суток, после чего были определены предел прочности при изгибе и предел прочности при скалывании по клеевому слою по ГОСТ 33120–2014, а также разбухание и водопоглощение по ГОСТ 16483.20–72.

**Результаты эксперимента.** Сводные результаты физико-механических испытаний клееных балок представлены в таблице.

Как видно из представленных данных, предел прочности при изгибе двутавровых балок из цельной древесины несколько снижается по сравнению с цельным брусом, однако остается на высоком уровне. Клееные балки на основе фанеры обладают большей прочностью вслед-

ствие наличия упрочняющих клеевых прослоек в исходном материале.

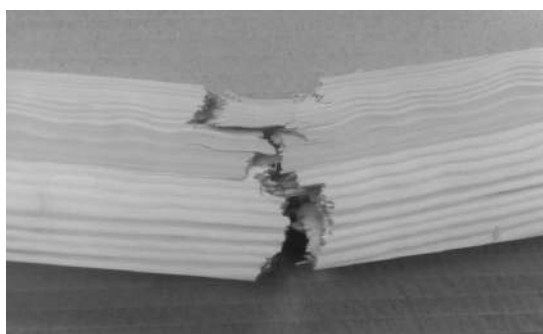
При действии изгибающего усилия на образец из цельного бруса происходит разрушение, вызванное доминирующими нормальными напряжениями. В клееных балках на основе древесины также происходит разрушение, вызванное доминирующими нормальными напряжениями, при этом клеевые связи внутри профиля остаются неразрушенными. В клееных балках на основе фанеры разрушение обосновывается действием как нормальных напряжений, так и касательных, при этом касательные напряжения вызывают частичное разрушение клеевых связей внутри профиля и в слабых центральных зонах исходной фанеры (рис. 2).

Во всех образцах при оценке предела прочности при скалывании наблюдается когезионный характер разрушения с вырывом древесных волокон (рис. 3), что свидетельствует о высокой прочности склеивания.

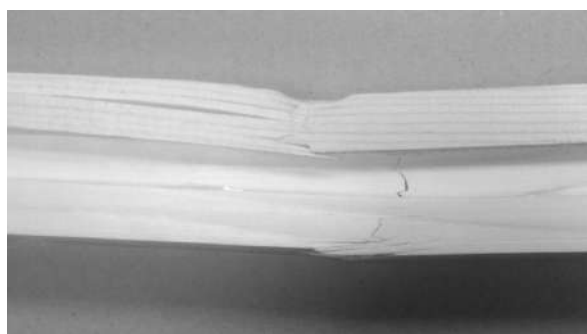
Таблица

**Физико-механические свойства клееных балок**

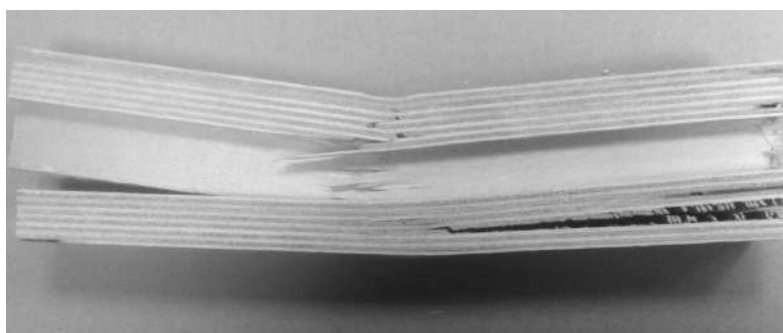
Материал балки	Применяемый клей	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при скалывании, МПа	Разбухание по толщине, %	Водопоглощение по массе, %
Древесина	КФ-Ж	59,9	4,3	6,2	43
	СФЖ-3013	62,6	4,4	5,2	40
Фанера	КФ-Ж	72,1	4,7	3,8	44
	СФЖ-3013	86,2	4,9	3,6	40
Образец из цельного бруса	–	75,2	5,2	8,2	52



а



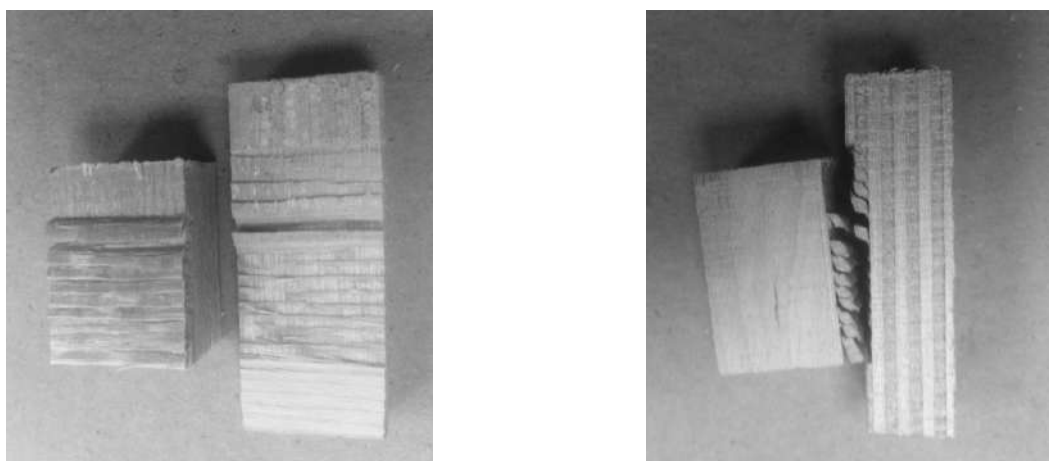
б



в

**Рис. 2. Характер разрушения образцов при изгибе:**

а – цельный брус; б – балка на основе древесины; в – балка на основе фанеры



а б  
Рис. 3. Характер разрушения образцов при скальвании:  
а – балка на основе древесины; б – балка на основе фанеры

За счет наличия клеевых прослоек клееные балки как на основе древесины, так и на основе фанеры обладают меньшими значениями разбухания и водопоглощения.

На рис. 4, 5 представлены сравнительные графические зависимости несущей способности исследуемых балок при изгибе во времени.

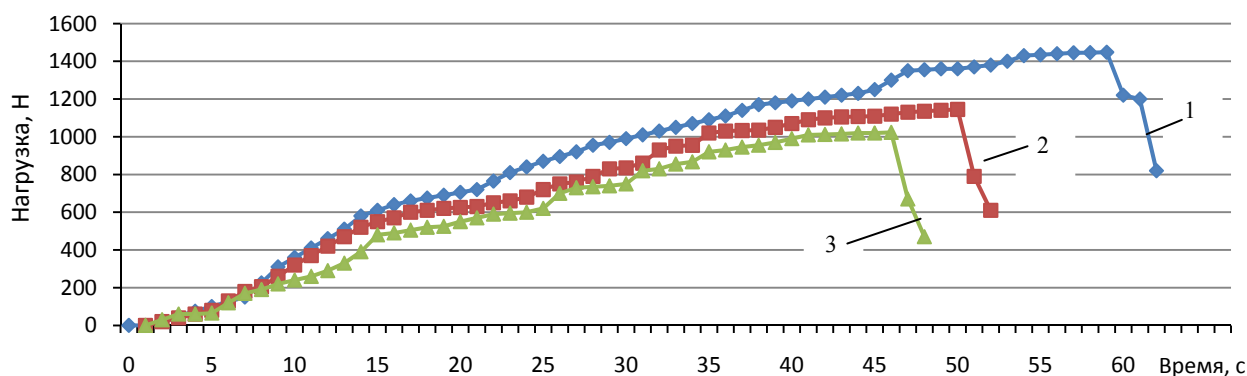


Рис. 4. Несущая способность балок при изгибе во времени:  
1 – цельный брус; 2 – балка на основе древесины и смолы КФ-Ж; 3 – балка на основе древесины и смолы СФЖ-3013

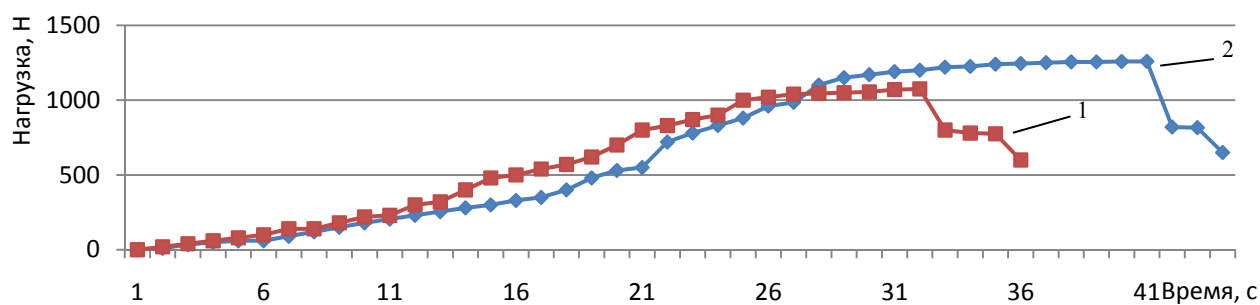


Рис. 5. Несущая способность балок при изгибе во времени:  
1 – балка на основе фанеры и смолы КФ-Ж; 2 – балка на основе фанеры и смолы СФЖ-3013

Как видно из графиков, разрушающая нагрузка и длительность ее воздействия максимальны у цельного бруса из древесины, для разрушения образцов клееных балок из древесины и фанеры требуется меньшее время и меньшая величина нагрузки за счет уменьшения поперечного сечения.

При проектировании сечения конструкции двутавровой балки на основе древесины или фанеры необходимо рассчитать ее сечение применительно к конкретным условиям эксплуатации с учетом фактически действующих нагрузок [14, 15].

**Выводы.** Конструкция двутавровой балки с формированием профиля для укладки поперечной вставки обладает высокой прочностью, сравнимой с прочностью цельного деревянного бруса. С точки зрения материалоемкости рассмотренная конструкция двутавровой балки по-

зволяет не только экономить древесный материал, а также использовать пиломатериалы относительно небольшого сечения с формированием конструкции требуемого сечения и при этом будет эффективно воспринимать действующие нагрузки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов К. В., Кононова М. Ю. Конструкции из дерева и пластмасс. Деревянные конструкции. – СПб. : СПбГПУ, 2013. – 132 с.
2. Повышение эффективности клееных деревянных конструкций / А. А. Федяев, Н. Ю. Федяева, Н. Шумякова, В. О. Кушнерев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2016. – № 217. – С. 219–228.
3. Федяев А. А. Обоснование необходимости производства клееных деревянных конструкций для деревянного домостроения с учетом их физико-механических свойств // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2012. – Т. 2. – С. 66–69.
4. Щуко В. Ю., Рощина С. И. Клееные армированные деревянные конструкции. – СПб. : ГИОРД, 2009. – 124 с.
5. Ломакин А. Д. Особенности защиты несущих клееных деревянных конструкций // Вестник НИЦ «Строительство». – 2014. – № 11(34). – С. 30–39.
6. Лукаш А. А. Технология новых клееных материалов. – СПб. : Лань, 2014. – 304 с.
7. Сницкая О. М. Использование клееных деревянных конструкций в промышленной архитектуре // Наука, образование и экспериментальное проектирование : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – М. : МАИ, 2014. – С. 420–421.
8. Левинский Ю. Б., Агафонова Р. И. Особенности формирования состава клееных балок на основе структурной модели древесины // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2008. – № 185. – С. 213–224.
9. Иванов В. А., Клименко В. З. Конструкции из дерева и пластмасс. – М. : Высш. школа, 2006. – 278 с.
10. Костенко Н. А., Балясникова С. В., Волошановская Ю. Э. Соппротивление материалов. – М. : Высш. школа, 2000. – 430 с.
11. Borodulin A. S., Malysheva G. V., Romanova I. K. Optimization of rheological properties of binders used in vacuum assisted resin transfer molding of fiberglass // Polymer Science. Series D. – 2015. – Т. 8. – N 4. – P. 300–303.
12. Malysheva G. V. Predicting the endurance of adhesive joints // Polymer Science. Series D. – 2014. – Т. 7. – N 2. – P. 145–147.
13. Пути повышения несущей способности дощатоклееных балок / О. М. Устарханов, А. К. Юсупов, Р. И. Вишталов, М. Х. Калиева // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2007. – № 13. – С. 87–90.
14. Будаев В. А., Колесникова А. А. Конструктивные и технологические расчеты в производстве деревянных клееных конструкций. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015. – 118 с.
15. Серов Е. Н., Белов В. В. Современная оценка прочности клееных деревянных конструкций // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – № 6(59). – С. 109–113.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 62-1

**Кривошеина Елена Владимировна**

кандидат технических наук, доцент

**Букалов Григорий Константинович**

доктор технических наук, профессор

Костромской государственной университет

bukalov.grisha@yandex.ru

### АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И НАДЕЖНОСТИ ЮВЕЛИРНОГО ИЗДЕЛИЯ В СИСТЕМЕ «ЧЕЛОВЕК – ЮВЕЛИРНОЕ ИЗДЕЛИЕ – МАШИНА – СРЕДА»

*Ювелирные изделия используются человеком в течение всей его многотысячелетней истории и характеризуются большим разнообразием форм, размеров, материалов и т. п. Отсутствие описания взаимодействия в системе «человек – ювелирное изделие – машина – среда» в литературе с точки зрения безопасности человека и надежности ювелирного изделия не позволяет комплексно оценивать данные параметры на этапе проектирования, изготовления ювелирного изделия и организации труда ювелиров и потребителей ювелирных изделий. В статье представлен краткий системный анализ безопасности человека и надежности ювелирных изделий в системе «человек – ювелирное изделие – машина – среда».*

**Ключевые слова:** безопасность человека, надежность, ювелирные изделия.

Особенностью ювелирных изделий (ЮИ) является их использование человеком, в том числе во время выполнения трудовых функций на производстве и в быту. Безопасности использования ЮИ в основном с позиции дизайна посвящены работы многих исследователей [1–3] и др., однако, они не нашли достаточного отражения в нормативных документах [4]. Под безопасностью человека понимается состояние отсутствия различного рода опасностей и угроз, способных нанести вред (ущерб) жизненно важным его интересам. Под надежностью ЮИ понимается свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах, условиях применения и технического обслуживания. Очевидно, чем больше воздействий, стремящихся изменить параметры ЮИ, характеризующих способность выполнять требуемые функции, тем надежность ниже.

Эргатическую систему «человек – ювелирное изделие – машина – среда» (СЧЮИМС) можно представить в следующем виде (рис.). Стрелками на схеме обозначена связь (взаимодействие) между элементами системы, состоящая из обмена информацией, веществом и энергией.

Человек взаимодействует с машиной с целью получения некоего полезного для него эффекта. С ЮИ человек также взаимодействует

для получения полезных для него эффектов (эстетического и других). Настоящее время характеризуется разнообразием факторов, воздействующих на человека и ЮИ при выполнении трудовой деятельности и в быту. Необходимо отметить, что в последние годы зарубежные и отечественные производители изготавливают ЮИ из различных материалов: благородных (драгоценных) и цветных металлов и их сплавов, драгоценных, поделочных и синтетических камней, стекла, кости, эмали, пластических масс и др., ЮИ могут покрываться различными металлическими и неметаллическими покрытиями [3, 5, 6].



Рис. Схема эргатической системы «человек – ювелирное изделие – машина – среда»

Необходимо отметить, что наибольший интерес представляет взаимодействие в подсистемах, включающих ЮИ. А именно «ЮИ – человек», «ЮИ – машина», «ЮИ – среда» (табл.). Однако для получения полной картины взаимодействий в СЧЮИМС необходимо учитывать прямые и обратные взаимодействия, имеющиеся в системе.

Таблица  
Перечень взаимодействий в СЧЮИМС

	Человек	ЮИ	Машина	Среда
Человек	–	+	–	–
ЮИ	+	+	+	+
Машина	–	+	–	–
Среда	–	+	–	–

+ взаимодействие, которое будет рассмотрено,  
– взаимодействие, которое рассматриваться не будет.

Анализ безопасности человека в системе СЧЮИМС (см. рис.) проводился с учетом следующих опасных и вредных факторов [7]:

- обладающих свойствами физического воздействия на организм человека (физическими) – тепловое излучение; неионизирующее электромагнитное поле (ЭМП) и излучение; аэрозоли (пыль) преимущественно фиброгенного действия; искусственная (недостаточная освещенность, пульсация освещенности, избыточная яркость, высокая неравномерность распределения яркости, прямая и отраженная слепящая блескость);

- обладающих свойствами химического воздействия на организм человека (химическими) – химические вещества, смеси, в том числе вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), получаемые химическим синтезом и/или для контроля которых используются методы химического анализа.

Необходимо, однако, отметить, что уровень и частота рассматриваемых воздействий различна, некоторые из них могут носить редкий и малозначимый характер.

Рассмотрим воздействие ЮИ на человека в подсистеме «ЮИ – человек» (см. табл.) на производстве и в быту.

**Физические воздействия:** острые края, детали и части ЮИ, которые могут повредить тело человека; повышенная или пониженная температура ЮИ, которая может возникнуть в результате воздействия на ЮИ теплового излучения или низких температур и вследствие повышенной теплопроводности ЮИ вызвать ожоги или обморожения на теле человека. Кроме того, нагрев ЮИ возможен при воздействии неионизирующим электромагнитным полем (ЭМП) и излучением, электрическим и магнитным по-

лем промышленной частоты (50 Гц), электромагнитными излучениями радиочастотного диапазона, широкополосными электромагнитными импульсами; электромагнитными излучениями оптического диапазона (в том числе лазерными и ультрафиолетовыми); ЮИ могут служить источником и ионизирующего излучения, например, если оно является вторичным [7]. ЮИ, отражая падающий на них свет, могут служить источником избыточной яркости, высокой неравномерности распределения яркости, прямой и отраженной слепящей блескости.

**Химические воздействия:** химические вещества, смеси, в том числе вещества биологической природы, получаемые химическим синтезом и/или для контроля которых используют методы химического анализа. Некоторые химические вещества в случае вхождения в состав ЮИ (например, ртуть) или попадания на ЮИ и при дальнейшем контакте с телом могут оказать вредное влияние на здоровье человека.

Рассмотрим воздействия со стороны человека на ЮИ в подсистеме «ЮИ – человек», которые могут привести к порче или потере определенных свойств ЮИ.

**Физические воздействия:** деформация и, как следствие, разрушение ЮИ; изнашивание ЮИ в процессе эксплуатации, которое проявляется в виде рисок на поверхности ЮИ, истирания [8] и пр.

**Химические воздействия:** биологические жидкости и выделения человека (пот, кровь и пр.), применяемые кремы, мази и вещества, входящие в их состав, которые могут разрушать ЮИ (например, ртуть, сера) или изменять существенные характеристики ЮИ, например цвет, и пр.

Рассмотрим воздействие ЮИ на машину в подсистеме «ЮИ – машина».

**Физические воздействия,** которые вызывают механические повреждения машины или ее деталей, заготовок, продукции.

ЮИ могут вызывать ошибочное срабатывание датчиков ионизирующего излучения, так как могут быть источником ионизирующего излучения, например, если оно является вторичным.

ЮИ, отражая падающий на них свет, могут служить источником избыточной яркости, высокой неравномерности распределения яркости, прямой и отраженной слепящей блескости и вызывать нежелательные помехи в работе световых датчиков.

**Химические воздействия,** которые выражаются в попадании химических веществ, входящих в конструкцию и состав материалов ЮИ, в машину или технологический процесс.



Например, попадание ЮИ в гальваническую ванну может вызвать возникновение брака в покрытии деталей и др.

Взаимодействие машины на ЮИ в подсистеме «**машина – ЮИ**» может быть представлено следующими воздействиями:

- **физическими**, включающими механическое воздействие машины на ЮИ, вызывающее, например, повреждение или разрушение ЮИ или его деталей;
- **химическими**, то есть машина может воздействовать на ЮИ химическими веществами, которые используются в ее конструкции, например, применяемыми техническими маслами, СОЖ и т. д. Кроме того, на ЮИ могут воздействовать растворы кислот, щелочей и пр., которые могут изменить или разрушить ЮИ.

Воздействия ЮИ на окружающую среду в подсистеме «**ЮИ – среда**» могут быть:

- **физическими**, включающими механическое воздействие ЮИ на среду, например, повреждение машин, оборудования, заготовок, продукции, травмирование людей и т. д. рядом с рабочим местом. ЮИ, отражая падающий на них свет, могут служить источником избыточной яркости, высокой неравномерности распределения яркости, прямой и отраженной слепящей блескости и вызывать нежелательные помехи в работе на соседних рабочих местах;
- **химическими**: ЮИ могут воздействовать на среду на соседних рабочих местах химическими веществами, которые используются в конструкции изделия или входят в состав используемых материалов. Например, при попадании в гальваническую ванну могут вызвать возникновение брака в покрытии, выделение вредных газов и др.

В подсистеме «**ЮИ – среда**» среда на ЮИ оказывает следующие воздействия.

**Физические**, когда абразив, содержащийся в окружающем воздухе, попадая в конструкцию ЮИ, вызывает его ускоренное изнашивание [8].

**Химические**: среда может воздействовать на ЮИ химическими веществами, которые в ней содержатся. Так, химические вещества, содержащиеся в окружающем воздухе, воде бассейнов (например, хлор), водопроводе и т. д., могут вызвать изменение цвета изделия и его коррозию.

#### **Выводы**

1. Анализ безопасности человека в системе «**человек – ЮИ**» показал, что ЮИ существенно влияет на его безопасность. На человека действуют следующие виды вредных и опасных воздействий, источником которых является ЮИ:

- **физические** – острые края, детали и части ЮИ, которые могут повредить тело человека; повышенная или пониженная температура ЮИ, вызывающая ожоги тела; ионизирующее излучение, избыточная яркость, высокая неравномерность распределения яркости, прямая и отраженная, слепящая блескость, источником которой служит ЮИ;
- **химические**: вещества, входящие в состав ЮИ при контакте с телом могут оказать вредное влияние на здоровье человека.

2. Анализ надежности ЮИ в подсистемах «**ЮИ – человек**», «**ЮИ – машина**» и «**ЮИ – среда**» показал существенное влияние человека, машин и среды на надежность ЮИ. На ЮИ действуют следующие виды вредных и опасных воздействий, источниками которых являются человек, машина или среда:

- **физические**: деформация, разрушение, изнашивание ЮИ в процессе эксплуатации; насыщение абразивом, который вызывает ускоренное изнашивание;
- **химические**: вещества, которые могут изменить цвет или разрушить ЮИ и которые могут содержаться в биологических жидкостях и выделениях человека; химические вещества, которые используются в конструкции машины; вещества, содержащиеся в окружающем воздухе, воде бассейнов (Cl), водопроводе и пр.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Корытов А. В. Проектирование ювелирных изделий на основе законов бионического формообразования : дис. ... канд. техн. наук. – М., 2008. – 250 с.
2. Переседов О. О. Аспекты развития дизайна ювелирных изделий и методы преподавания ювелирного дизайна в вузах // Вестник ОГУ. – 2007. – № 76. – С. 270–275.
3. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн, материалы и технология изготовления современных ювелирно-художественных изделий : монография. – Кострома: Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. – 183 с.
4. ОСТ 117-3-002–95. Изделия ювелирные из драгоценных металлов. Общие технические условия : Введ. 1998–07–01. – М., 2001.

5. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн и технология ювелирных изделий: российские особенности // Дизайн. Материалы. Технология. – 2011. – № 2(17). – С. 60–63.
6. Галанин С. И., Шорохов С. А. Проблемы российской ювелирной отрасли // Вестник РАЕН. – 2011. – № 2. – С. 85–87.
7. ГОСТ 12.0.003–2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Введ. 2017–03–01. – М.: Стандартинформ, 2015.
8. Моделирование изнашивания ювелирных изделий и бижутерии / С. И. Галанин, Г. К. Букалов, Е. В. Кривошеина, М. Г. Егорова // Дизайн. Материалы. Технология. – 2017. – Т. 2. – № 46. – С. 45–49.

УДК 658.634.018

**Кожурин Сергей Иванович**

кандидат технических наук, доцент

Костромской государственный университет

poema44@yandex.ru

## **ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО БИОТОПЛИВА**

*В статье характеризуются перспективы развития производства эффективных видов экологически чистых энергоносителей, в том числе на основе древесного угля, получаемых в результате углубленной переработки древесины непосредственно в местах лесозаготовок.*

**Ключевые слова:** *древесина, переработка, топливо, технология, уголь, охрана окружающей среды.*

Необходимость внедрения биотехнологий в сфере производства и потребления энергоносителей для теплоэнергетики стала особо актуальной для мирового сообщества вследствие опасности глобального изменения климата из-за выбросов в окружающую среду парниковых газов – продуктов сжигания и химических превращений ископаемых видов топлива (каменного угля, нефти, природного газа), что крайне негативно влияет на состояние среды обитания. Когда деревья погибают по естественным причинам и их биомасса разлагается, углекислота вновь переходит в свободное состояние. Образование углекислоты при сжигании, а также при термических и химических превращениях древесины не включается в баланс общих выбросов и рассматривается как естественный фон. Эта ситуация должна сформировать тенденцию к вытеснению каменного угля и нефтепродуктов, традиционно использовавшихся в энергетике и промышленности, древесиной и как топливом, и как сырьем для химических технологий.

Внедрение биотопливных технологий позволит устранить острое экономическое противоречие, обусловленное тем, что все крупные теплогенерирующие предприятия Костромской области работают на дорогостоящих привозных каменном угле и мазуте, в то время как местные ресурсы топливного древесного сырья используются в незначительных количествах, что является одним из главных факторов низкой рен-

табельности лесозаготовительной отрасли. Актуальность технологий по замещению ископаемых видов топлива альтернативными возобновляемыми и безопасными энергоносителями подтверждается экологическими и экономическими требованиями. Маркетинговые исследования рынков подтверждают невысокий спрос на различные марки древесного угля как в области, так и за ее пределами. Вместе с тем, теплотехнические показатели древесного угля позволяют осуществить непосредственный переход на данный вид топлива без каких-либо изменений технологии производства тепла на действующих котельных. Отсутствие вредных для многих технологий фосфора, серы, тяжелых металлов, возможность изготовления разнообразных сорбентов позволяют древесному углю оставаться одним из важных видов топлива, для производства которого пригодна древесина низкого качества – дровяная, отходы лесозаготовок и деревообработки [1].

В настоящее время в мире производится около девяти миллионов тонн в год древесного угля. Более 7,5 млн т из этого количества делает Бразилия. Многолесная Россия ежегодно производит немногим больше 100 тыс. т. Существует неудовлетворенный спрос на древесный уголь. В Россию ввозят уголь из Беларуси, Украины и Китая. Потребление древесного угля на душу населения в год в европейских странах превышает 20 кг, в скандинавских – 25 кг, в Японии свыше 60 кг. В России этот показатель менее 0,1 кг. Существует несколько разновидностей

древесного угля, связанных с различной технологией изготовления и особенностями сырья. Например, в Японии очень велик спрос на так называемый белый уголь, выжигаемый из дальневосточного железного дуба [2].

Древесный уголь в определенных пределах используется в качестве энергоносителя для отопления зданий. Некоторые зарубежные фирмы изготавливают в качестве топлива для каминов и грилей «красный уголь», получаемый мягким углежжением при невысокой температуре. В условиях резкого подорожания и истощения сырьевой базы ископаемых энергоносителей данный вид топлива становится конкурентоспособным.

При термическом распаде древесины, помимо древесного угля, образуются жидкие и газообразные продукты. До второй трети XX века эти продукты были не менее востребованы, чем уголь. Но в конце века они были вытеснены более дешевыми, изготавливаемыми на основе синтеза из нефтепродуктов и природного газа. Это обстоятельство и изменение транспортных тарифов сделали существовавшие заводы нерентабельными, и они перепрофилировались или прекратили существование [2].

В Костромской области низкокачественная древесина используется в основном в виде энергоносителей с минимальной обработкой (то есть топливных дров) и небольшая ее часть – в производстве древесного угля для реализации за пределы области. В настоящее время применение технологий производства древесного угля (пиролиза) осуществляется в местах концентрации вывезенной древесины, расположенных в населенных пунктах, что загрязняет окружающую среду и значительно удорожает себестоимость угля, поскольку перевозка необработанной дровяной древесины на значительные расстояния приносит большие убытки.

В связи с этим целесообразно исследовать перспективу производства эффективных видов экологически чистых энергоносителей, в том числе на основе древесного угля, получаемых в результате углубленной переработки древесины непосредственно в местах лесозаготовок.

Проблема повышения эффективности лесозаготовительного производства продолжает лимитировать развитие лесной отрасли. Если заготовка и переработка деловой древесины приносит гарантированную прибыль, то освоение низкокачественной древесины остается одной из самых острых в лесной промышленности. В настоящее время в лесах Костромской области накопилось 147 млн м<sup>3</sup> спелой и пере-

стойной древесины, значительная часть которой является сырьем для производства топлива.

Снижение рентабельности лесозаготовок объясняется большой убыточностью реализации дровяной древесины без углубленной переработки. В лесозаготовительных предприятиях области средние экономические показатели производства товарной продукции из низкокачественной древесины в настоящее время характеризуются следующими величинами. При себестоимости одного кубометра отопительных дров не менее 980 руб. цена их реализации не превышает 350 руб., то есть на каждый кубометр дровяной древесины убытки составляют 630 руб. Причем формируются они главным образом в результате затрат на вывозку леса, которые составляют примерно половину суммы себестоимости дровяной древесины франко – нижний склад [3].

Новые лесовозные дороги строятся в незначительном объеме, старые приходят в негодность, в результате чего заготовка леса ведется, в основном, в зимний период, большая часть предприятий работает исключительно зимой. В целях существенного снижения себестоимости лесозаготовок назрела необходимость развития переработки низкокачественной древесины на верхнем складе. Необходима разработка технологических процессов, обеспечивающих устранение убыточности использования низкокачественной древесины и круглогодичное использование лесосечного фонда.

Проводя декомпозицию проблемы, целесообразно в первом приближении рассмотреть положение дел для конкретного административного района. Наличие лесосырьевых ресурсов для углубленной переработки низкокачественной древесины, характерное для многолесных районов области, соответствует ресурсам Антроповского района Костромской области. Здесь леса отличаются довольно разнообразным составом древесных пород с преобладанием мягколиственных древостоев (60 % площади покрытых лесом земель). Наряду с основными лесобразующими породами – сосной, елью, березой, осиной встречаются ольха и лиственница. Запасы дровяной древесины в расчетной лесосеке составляют 104,2 тыс. м<sup>3</sup>. Большую часть (86 %) в составе дровяной древесины занимают лиственные породы, в первую очередь береза – около 60 тыс. м<sup>3</sup> (57 % от всего объема дровяной древесины).

Существующая годовая потребность населения и предприятий района в дровах составляет 31 тыс. м<sup>3</sup>. Оставшиеся 73,2 тыс. м<sup>3</sup> дровяной древесины являются достаточной сырьевой

базой для ее переработки на биотопливо. Можно обоснованно утверждать, что при полном использовании расчетной лесосеки сырья для переработки достаточно для обеспечения непрерывного неистощительного лесопользования и полной замены каменного угля и мазута в системе теплоснабжения района [3].

Принцип углубленной промышленной переработки древесины в местах ее заготовки на экологически безопасное топливо позволит устранить бесполезную грузовую работу по перевозке неэффективного, пораженного пороками древесного сырья высокой степени влажности и в несколько раз сократить расходы на транспорт леса. Производство древесного угля на лесосеке позволит получить прибыль от переработки низкокачественной древесины, а также обеспечить экономическую выгоду от улучше-

ния ухода за лесом, оздоровления окружающей среды, поскольку выбросы углекислого газа, образующиеся в процессе пиролиза, окажут благотворное влияние на фотосинтез лесных растений. Кроме того, перерабатывающие технологии на лесосеке позволят осуществлять производство энергоносителей в круглогодичном режиме, а также с использованием вахтового метода организации работ.

Материальной базой для диверсификации производства энергоносителей на основе развития биотопливных технологий является исследование с этих позиций лесосырьевого потенциала региона, территориальная оценка запасов низкокачественной древесины и проектирование эколого-технологических путей их эффективного освоения.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кожурин С. И. Организация управления адаптивным природопользованием : монография. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2007. – 183 с.
2. Юдкевич Ю. Производство древесного угля [Электронный ресурс]. – URL : <http://bioenergy-spb.narod.ru/index.html>. [woodcoal@mailbox.alkor.ru](mailto:woodcoal@mailbox.alkor.ru).
3. Шапкина И. М., Беркович М. И., Кожурин С. И. Организационно-управленческий механизм эффективного использования древесных ресурсов. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2012. – 114 с.

## SUMMARY

### TEXTILE PRODUCTS TECHNOLOGIES AND MODERN MATERIALS

**Kiselyov M. V., Zaykov K. V.**

Kostroma State University  
kisselev50@mail.ru, zaikov\_k@mail.ru

#### DEVELOPMENT OF GEOMETRIC 3D-MODEL OF BODY ARMOUR

*The article is devoted to the construction of a geometric model of bulletproof vest that allows the rational or optimal choice of its structure. As a result of the research, a CAD model of a protective layer of bulletproof vest from ballistic tissues was constructed with consideration for the real-scale factor. In solving problems, mathematical methods of approximation of curves, the theory of obtaining single-layer fabric, methods of constructing geometric models in the CAD system of SolidWorks were used.*

**Keywords:** modelling, aramid ballistic textiles, body armour structure.

**Kuznetsova N. S.**

Kostroma State University  
leto044@yandex.ru

#### TECHNOLOGY DEVELOPING OF FLAX YARN FINCHES IN THE WET WAY

*The article describes the technology of production of flax yarn wet spun finches way, describes various technological chain, starting from the initial stage of carding the raw materials (treping flax, tow) directly to the spinning machine. The proposed technological equipment is domestic, which is equipped with most businesses. Expanding the range of products will enhance the competitiveness of flax spinning mills. The article also suggested ways of further processing of the yarn, formed finches way, not only in weaving as the weft yarn, but in the promising direction of the use of flax – knit.*

**Keywords:** linen knitwear, finches spinning flax, processing equipment, yarn, high performance rovings.

**Isroilov A. K., Zhukov V. I.**

Kostroma State University  
isroilov-azamat@mail.ru, zhukov\_v\_i\_51@mail.ru

#### FEATURES ULTRA-SMALL PURE FLAX YARN WITH A LINEAR DENSITY

*In this paper, we analyse the properties of pure flax yarn of ultra-low linear density to determine the technological parameters of its possible development. There is justification of the need for this yarn on an industrial scale and its competitiveness in the market. There is comparison of such technological parameters as linear density, twist, specific breaking load with current regulations and standards. Twist of yarn was determined by the graphical-analytical method, and according to the current regulations and the recommendations was compared with the least possible yarn specified in regulations. For yarn strength characteristics rough estimation, there was comparison with the least possible yarn specified in the GOST (standard of the Russian state). For each comparison, relevant conclusions characteristics of ultrathin pure flax yarn relative to modern requirements have been made.*

**Keywords:** twist, specific tensile strength, pure flax yarn, ultra low linear density.

**Tulach L.**

(VUTS, a.s.), Czech Republic  
lubomir.tulach@vuts.cz

#### WEAVING MACHINE DIFA FOR 3D DISTANCE FABRICS

*The article presents the results of the work of the VUTS staff, as. on the creation of a unique prototype of the shuttleless DIFA remote fabrics machine for the production of remote fabrics made of high-strength polyester silk with variable distances from 100 to 500 mm with a width of a baird to 1800 mm. To implement the prototype, modern developments of leading manufacturers of textile equipment are used. The uniqueness of the project lies in the possibility of obtaining remote tissues with variable variable distance.*

**Keywords:** distance fabrics, weaving machine, prototype.

**MATERIAL SCIENCE (in the field of textile works and light industry)****Zamyshlyayeva V. V., Smirnova N. A.**

Kostroma State University

vverrona@yandex.ru, nadejda.smirnova.a@yandex.ru

**THE PREDICTION OF THE SLIPPAGE OF FIBRE TRENDS IN THE PRODUCTS OF FLAXCOTTON FABRICS**

*The article presents the results of a study of the ability of flaxcotton fabrics to slippage of fibre trends in seams. An analytical dependence is established, which allows predicting the slippage of fibre trends in seams on the interweaving of tissues, and opens up possibility for designing flaxcotton fabrics with specified properties.*

**Keywords:** prediction, fibre trends slippage in seams, flaxcotton fabric, weave.

**Nurkevich S. A., Matrohin A. Yu.**

Ivanovo State Polytechnical University

sherb-svetlana@mail.ru, matrokhin.igta@mail.ru

**DEVELOPMENT OF THE ESTIMATION METHOD OF POLYAMIDE UNDER THE INFLUENCE OF ULTRAPHIOLET**

*In the production of sports parachute systems, technical fabrics produced from kapron complex yarns are of the most common use. Performance indicators, regulated by regulatory documents for this group of materials, do not fully take into account external factors, one of which is intense ultraviolet radiation, as a component of solar radiation. It significantly affects the actual longevity of the parachute, namely the fabric used to make the canopy. In this aspect, a topical task of scientific and practical importance consists in the development of wear criteria and the creation of rapid methods for determining changes in physical and mechanical properties and structures in materials destabilised by solar radiation.*

**Keywords:** polyamide fabrics, wear, ultraviolet radiation, wear criteria, evaluation technique, optical characteristics.

**DESIGN****Galanin S. I., Viskovatyy I. S., Kolupayev K. N.**

Kostroma State University

sgalanin@mail.ru, fenikus19@rambler.ru, knk44@bk.ru

**DESIGN OF COMPLEX CONTOURED SURFACES OF METAL**

*Tendencies of modern design of jewellery and art products are noted according to complication of surface form and decor. Products classification is carried out on complexity of their form and surface. The possibilities of dressing such surfaces are considered, advantages of chemical and electrochemical treatment are shown. Compositions of electrolytes and modes of electrolysis for etching and patternisation of CpM925 silver's, copper's and its alloys' surface are adduced.*

**Keywords:** jewellery and art products design; surface complex-contouring; electrochemical pickling; electrochemical patternisation.

**Dobershteyn V. Yu.**

private additional education institution "Foreign Languages Centre "Lingua"

schwarzekatze@bk.ru

**JEWELLERY FOR CHILDREN: NOTION, DESIGN, ASSORTMENT**

*The article is dedicated to jewellery for children as an element of modern jewellery market. Definition of the concept "jewellery for children" (hereinafter JFC) is given; features, characteristic of JFC and allowing differentiating them from adult jewellery, are revealed. Modern JFC manufacturers assortment analysis has been presented on the basis of jewellery digital catalogues.*

**Keywords:** jewellery for children (JFC), child's collections, JFC design, comparative analysis.

## TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT

**A'zamov M., Yunusov S. Z., A'zamov M. M.**

Tashkent Institute of Textile and light industry, Uzbekistan

ysz1979@mail.ru

### RESULTS OF STUDIES ON DETERMINATION OF EFFICIENCY OF SAW GIN WITH NEW WORKER CAMERA

*Results of theoretical and experimental studies on determination of efficiency of the work saw gin with new worker camera have been brought in the article. There are data on designs of the stand installation of saw gin with new type of worker camera. The studies have determined that electric power consumption drops at use of new type of worker camera, that the product quality improves, capacity increases.*

**Keywords:** saw gin, raw roller, rotational speed of raw roller, heated working chamber.

## TIMBER PROCESSING COMPLEX TECHNOLOGY

**Titunin A. A., Smirnov I. B., Danilov Yu. P.**

Kostroma State University

a\_titunin@ksu.edu.ru, zmeyka6331@yandex.ru, danilov2135@mail.ru

### FEATURES OF THE HARVESTING AND PROCESSING OF ASPEN TIMBER

*The main direction of development of logging currently is the integrated use of round timber. Additional volumes of wood products can be obtained through the rational use of low-quality and low-value timber such as aspen. The use of aspen are determined by the presence of heart wood rot. At feasibility study of the development of aspen stands it is recommended to use the results of the research output of saw logs and timber.*

**Keywords:** resource saving, timber rational use, aspen, round timber, saw timber.

**Ugryumov S. A., Kuklin S. V., Minina E. A., Paklyuseva N. S.**

The Povolzhye State Technological University, City of Yoshkar-Ola, Mari El autonomy, Russia

ugr-s@yandex.ru, servit73@mail.ru, ch.ka\_89@mail.ru, paklyuseva1992@gmail.com

### STUDY OF OPERATIONAL PROPERTIES OF LAMINATED WOODEN BEAMS

*Among glued wooden structures allowing to reduce weight and material consumption without significant performance degradation, is production of beams, while as the raw materials for their production not only solid wood, but also laminated wood materials having the necessary strength can be used. In this work, we have identified operational characteristics of specialised laminated I-beam on the basis of solid wood and plywood – by estimating fracture pattern and calculating ultimate strength of structures under bending and shear fracture at the glue seam, as well as indicators of swelling and water absorption. It was established experimentally that the design of the profile of an I-beam has a high strength comparable to the strength of the natural wood. Production profile of I-beams not only saves wood but also requires relatively small timber sections and glued laminated wood materials.*

**Keywords:** glued beam, plywood, wood, bonding, strength, water absorption.

## TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY

**Krivosheina Ye. V., Bukalov G. K.**

Kostroma State University

bukalov.grisha@yandex.ru

### THE ANALYSIS OF HUMAN SAFETY AND RELIABILITY JEWELLERY IN THE SYSTEM “HUMAN – JEWELLERY – MACHINE – ENVIRONMENT”

*Jewellery has been used by human throughout its millennial history and has a great variety of shapes, sizes, materials, etc. Lack of description of the interaction in the system “human – jewellery – machine – environment” in literature from the point of view of human safety and reliability of jewellery, does not allow com-*

*prehensive assessment of these parameters at the stage of designing, making jewellery and work organisation of jewellers and jewellery consumers. This article presents a brief systematic analysis of human safety and the reliability of the jewellery in the system: “human – jewellery – machine – environment”.*

**Keywords:** *human safety, reliability, jewellery.*

**Kozhurin S. I.**

Kostroma State University

norma44@yandex.ru

**CLEAN BIOFUELS TECHNOLOGY PRODUCTION DEVELOPMENT PRINCIPLES**

*What is characterised, are efficient clean energy production development prospects, including those types which are on the basis of charcoal derived from deep processing of wood directly at the logging areas.*

**Keywords:** *wood, processing, fuel, technology, coal, environmental protection.*



## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Направляемый в редакцию материал должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.

Все материалы следует представлять в редакцию по электронной почте: e-mail: tik@ksu.edu.ru (для Смирновой Светланы Геннадьевны)

1. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word и сохраняется в формате, полностью совместимом с Word 2007. Если в статье присутствует большое количество символов, иностранные слова, надстрочные и подстрочные знаки, помимо электронного варианта статьи в текстовом редакторе Microsoft Word, в редакцию необходимо предоставить электронный вариант статьи, сохраненный в текстовом формате и формате PDF.
2. Компьютерный набор статьи должен удовлетворять следующим требованиям: формат – А4; поля – по 2,5 см со всех сторон; гарнитура (шрифт) – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,5; абзацный отступ – 1,25 см; выравнивание текста по ширине, заголовок статьи по центру.
3. Максимальный объем текста статьи с аннотацией, ключевыми словами и библиографическим списком – не более 10 страниц машинописного текста.
4. Аннотация к статье должна быть объемом 100–120 слов. Количество ключевых слов – от 5 до 7.
5. Ф. И. О. автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация должны быть переведены на английский язык.
6. Основной текст статьи разделяется на несколько стандартных рубрик: введение (без заголовка); ОБЪЕКТЫ и МЕТОДИКА или (ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ); РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ; ВЫВОДЫ
7. Список литературы приводится после текста статьи. Список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008. Литературные источники располагаются в порядке упоминания в тексте статьи. Ссылки в тексте статьи оформляются квадратными скобками с указанием порядкового номера издания по библиографическому списку и страниц. Например: [9, с. 256], [2, т. 5, с. 25–26]. Библиографический список должен содержать не более 15 источников. В списке и библиографических ссылках приводятся только те источники, на которые автор ссылается в тексте. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. В тексте должны быть ссылки на все библиографические источники.
8. Единицы измерения приводятся в соответствии с международной системой единиц (СИ).
9. Рисунки, схемы, диаграммы. В качестве иллюстраций статей принимается не более 4 рисунков. Они должны быть размещены в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретный рисунок, например (рис. 2). Схемы выполняются с использованием штриховой заливки или в оттенках серого цвета; все элементы схемы (текстовые блоки, стрелки, линии) должны быть сгруппированы. Каждый рисунок должен иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений. Электронную версию рисунка следует сохранять в форматах jpg, tiff, (Grayscale – оттенки серого, разрешение – не менее 300 dpi).
10. Таблицы. Каждую таблицу следует снабжать порядковым номером и заголовком. Таблицы должны быть предоставлены в текстовом редакторе Microsoft Word, располагаться в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретную таблицу, например (табл. 2). (Структура таблицы должна быть ясной и четкой, каждое значение должно находиться в отдельной строке (ячейке таблицы)). Все графы в таблицах должны быть озаглавлены. Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается. (В таблицах возможно использование меньшего кегля, но не менее 10).
11. Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Между текстом и формулой оставлять пустую строку.
12. Десятичные дроби имеют в виде разделительного знака запятую (0,78), а при перечислении десятичных дробей каждая из них отделяется от другой точкой с запятой (0,12; 0,087).

### Построение статьи

Убедительная просьба соблюдать порядок построения статьи!

1. Индекс УДК (присваивается в библиотеке по названию статьи и ключевым словам).
2. Фамилия, имя, отчество автора (полностью). Ученая степень и ученое звание. Оформляется с применением полужирного начертания.
3. Полное название организации, город, страна (в именительном падеже) – место работы или учебы автора. Выравнивание текста по центру. Оформляется с применением полужирного начертания.
4. Адрес электронной почты для каждого автора.
5. Название статьи оформляется строчными буквами с применением полужирного начертания. Выравнивание текста названия статьи выполняется по центру. Сокращения в названии недопустимы.

6. Аннотация, представляющая краткое содержание статьи, описание основных результатов (100–120 слов).
7. Ключевые слова (5–7 слов или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку).
8. Ф. И. О. автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке. Стиль оформления абзаца в соответствии с ранее указанными параметрами элементов на русском языке.
9. Текст статьи.
10. Библиографический список.

### Пример оформления статьи

УДК 677.017.7

**Замышляева Вероника Владимировна**

кандидат технических наук

**Смирнова Надежда Анатольевна**

доктор технических наук, профессор

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

vverrona@yandex.ru, nadejda.smirnova.a@yandex.ru

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗДВИГАЕМОСТИ НИТЕЙ В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ ЛЬНОХЛОПКОВЫХ ТКАНЕЙ

*В статье приводятся результаты исследования способности льнохлопковых тканей к раздвигаемости нитей в швах. Установлена аналитическая зависимость, которая позволяет прогнозировать раздвигаемость нитей в швах по переплетению тканей, и открывает возможность для проектирования льнохлопковых тканей с заданными свойствами.*

**Ключевые слова:** прогнозирование, раздвигаемость нитей в швах, льнохлопковая ткань, переплетение.

Zamyshlyeva Veronika Vladimirovna

Candidate of Technical Sciences

Smirnova Nadezhda Anatolyevna

Doctor of Technical Sciences, Professor

Kostroma State University, Kostroma, Russia

vverrona@yandex.ru, nadejda.smirnova.a@yandex.ru

### THE PREDICTION OF THE SLIPPAGE OF FIBRE TRENDS IN THE PRODUCTS OF FLAXCOTTON FABRICS

*The article presents the results of a study of the ability of flaxcotton fabrics to slippage of fibre trends in seams. An analytical dependence is established, which allows predicting the slippage of fibre trends in seams on the interweaving of tissues, and opens the possibility for the design of flaxcotton fabrics with specified properties.*

**Keywords:** prediction, slippage of fibre trends in seams, flaxcotton fabric, weave.

Политика импортозамещения в швейной и текстильной промышленности обуславливает необходимость использования единственного отечественного натурального текстильного сырья – льна [1, с. 30]. Экологическая чистота, соответствие льняных тканей гигиеническим требованиям и современной моде определяют актуальность работ по изучению технологических свойств льняных тканей и эффективному их использованию. <...>

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнова Н. А. Анизотропия свойств льносодержащих тканей для одежды : учеб. пособие. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2005. – 148 с.
2. ...
3. ...

### Примеры оформления библиографических сносок на источники цитирования

#### Моноиздания

Если авторов не более трех, то указывают всех.

Фамилия автора, инициалы. Название издания / информация о переводе и редакторе, если они есть. –

Место издания: Издательство (издающая организация), год выхода издания в свет. – Количество страниц.

Если у издания четыре автора, то все их инициалы и фамилии приводят после косой черты. Если авторов пять и более, то указывают фамилии первых трех с добавлением «и др.»

*Сборники*

Название сборника / сведения о составителях; редакторах и т. п.: вид издания. – Место издания: Издательство, год выхода в свет. – Количество страниц.

*Статьи из сборников*

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название сборника статей. – Место издания, год издания. – Страницы начала и конца статьи.

*Статьи из журналов*

Фамилия и инициалы автора. Название статьи // Название журнала. – Год издания. – Номер тома. – Номер выпуска. – Страницы начала и конца статьи.

*Статьи из энциклопедий, словарей*

Фамилия и инициалы автора. Название главы, статьи (или другой составной части издания) // Название издания. – Место издания: издательство, год издания. – Том. – Страницы начала и конца главы, статьи.

**Примеры:***Статья из журнала*

Безъязычный В. Ф., Михайлов С. В. Кинематический анализ формирования сливной стружки // Вестник машиностроения. – 2003. – № 11. – С. 48–50.

*Статья из журнала (4 автора)*

Исследование химического состава волокон льна различных селекционных сортов / А. Н. Иванов, Н. Н. Чернова, А. А. Гурусова, Т. В. Ремизова // Изв. вузов. Технология текст. пром-сти. – 1986. – № 1. – С. 19–21.

*Монография*

Природопользование и среда обитания. Системный подход : монография / Кожурин С. И. [и др.]; под общ. ред. Р. М. Мифтахова. – Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2005. – 102 с.

*Учебник*

Дементьева А. Г., Соколова М. И. Управление персоналом : учебник. – М. : Магистр, 2008. – 287 с.

*Диссертация*

Киселева М. В. Моделирование гибкости и прочности льняного волокна для прогнозирования его прядильной способности : дис. ... канд. техн. наук. – Кострома : Костром. гос. технол. ун-та, 2002. – 267 с.

*Патент*

Патент РФ №2281499. Способ определения формовочных свойств / Смирнова Н. А., Лапшин В. В., Морилова Л. В., Лапшин Ю. В., Шелушкова И. А. – Опубл. 30.03.2006; Бюл. № 22. – 2 с.

*ГОСТ*

ГОСТ 6309–93. Нитки швейные хлопчатобумажные и синтетические. Технические условия. – Введ. 1996–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1995. – 24 с.

*Электронные источники*

Приказ Минфина РФ от 30.03.2001 № 26н «Об утверждении положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01» : в ред. от 27.11.2006 [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». – URL : <http://www.consultant.ru>.

Концепция национальной безопасности РФ : утв. Указом Президента РФ от 17 декабря 1997 г. № 1300: в ред. Указа Президента РФ от 10 января 2000 г. № 24 [Электронный ресурс]. – URL : [http://oficery.ru/2008/01/31/jncercija\\_nacionalnoj\\_bezопасnosti\\_rf.html](http://oficery.ru/2008/01/31/jncercija_nacionalnoj_bezопасnosti_rf.html).

Официальный сайт компании Global Fund Management & Administration PLC [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.globalfund.ru> (дата обращения: 8.09.2017).

Отрасль в цифрах [Электронный ресурс] // Официальный сайт ИА REGNUM. – URL : [www.regnum.ru/news/777704.html](http://www.regnum.ru/news/777704.html).

## СОДЕРЖАНИЕ

Рудовский П. Н., Наумов А. Р. К нашему читателю .....	3
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>	
Киселев М. В., Зайков К. В. Разработка геометрической 3D-модели бронезилета.....	5
Кузнецова Н. С. Технологии производства льняной и оческовой вьюрковой пряжи мокрым способом .....	8
Исроилов А. Х., Жуков В. И. Характеристики чистольняной пряжи сверхмалой линейной плотности.....	12
Тулах Л. Ткацкий станок DIFA для 3D-дистанционных тканей.....	14
<b>МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ (производство текстильной и легкой промышленности)</b>	
Замышляева В. В., Смирнова Н. А. Прогнозирование раздвигаемости нитей в изделиях из льнохлопковых тканей .....	17
Нуркевич С. А., Матрохин А. Ю. Формирование критериев оценки износа полиамидных тканей под воздействием ультрафиолетового излучения .....	21
<b>ДИЗАЙН</b>	
Галанин С. И., Висковатый И.С., Колупаев К. Н. Дизайн сложнопрофильных металлических поверхностей .....	25
Доберштейн В. Ю. Детские ювелирные украшения: понятие, дизайн, ассортимент.....	32
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
Агзамов М., Юнусов С. З., Агзамов М. М. Результаты исследований эффективности пильного джина с новым типом рабочей камеры .....	35
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА</b>	
Титунин А. А., Смирнов И. Б., Данилов Ю. П. Особенности заготовки и переработки осиновых лесоматериалов .....	39
Угрюмов С. А., Куклин С. В., Минина Е. А., Паклюсева Н. С. Исследование эксплуатационных свойств клееных деревянных балок.....	42
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b>	
Кривошеина Е. В., Букалов Г. К. Анализ безопасности человека и надежности ювелирного изделия в системе «человек – ювелирное изделие – машина – среда» .....	47
Кожурин С. И. Принципы развития технологии производства экологически чистого биотоплива .....	50
SUMMARY .....	53
ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ .....	57

## CONTENTS

<b>Rudovsky P. N., Naumov A. R. TO OUR READERS.....</b>	<b>3</b>
<b>TEXTILE PRODUCTS TECHNOLOGIES AND MODERN MATERIALS</b>	
<b>Kiselyov M. V., Zaykov K. V. DEVELOPMENT OF GEOMETRIC 3D-MODEL OF BODY ARMOUR .....</b>	<b>5</b>
<b>Kuznetsova N. S. TECHNOLOGY DEVELOPING OF FLAX YARN FINCHES IN THE WET WAY ....</b>	<b>8</b>
<b>Isroilov A. K., Zhukov V. I. FEATURES ULTRA-SMALL PURE FLAX YARN WITH A LINEAR DENSITY .....</b>	<b>12</b>
<b>Tulach L. WEAVING MACHINE DIFA FOR 3D DISTANCE FABRICS.....</b>	<b>14</b>
<b>MATERIAL SCIENCE (in the field of textile works and light industry)</b>	
<b>Zamyshlyayeva V. V., Smirnova N. A. THE PREDICTION OF THE SLIPPAGE OF FIBRE TRENDS IN THE PRODUCTS OF FLAXCOTTON FABRICS .....</b>	<b>17</b>
<b>Nurkevich S. A., Matrohin A. Yu. DEVELOPMENT OF THE ESTIMATION METHOD OF POLYAMIDE UNDER THE INFLUENCE OF ULTRAPHIOLET .....</b>	<b>21</b>
<b>DESIGN</b>	
<b>Galanin S. I., Viskovatyy I. S., Kolupayev K. N. DESIGN OF COMPLEX CONTOURED SURFACES OF METAL.....</b>	<b>25</b>
<b>Dobershteyn V. Yu. JEWELLERY FOR CHILDREN: NOTION, DESIGN, ASSORTMENT .....</b>	<b>32</b>
<b>TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT</b>	
<b>A'zamov M., Yunusov S. Z., A'zamov M. M. RESULTS OF STUDIES ON DETERMINATION OF EFFICIENCY OF SAW GIN WITH NEW WORKER CAMERA .....</b>	<b>35</b>
<b>TIMBERPROCESSINGCOMPLEXTECHNOLOGY</b>	
<b>Titunin A. A., Smirnov I. B., Danilov Yu. P. FEATURES OF THE HARVESTING AND PROCESSING OF ASPEN TIMBER .....</b>	<b>39</b>
<b>Ugryumov S. A., Kuklin S. V., Minina E. A., Paklyuseva N. S. STUDY OF OPERATIONAL PROPERTIES OF LAMINATED WOODEN BEAMS .....</b>	<b>42</b>
<b>TECHNOLOGICALAND ENVIRONMENTALSAFETY</b>	
<b>Krivosheina E. V., Bukalov G. K. THE ANALESIS OF HUMAN SAFETY AND RELIABILITY JEWELLERY IN THE SYSTEM “HUMAN – JEWELLERY – MACHINE – ENVIRONMENT” .....</b>	<b>47</b>
<b>Kozhurin S. I. CLEAN BIOFUELS TECHNOLOGY PRODUCTION DEVELOPMENT PRINCIPLES.....</b>	<b>50</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>53</b>
<b>REQUIREMENTS TO REGISTRATION OF ARTICLES.....</b>	<b>57</b>

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**



---

Научное издание

**ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО**

**2017 – № 1(37)**

ОКТАБРЬ

*Рецензируемый периодический научный журнал*

**Учредитель и издатель:**

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Костромской государственный университет»

**Главный редактор**

**РУДОВСКИЙ ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ**  
доктор технических наук, профессор

Издается с 1999 года

*Журнал зарегистрирован*

*Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)  
Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС77-69928 от 29.05.2017 г.*

**16+**

---

---

Редактор	О. В. Тройченко
Компьютерная верстка	Н. И. Поповой
Перевод	С. А. Грозовского

Издательско-полиграфический отдел  
Костромского государственного университета

Подписано в печать 23.10.2017. Дата выхода в свет 31.10.2017. Формат бумаги 60×84 1/8.  
Печать трафаретная. Печ. л. 7,875. Заказ 332. Тираж 500 (1 з. 30).  
Цена свободная.

Адрес учредителя, издателя и редакции журнала:  
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17  
tik@ksu.edu.ru

Отпечатано ИПО КГУ  
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17  
Т. 49-80-84. E-mail: rio@kstu.edu.ru

Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны