

ISSN 2227-619X

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет  
технологии и дизайна»

**ВЕСТНИК МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО**  
**ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**  
**ТЕХНОЛОГИИ И ДИЗАЙНА**

**Выпуск 1**

**Естественные и технические науки**

**2012**

Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна: в 3 вып. Вып. 1: Естественные и технические науки / С.-Петербургск. гос. ун-т технологии и дизайна. – СПб.: ФГБОУВПО «СПГТУД», 2012. – 234 с.

**ISSN 2227-619X**

В выпуске 1 представлены последние результаты исследований молодых ученых в области химии, физики, информатики, экологии, технологии в текстильной легкой, полиграфической и др. отраслях промышленности.

Оргкомитет:

А. Г. Макаров – профессор, председатель;  
А. П. Михайловская – доцент, ответственный секретарь;  
А. М. Киселев – профессор; Е. Я. Сурженко – профессор;  
В. Я. Энтин – профессор; К. Г. Иванов – профессор;  
Л. А. Шульгина – профессор; А. В. Архипов – профессор;  
Э. М. Глинтерник – профессор; К. И. Шарафадина – профессор;  
С. М. Ванькович – профессор; Л. Т. Жукова – профессор;  
Л. К. Фешина – профессор; М. Б. Есаулова – профессор;  
А. Н. Кислицына – доцент; П. П. Гамаюнов – доцент;  
Г. М. Горкина – доцент; В. А. Мамонова – доцент;  
И. Г. Груздева – доцент; И. А. Хромеева – доцент.

Оригинал-макет подготовлен А. П. Михайловской

Подписано в печать 19.04.12. Формат 60×84<sup>1/16</sup>

Печать трафаретная. Усл. печ. л. 13,6 Тираж 100 экз. Заказ 138/12

Электронный адрес: [dninauki@yandex.ru](mailto:dninauki@yandex.ru)

Отпечатано в типографии СПГТУД  
191028, Санкт-Петербург, ул. Моховая, 26

## Содержание

З. Н. Левитянская, О. П. Большухин О смысле поперечной силы и изгибающего момента при поперечном изгибе.....	8
Е. В. Беляева, О. П. Большухин О возможности использования обобщенных зависимостей для получения частных формул в сопротивлении материалов.....	10
А. А. Заручевский, А. Б. Кикин Применение рычажных механизмов для обеспечения выстоев в технологических машинах.....	14
А. В. Обрезкова, Н. В. Белова, И. И. Шамолина Выращивание базидиального гриба <i>Pleurotus pulmonarius</i> на древесных опилках с различным характером загрязнения.....	17
К. Н. Бусыгин, А. В. Внучкин Компьютерный расчет энергии когезии и термического коэффициента сорбции паров воды полимером.....	20
С. А. Захаренков, Е. В. Кудрявцева, А. А. Буринская Исследование влияния окислительно-восстановительной системы персульфат аммония – тиомочевина на процесс печатания шерсти.....	24
Ю. А. Зимакова, Р. Р. Ногай, А. А. Буринская Влияние ферментов на удаление жировых и водорастворимых загрязнений с хлопчатобумажных тканей.....	30
В. В. Жидкова, Н. В. Дащенко, А. М. Киселев Изучение эффективности применения различных восстановителей и окислителей в процессе вытравной печати.....	35
Е. С. Соловьева, Н. В. Дащенко, А. М. Киселев Изучение возможности применения наноразмерных систем в процессах отделки текстильных материалов.....	42
И. А. Шушина, Д. Жан, Ф. Ю. Телегин Деструкция азокрасителей в химических, биохимических и фотохимических процессах.....	48

М. И. Валугева, Н. Д. Олтаржевская Исследование проблемы повышения устойчивости полимеров-загустителей при их радиационной стерилизации.....	52
И. В. Гусев, Т. С. Хлыстова, Н. Д. Олтаржевская Полимерные депо-материалы для направленного подведения лекарственных препаратов .....	59
С. Н. Морозова, П. П. Власов Утилизация отходов термических солевых ванн фосфогипсом.....	61
О. А. Ермолова, В. А. Исаев Экология речных вод.....	65
О. А. Гончаренко, Р. Ф. Витковская, А. Ю. Смирнов Исследование деструкции ПАВ на полимерном металлосодержащем катализаторе.....	69
В. А. Смирнова, Н. И. Миташова, В. А. Волков Экологическая и токсикологическая безопасность сточных вод предприятий бытового обслуживания населения.....	73
А. А. Козлов, О. В. Лепилова Обоснование возможности повышения эффективности извлечения пектиновых веществ из отходов льняного производства...	79
В. А. Логинова, Ю. Пятаева, А. В. Чешкова Композиционные материалы на основе латексов и котонина льна.....	82
В. В. Дмитрук, П. С. Александров Влияние параметров форм на качество печати .....	86
В. А. Тропец, Е. Л. Виноградов Подходы к определению макронеоднородности бумаги.....	90
З. К. Галимова, Х. А. Бабаханова, Д. С. Набиев Характеристики и печатные свойства бумаги на основе хлопковой и солодковой целлюлозы.....	94
М. Б. Мирзаева, Х. А. Бабаханова Характеристики бумаг на основе хлопковой целлюлозы из однолетних растений.....	98

Н. И. Кашина, А. Ю. Баранов Методика расчета геосинтетических материалов.....	101
О. А. Вигелина, Л. П. Ровинская Выбор показателей качества чулочно-носочных изделий на основе экспертных оценок .....	109
Н. А. Бабина, А. О. Аксенова Влияние способа нанесения ворса на производительность процесса флокирования .....	113
К. В. Зареченец, Е. Г. Маежов, В. Ю. Иванов Анализ путей повышения качества продукции прядильного производства.....	117
Ю. Н. Нефедов Оптимизация технологических процессов прядильного производства на основе математического моделирования...	122
О. В. Бондаренко, Д. В. Васильева, А. В. Шибанова, С. В. Шидловская Исследование структурных характеристик и воздухопроницаемости нетканых материалов.....	126
Л. К. Шинтарь, С. И. Жулина Современные материалы в производстве бельевых изделий.....	131
В. В. Смирнова, А. П. Красавчикова Современные искусственные и синтетические материалы для коженно-обувных и галантерейных товаров.....	135
М. А. Соболева, Л. Л. Чагина Разработка классификации компрессионных изделий.....	138
Н. Н. Добрынина, М. В. Томилова, Н. А. Смирнова Исследование способности льнохлопковых тканей к сдвигу нитей.....	142
Н. А. Колзеева, Ю. А. Камакова Современные технологии в изготовление малых серий пластмассовых каблучков эксклюзивной формы.....	145

М. А. Ануприева, М. В. Сафронова Влияние высоты каблука на осанку и параметры фигуры.....	150
И. А. Жукова, Н. Н. Жуков, Н. П. Крысько Сравнительная характеристика технологических возможностей системы автоматизированного проектирования одежды...	155
М. В. Комиссарова, Н. М. Сокерин Нитенатяжной прибор фирмы KARL MAYER серии KFD-B.....	161
В. А. Гречин, А. Н. Смирнов Исследование текстильного технологического оборудования.....	163
М. Э. Греков, Ю. Г. Фомин Пределы интенсификации отжима.....	167
Е. П. Покровская, Т. С. Савченко, Н. Н. Зайцева Создание многофункционального изделия для активного отдыха.....	169
Д. В. Косарева, Е. Н. Власова Оценка показателей безопасности детской одежды из трикотажных полотен.....	172
Е. Г. Григорьева Потребительские свойства трикотажных полотен из параарамидной пряжи.....	176
Е. Г. Григорьева Анализ комбинированных переплетений.....	178
М. В. Чернышев, А. Ф. Давыдов, Г. М. Чернышева Идентификация текстильной продукции для проведения экспертизы качества в таможенных целях.....	180
Ю. В. Кирюшкина, О. В. Кошкарева, А. В. Курденкова, Ю. С. Шустов, И. В. Люкшинова Оценка стойкости к химическим воздействиям нетканых полотен геотекстильного назначения.....	183
Н. А. Виноградова, Ю. С. Шустов, С. В. Плеханова Особенности подтверждения соответствия льняных тканей .....	190

А. Р. Бедретдинова, Д. В. Носова, А. А. Шупейкина, А. В. Курденкова, А. Ф. Давыдов Оценка качества тканей специального назначения различного волокнистого состава после многократных стирок.....	194
А. С. Соколов, Н. М. Федосова, С. М. Вихарев Разработка алгоритма расчета комплексной оценки качества льняных стеблей.....	199
К. Н. Бусыгин, Н. Ю. Бусыгин, Н. В. Дроботун Методология создания электронных картотек с многокритериальным поиском данных.....	203
И. А. Жукова, Д. В. Макосеев, Н. Н. Жуков Облачные технологии. Необходимость. Преимущества. Перспективы. Первые шаги в автоматизации технологических процессов швейного производства.....	209
И. А. Жукова, Д. В. Петрова, Н. В. Северина Новые технологии обработки современных тонких материалов, используемых для изготовления современной одежды, и их свойства.....	215
С. В. Ершов, Е. Н. Калинин Синтез и анализ компьютерной модели процесса механического обезвоживания текстильного материала в валковой паре.....	218
А. А. Ултургашева, И. А. Жукова, Т. Б. Нессирио 1С:Предприятие как средство автоматизации технологического процесса проектирования швейных изделий.....	223
В. Л. Жуков, Г. Ю. Осипова, В. А. Хмызникова Информационные технологии в изготовлении малой архитектурной пластики.....	230

З. Н. Левитянская, О. П. Большухин

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### О смысле поперечной силы и изгибающего момента при поперечном изгибе

Поперечная сила понимается, как интегральная сумма элементарных касательных сил.  $Q = \int_A dQ$

Изгибающий момент – интегральная сумма моментов элементарных продольных сил, относительно нейтральной оси сечения.

$$M_{н.о} = \int_A \rho dN$$

И поэтому об изгибающих моментах можно говорить как о реальности в двух смыслах, во-первых, как о моменте пары сил, который нагружает сечение и потому его поворачивает и, во-вторых, как о реактивном моменте, который уравнивает момент внешней силы, т. е. запрещает поворот отсеченной части балки (рисунок 1).

Поперечная сила физической реальностью не является, поскольку отсутствует поступательное перемещение сечения по направлению силы. Сечение не перемещается, а искривляется. Поэтому поперечная сила существует только как математическая величина.

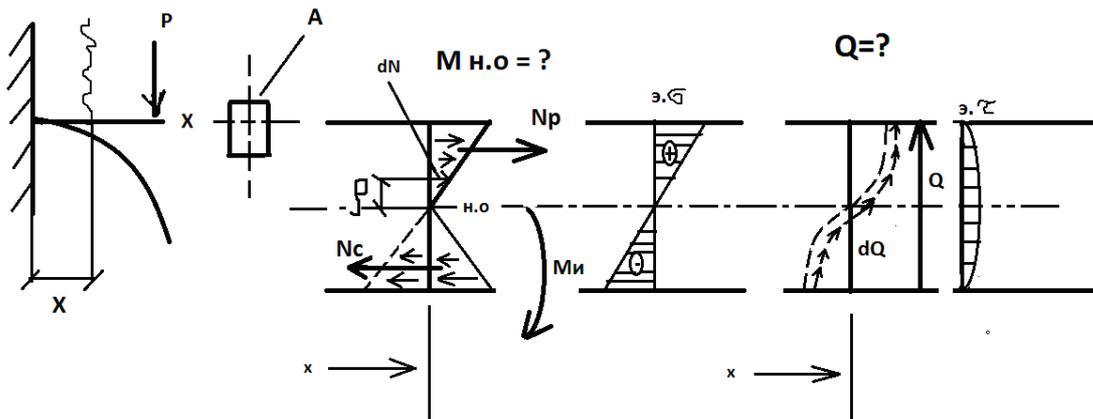


Рисунок 1. Изгибающий момент и поперечная сила

Изучая понятия определения поперечной силы и изгибающего момента по литературным источникам, наблюдаем определенные затруднения авторов, которые вытекают из сложности содержания этих понятий. Например, в труде профессора Н.И. Иванова [1, С. 149]: «Рассматривая равновесие левой части, мы можем все силы, действующие левее сечения, заменить их равнодействующей.... Эта сила стремится сдвинуть левую,

относительно сечения часть балки вверх, вследствие чего в сечении появятся напряжения среза....» (рисунок 2).

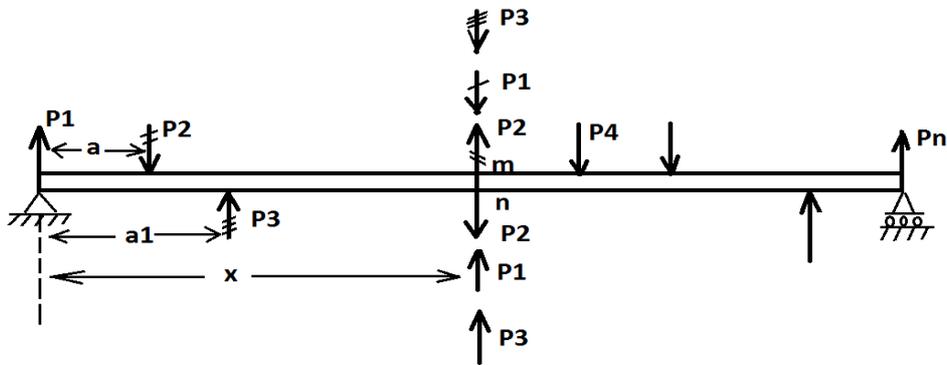


Рисунок 2. Схема для получения поперечной силы изгибающего момента

Здесь, во-первых, не хотелось бы говорить о касательных напряжениях, как о «перерезывающих», поскольку перерезывающие напряжения суть опасные напряжения, т. е. разрушающие. Во-вторых, и это главное, равнодействующая внешняя сила не стремится сдвинуть рассматриваемое сечение, а просто оказывает местное воздействие в точке своего приложения. Это в методике решения задач сопротивления материалов не принимаются во внимание. Это сила, как любую внешнюю силу, воздействует на балку в целом, деформируя ее материал, и, следовательно, создавая определенное распределение напряжений в балке.

Об изгибающем моменте [1, С. 150]: «Момент пары, как видим, равен сумме моментов всех сил, действующих влево от сечения относительно его центра тяжести. Этот момент называют изгибающим моментом в сечении...».

Здесь, во-первых, необходимо напомнить, что не существует понятия о моменте относительно точки. Мы думаем, что автор здесь перешел с научного языка на упрощенный инженерный – надо было говорить о моменте относительно нейтральной оси сечения.

Во-вторых, автор назвал изгибающим моментом равнодействующий внешних сил момент, и, наверное, он прав, только в том смысле, что изгиб происходит под воздействием внешнего момента и момента элементарных продольных сил в сечении.

В классическом труде Н. М. Белова многократно переизданном сказано [2, С. 194]: «Сила  $Q$ , складывающаяся из элементарных касательных усилий, действующих в сечении, называется поперечной или перерезывающей силой. Эта сила сдвигает рассматриваемое сечение относительно смежного...» (рисунок 3).

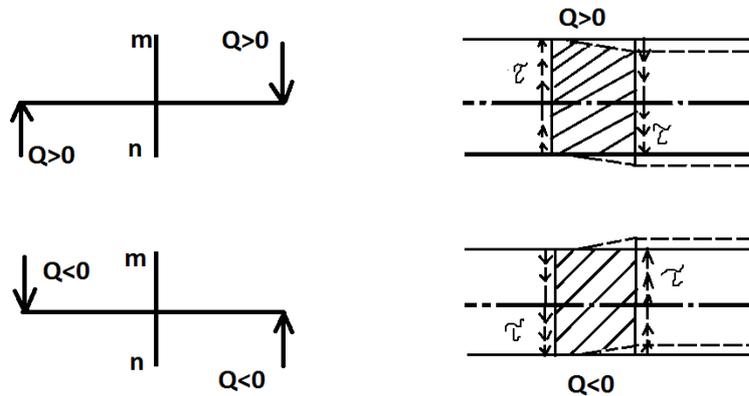


Рисунок 3. Пояснение смысла поперечной силы так, как это показано на первоисточнике

То есть автор настаивает на чистом сдвиге в сечении, следовательно, и, что невероятно, на равномерном распределении касательных напряжений в сечении.

### Литература

1. Иванов, Н. И. Краткий учебник сопротивления материалов / Н. И. Иванов. – М., 1937. – 208 с.
2. Беляев, Н. М. Сопротивление материалов / Н. М. Беляев. – М.: Наука, 1976. – 608 с.

УДК 62:539.3

Е. В. Беляева, О. П. Большухин

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### О возможности использования обобщенных зависимостей для получения частных формул в сопротивлении материалов

Настоящая работа состоит из двух частей. В первой части будут получены формулы деформированности элемента  $dL$  твёрдого тела (рисунок 1) и напряжений в произвольной точке плоского сечения нагруженного тела.

Деформация твёрдого тела происходит за счёт поворота каждого сечения относительно смежного – за счёт разности углов поворота смежных сечений (рисунок 2). Ось поворота имеет смысл мгновенной оси вращения (нейтральная ось).

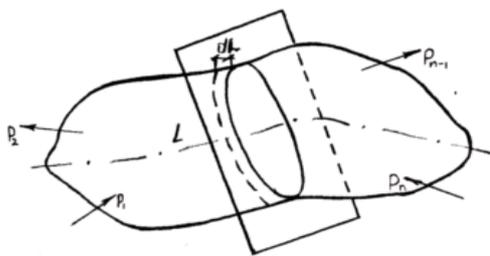


Рисунок 1. Произвольное сечение нагруженного твёрдого тела

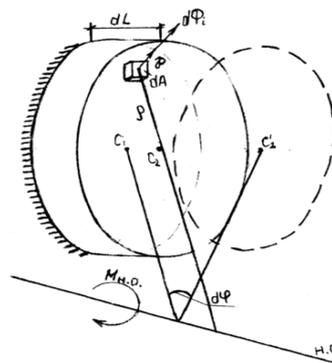


Рисунок 2. Расчётная схема для получения инвариантной формулы напряжений

$$i = \frac{\rho}{E_i} \Rightarrow \rho = i E_i$$

Главной сущностью является закон Гука:  $\rho = i E_i$ , где  $\rho$  – полное напряжение;  $E_i$ -инвариантный модуль упругости, т. е. не модуль Юнга и не модуль сдвига, а величина сопротивления материала, подверженного линейным и угловым деформациям;  $i$  – интенсивность деформирования, т.е. не интенсивность растяжения (сжатия) и не интенсивность сдвига, а сумма этих величин:  $i = \varepsilon + \gamma$ .

Последовательность вывода: 1) определение момента относительно нейтральной оси ( $M_{н.о.} = ?$ ).  $dM_{н.о.} = d\Phi_i \rho$

2)  $M_{н.о.} = \int_A d\Phi_i \rho$  – полный момент,  $\frac{d\Phi_i}{dA}$  – равномерное распределение элементарных усилий по площадке элементарного куба. Введем напряжение в выражение полного момента:  $\rho = i E_i$ . Полученная величина показывает прямую зависимость напряжения от момента, но прямой переход к определению напряжения пока невозможен.

3) Применим закон Гука:  $i = \frac{\rho}{E_i}$ ,  $\rho = i E_i$

4) Далее необходимо ввести закон распределения деформации элемента  $dL$ . Эта ситуация совершенно аналогична положению при выводе величины нормальных напряжений при изгибе, где интенсивность линейного деформирования зависит во-первых, от кривизны элемента  $dL$  и во-вторых от места положения точки сечения относительно нейтральной оси

$\varepsilon = \kappa \cdot \rho$ . Точно так же при кручении. Поэтому запишем:  $i = \delta \cdot \rho$ , где  $\delta$ -интенсивность деформирования элемента  $dL$ ,  $\rho$ -перемещение площадки  $dA$  при повороте сечения.

Теперь найдем формулу для напряжения  $p$  и деформации  $\delta$ .

$$M_{н.о.} = \int_A \delta \rho E_i \rho dA = \delta E_i \int_A \rho^2 dA, \quad \int_A \rho^2 dA - \text{геометрический момент}$$

инерции сечения относительно нейтральной оси  $\Rightarrow J_{н.о.}$

$$5) \delta = \frac{M_{н.о.}}{E_i J_{н.о.}}, \quad E_i J_{н.о.} - \text{жесткость сечения элемента } dL.$$

Получаем формулу для напряжения по закону Гука:

$$i = \frac{p}{E_i}, \quad p = i E_i = \delta \rho E_i, \quad \delta = \frac{M_{н.о.}}{E_i J_{н.о.}} * E_i \rho, \quad p = \frac{M_{н.о.}}{J_{н.о.}} \rho, \quad \rho - \text{радиус поворота элемен-}$$

тарной площадки относительно нейтральной оси.

Последовательность вывода: 1) определение момента относительно нейтральной оси ( $M_{н.о.} = ?$ ).  $dM_{н.о.} = d\Phi_i \rho$

2)  $M_{н.о.} = \int_A d\Phi_i \rho$  – полный момент,  $\frac{d\Phi_i}{dA}$  – равномерное распределение элементарных усилий по площадке элементарного куба. Введем напряжение в выражение полного момента: . Полученная величина показывает прямую зависимость напряжения от момента, но прямой переход к определению напряжения пока невозможен.

$$3) \text{ Применим закон Гука: } i = \frac{p}{E_i}, \quad p = i E_i$$

4) Далее необходимо ввести закон распределения деформации элемента  $dL$ . Эта ситуация совершенно аналогична положению при выводе величины нормальных напряжений при изгибе, где интенсивность линейного деформирования зависит во-первых, от кривизны элемента  $dL$  и во-вторых от места положения точки сечения относительно нейтральной оси

$\varepsilon = k * \rho$ . Точно так же при кручении. Поэтому запишем:  $i = \delta * \rho$ , где  $\delta$  – интенсивность деформирования элемента  $dL$ ,  $\rho$  – перемещение площадки  $dA$  при повороте сечения.

Теперь найдем формулу для напряжения  $p$  и деформации  $\delta$ .

$$M_{н.о.} = \int_A \delta \rho E_i \rho dA = \delta E_i \int_A \rho^2 dA, \quad \int_A \rho^2 dA - \text{геометрический момент}$$

инерции сечения относительно нейтральной оси  $\Rightarrow J_{н.о.}$

$$5) \delta = \frac{M_{н.о.}}{E_i J_{н.о.}}, \quad E_i J_{н.о.} - \text{жесткость сечения элемента } dL.$$

Получаем формулу для напряжения по закону Гука:

$$i = \frac{p}{E_i}, \quad p = i E_i = \delta \rho E_i, \quad \delta = \frac{M_{н.о.}}{E_i J_{н.о.}} * E_i \rho, \quad p = \frac{M_{н.о.}}{J_{н.о.}} \rho, \quad \rho - \text{радиус поворота элемен-}$$

тарной площадки относительно нейтральной оси.

Деформация элемента  $dx$  бруса (рисунки 3) происходит путём переноса сечения относительно смежного по направлению оси бруса. Поскольку поступательное перемещение может быть подведено под вращение с радиусом равным бесконечности, постольку формула для вычисления напряжений бруса может быть выведена из инвариантной формулы

$p = \frac{M_{н.о.}}{J_{н.о.}} \rho_i$ , где  $p$  – полное напряжение,  $M_{н.о.}$  – силовой момент относительно нейтральной оси,  $J_{н.о.}$  – геометрический момент сечения относительно нейтральной оси,  $\rho_i$  – радиус поворота точки сечения.

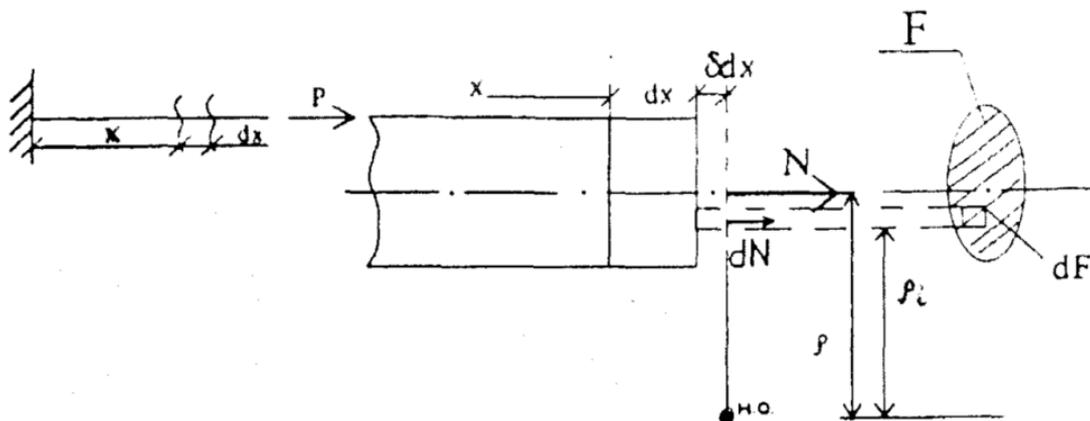


Рисунок 3. Деформирование поворотом поперечного сечения бруса при растяжении

Действительно,  $M_{н.о.} = N\rho, J_{н.о.} = \int_F (\rho_i)^2 dF$ , где  $\rho = \infty$ ,  $\rho_i = \infty$ . Бесконечности  $\rho$  и  $\rho_i$  являются однородными, т.е. количества эти по смыслу и величине по сути не отличаются при конечных размерах сечения.

Поэтому  $\frac{M_{н.о.}\rho}{J_{н.о.}} = \left( \frac{N\rho}{\int_F (\rho_i)^2 dF} \right) \rho = \frac{N\rho^2}{(\rho_i)^2 \int_F dF} = \frac{N}{F} = \sigma$ . Получилась известная формула напряжений при центральном растяжении (сжатии).

$$\varepsilon + \gamma - \delta = \frac{M_{н.о.}}{E_i \cdot J_{н.о.}} = \frac{N\rho}{E \int_F \rho_i^2 dF} = \frac{N\rho}{E\rho_i^2 \int_F dF} = \frac{N}{EF} = \varepsilon$$

$\gamma = 0 \Rightarrow E_i \rightarrow E$ ,  $\rho_i \cong \rho$ ,  $\rho_i^2 = \rho$  на том же основании, на каком  $\rho_i = \rho$ .

В классическом, теоретическом анализе формула для напряжений (при любом типе деформирования бруса) не может быть получена без предварительного определения интенсивности деформирования бруса.

## УДК 621.01

**А. А. Заручевский, А. Б. Кикин**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Применение рычажных механизмов для обеспечения выстоев в технологических машинах**

В ряде отраслей промышленности широко используются цикловые технологические машины-автоматы и манипуляторы; рабочие органы которых совершают возвратно-вращательные или возвратно-поступательные движения с мгновенными остановками или с остановкой конечной продолжительности в одном, либо в двух крайних положениях. Механизмом с выстоем называется такой механизм, в котором при непрерывном движении ведущего звена ведомое звено часть времени неподвижно. Механизмы с выстоями применяются в различных машинах – автоматах.

К основным характеристикам такого рода машин, относится точность позиционирования рабочих органов на интервале выстоя. Законы движения рабочих органов с выстоем выходного звена могут быть обеспечены с помощью различных технических средств, в частности, кулачковых, кулачково-рычажных и рычажных механизмов. В практике проектирования в качестве механизмов с выстоем часто используются кулачковые механизмы, которые универсальны по своим кинематическим возможностям и просты по расчету. Однако они обладают рядом существенных недостатков, из которых главными являются малая износоустойчивость кулачков, особенно в механизмах с большими нагрузками, и склонность к

размыканию в машинах с большим числом оборотов ведущего вала. В результате кулачковые механизмы в ряде случаев ограничивают повышение производительности и мощности отдельных машин. Эти пределы удается преодолеть, применяя рычажные механизмы с приближенными выстоями.

Для привода рабочих органов современных быстродействующих машин легкой промышленности широко используются рычажные механизмы т.к. они могут обеспечить высокое быстродействие и точность движения рабочих органов. Машины-автоматы, спроектированные на базе рычажных механизмов, обладают определенными преимуществами (надежность, долговечность, высокая нагрузочная способность, возможность применения в быстроходных машинах-автоматах), но их распространение в некоторой степени ограничено отсутствием достаточно простых и эффективных методов синтеза многосвязных рычажных механизмов высоких классов с приближенным выстоем по заранее заданной циклограмме движения рабочего органа.

Создание новых машин и механизмов возможно лишь на основе серьезного научного фундамента, позволяющего обеспечивать высокую эффективность машин уже на стадии их проектирования. Процесс проектирования в обязательном порядке должен включать в себя этапы структурного и кинематического синтеза кинематических схем машин, силового расчетов и собственно проектирования и изготовления продукции на основе наиболее высоко зарекомендовавших себя технологий.

В современных быстродействующих высокопроизводительных машинах легкой промышленности для реализации циклового движения исполнительных органов широко используются рычажные механизмы. Практически во всех технологических машинах рабочие органы за цикл движения должны совершать одну или более приближенных остановок (выстоев).

Приближенный выстой может быть получен за счет замедления или остановки при движении шарнира, соединяющего последнюю диаду с предшествующей кинематической цепью. Такой способ используется, например, при синтезе шестизвенного механизма с присоединением последней диады к коромыслу предыдущей (рисунки 1), причем задача синтеза механизма с выстоем решается в аналитической постановке [1]. Однако такие механизмы имеют существенное ограничение по своей функциональности – выстой возможен только в одном из крайних положений выходного звена.

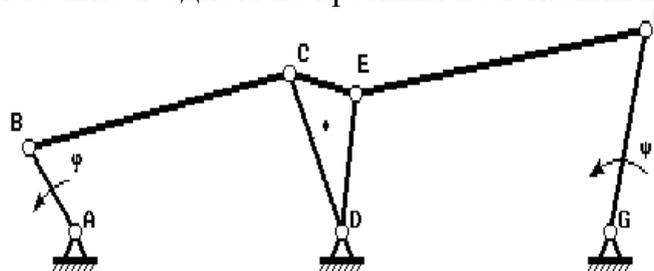


Рисунок 1. Шестизвенный механизм с присоединением к коромыслу

Более широкими возможностями обладают генераторы качательного движения выходного коромысла, у которых последняя диада вида ВВВ (с тремя вращательными кинематическими парами) присоединяется своим подвижным внешним шарниром к некоторой шатунной точке на предыдущем звене. Например, на *рисунке 2* показан шестизвенный механизм с присоединением выходной диады к шатуну. В этом случае приближенный выстой может быть получен, если на некотором участке траектория шатунной точки *Е* по своей форме близка к окружности [2]. Форма траектории полностью определяется параметрами базового направляющего механизма и координатами шатунной точки. Кроме того, на форму шатунной кривой дополнительно влияют варианты сборки базового механизма. Такие приводные механизмы могут обеспечить выстой не только в крайнем положении выходного звена, но и в промежуточном его положении. В некоторых случаях можно получить даже два приближенных выстоя за один цикл вращения входного звена.

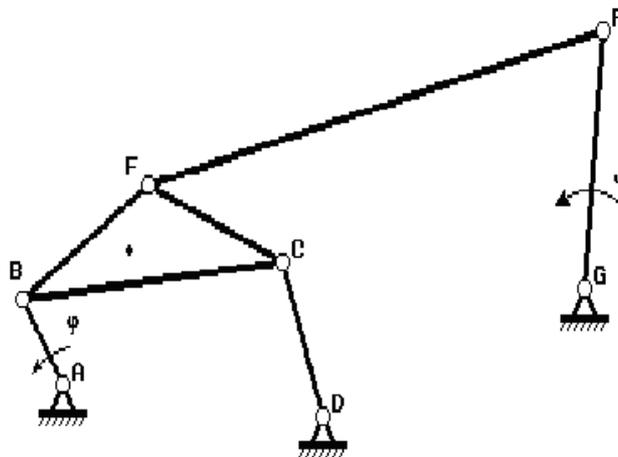


Рисунок 2. Шестизвенный механизм с присоединением к шатуну

Для синтеза механизмов с присоединением выходной диады к шатуну предлагается комбинированный алгоритм синтеза рычажных механизмов с выстоем, сочетающий аналитический и геометро-аналитический методы. На базе предложенного алгоритма разрабатывается интерактивная программа для ПК. Программа использует развитый графический интерфейс современных персональных компьютеров, который позволяет решать задачи синтеза РМ не только аналитическими методами, но также использовать графические и графоаналитические методы. Данные методы не обладают мощностью, универсальностью и надежностью, свойственным аналитическим методам, однако они имеют определенные преимущества – эти методы просты и наглядны, поэтому отлично подходят для целей обучения. Программа может быть использована в учебном процессе, а также для синтеза механизмов-прототипов, предназначенных для последующей оптимизации.

## Литература

1. Кикин, А. Б. Аналитико-оптимизационный синтез шестизвенного механизма с выстоем / А. Б. Кикин, Э. Е. Пейсах // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности, 2008. – № 5. – С. 79–83.

2. Крайнев, А. Ф. Словарь-справочник по механизмам / А. Ф. Крайнев. – М.: Машиностроение, 1987. – 560 с.

УДК 504.064.47:674.823:582.284

А. В. Обрезкова<sup>1</sup>, Н. В. Белова<sup>2</sup>, И. И. Шамолина<sup>1</sup>

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна<sup>1</sup>  
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН<sup>2</sup>

### Выращивание базидиального гриба *Pleurotus pulmonarius* на древесных опилках с различным характером загрязнения

При переработке древесины образуются значительные количества малоценных древесных материалов, в том числе опилок. Химическая переработка древесных отходов может утилизировать лишь 25–30 % от их общего количества. Большая же часть отходов размещается на свалках, занимающих значительные площади. Это приводит к пожароопасным ситуациям, так как все древесные отходы способны самовозгораться [1].

Опилки широко применяются как сорбенты нефтепродуктов, для очистки полов производственных помещений промышленных предприятиях, в текстильной промышленности для очистки ковровых изделий от масел и др. В этой связи возникает задача утилизации загрязненных опилок. Одним из перспективных способов переработки растительных отходов является биотехнологическая утилизация с использованием культур базидиальных грибов [2].

В данной работе выявляли возможность культивирования *Pleurotus pulmonarius*, вешенки легочной, на субстратах, содержащих:

- опилки березовые, отобранные на частной лесопилке, расположенной в Ленинградской области;
- опилки сосновые, отобранные на столярном участке предприятия;
- опилки сосновые, использованные для очистки полов от разлива индустриального масла;
- опилки сосновые, использованные для очистки полов от мазута в мазутохранилище.

В работе были использованы штаммы гриба *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél из Коллекции культур базидиомицетов Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН.

Культивирование *Pleurotus pulmonarius* включало в себя следующие стадии:

- подготовка субстрата;
- выращивание инокулюма (посевого мицелия) коллекционных штаммов базидиального гриба *Pleurotus pulmonarius* на питательной среде сусло-агар;
- инокуляция субстрата *Pleurotus pulmonarius* штаммом 2596;
- зарастание субстрата мицелием гриба;
- инициация плодоношения и получение плодовых тел базидиального гриба *Pleurotus pulmonarius*.

В работе исследовали химический состав березовых и сосновых опилок до и после использования их для культивирования штамма *Pleurotus pulmonarius*. Определяли в древесных опилках содержание жиров и смол экстракцией спиртобензольной смесью по методу TAPPI T-6т-59; веществ растворимых в холодной и горячей воде; целлюлозы по методу Кюршнера-Хоффера; лигнина и легкогидролизуемых полисахаридов [3].

На рисунке 1 представлен химический состав березовых и сосновых опилок до и после их использования в составе питательной среды для культивирования *Pleurotus pulmonarius*.

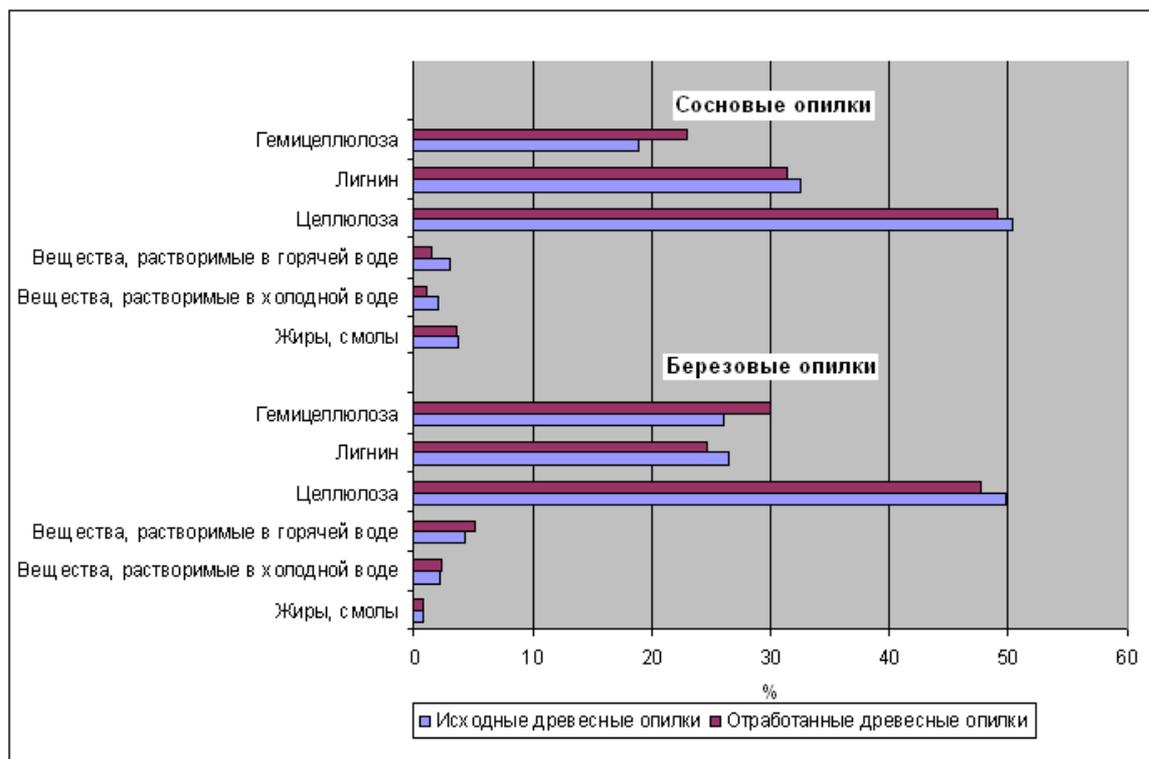


Рисунок 1. Химический состав опилок сосновых и березовых до и после выращивания базидиального гриба *Pleurotus pulmonarius*

Грибные тела *Pleurotus pulmonarius*, выращенные на субстрате, содержащем сосновые опилки, загрязненные мазутом, представлены на рисунке 2.



Рисунок 2. Грибные тела вешенки, выращенные на субстрате, содержащем сосновые опилки, загрязненные мазутом

На основании проведенных исследований было установлено, что древесные опилки лиственных и хвойных пород можно использовать как субстраты для культивирования базидиального гриба вешенки *Pleurotus pulmonarius* с целью получения плодовых тел. В процессе выращивания гриба *Pleurotus pulmonarius* делигнификация происходит в большей степени у субстрата из березовых опилок. Субстрат на основе березовых опилок более благоприятен для культивирования *Pleurotus pulmonarius* в сравнении с сосновыми опилками. Сроки формирования и появления примордиев различны для субстратов из березовых и сосновых опилок. На субстратах из сосновых опилок, загрязненных мазутом, базидиомицет *Pleurotus pulmonarius* хорошо зарастает субстрат и образует полноценные плодовые тела. На сосновых опилках, загрязненных маслами, гриб *Pleurotus pulmonarius* хорошо растет и образует развитый мицелий, но не формирует плодовых тел. Заросший мицелием субстрат из сосновых и березовых опилок может использоваться как инокулюм для выращивания базидиальных грибов с целью получения плодовых тел на других растительных субстратах. Отходы культивирования *Pleurotus pulmonarius* в виде spent substrate предлагается исследовать в дальнейшем, как основу для получения биосорбентов [4].

#### Литература

1. Тимонин, А. С. Инженерно-экологический справочник. Т. 3 / А. С. Тимонин – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. – 1024 с.
2. Дворнина, А. А. Базидиальные съедобные грибы в искусственной культуре / А. А. Дворнина – Кишинев: «ШТИИИИЦА», 1990. – 112 с.
3. Оболенская, А. В. Практические работы по химии древесины и целлюлозы / А. В. Оболенская, В. П. Щеголев, Г. Л. Аким – М.: «Лесная промышленность», 1965. – 412 с.

4. Rinker, D. L. Handling and using “spent” mushroom substrate around the world / D. L. Rinker “Mushroom Biology and Mushroom Products”. Sanchez et al. (eds). 2002. UAEM.

УДК 541.64:536.7

**К. Н. Бусыгин, А. В. Внучкин**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Компьютерный расчет энергии когезии и термического коэффициента сорбции паров воды полимером**

Термический коэффициент сорбции  $\alpha$  характеризует влияние температуры на величину сорбции, это одна из энергетических характеристик сорбции, наряду с характеристической энергией  $E$ , и требуется для многих расчетов процесса сорбции. Термический коэффициент определяется энергией взаимодействия молекул воды и элементарного звена полимера, то есть зависит от энергии когезии звена полимера:

$$\alpha = 1,17 \cdot 10^{-3} - 1,12 \cdot 10^{-5} \Delta E^* (\pm 9,4\%),$$

где  $\Delta E^*$  – энергия когезии звена полимера.

Энергия когезии – это энергия сцепления молекул (ионов) физического тела под действием сил притяжения, определяющаяся силами межмолекулярного взаимодействия, водородной связи и (или) иной химической связи. Энергию когезии с учетом молекулярной упаковки макромолекул  $\Delta E^*$  можно вычислить как аддитивную величину  $\Delta E^* = \Sigma \Delta E_i$  на основании химического строения звена полимера и энергетических вкладов отдельных атомов  $\Delta E_a$  и типов межмолекулярных взаимодействий ( $\Delta E_d, \Delta E_v, \Delta E_u$  – диполь-дипольное взаимодействие, водородная связь и энергия шестичленного цикла соответственно) в энергию когезии. Равновесные данные по сорбции обычно относят не к молю звена полимера, а к массе полимера. Поэтому коррелирует термический коэффициент сорбции с удельной величиной энергии когезии ( $\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1}$ ), вычисленной через вклады  $\Delta E_i$  [1]:

$$\Delta E^* = \Sigma \Delta E_i / M_{зв},$$

где  $\Delta E_i$  – энергетический вклад атома или связи,  $M_{зв}$  – атомная масса звена полимера.

Энергетические вклады  $\Delta E_i$  являются справочными данными, совокупность же учитываемых слагаемых при применении принципа аддитивности зависит от строения полимера и задается исследователем.

Рассматриваемый расчет предназначен для вычисления термического коэффициента сорбции паров воды полимером на основе определения энергии когезии элементарного звена полимера [2].

Программа позволяет ускорить и упростить процесс расчета термического коэффициента сорбции и энергии когезии, объединяя сам расчет по достаточно простым формулам и удобный интерфейс доступа к справочным данным. Данные из справочной подсистемы интерактивно добавляются в расчет выбором необходимых компонентов. Справочник можно редактировать, изменяя и добавляя в него сведения об элементах и иных энергетических составляющих.

Зная структуру звена полимера, пользователь через контекстное меню программы добавляет из электронного справочника в таблицу необходимые элементы звена полимера и виды связей, которые вносят вклад в расчет энергии когезии (рисунк 1).

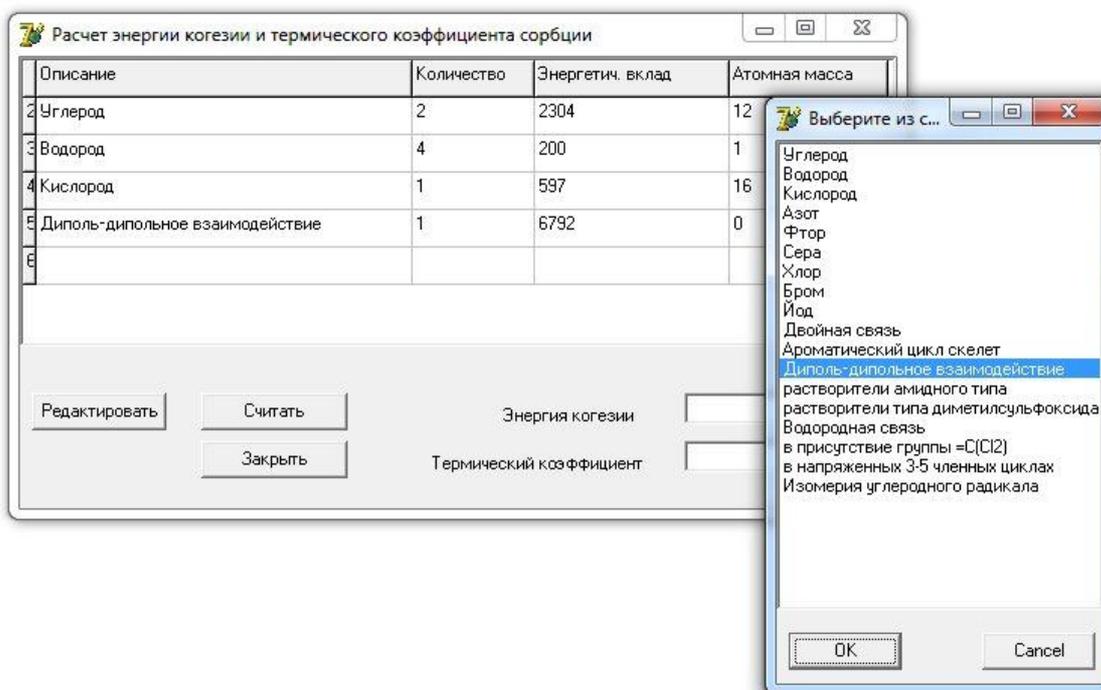


Рисунок 1. Программа в режиме задания структуры звена полимера

Число однотипных составляющих задается в соответствующем поле таблицы в режиме ручного редактирования или путем ввода нескольких одинаковых строк. С помощью контекстного меню можно как добавить слагаемые, так и удалить из рассмотрения. По завершении процедуры описания структуры полимера (добавления всех элементов звена полимера и типов связей) инициируется расчет кнопкой «Считать». Результаты появятся в полях «Энергия когезии» и «Термический коэффициент». В качестве примера (рисунк 2) приведены результаты расчета параметров для полиэтиленоксида (ПЭО), структура звена которого  $-OCH_2CH_2-$ , молярная масса звена – 44.

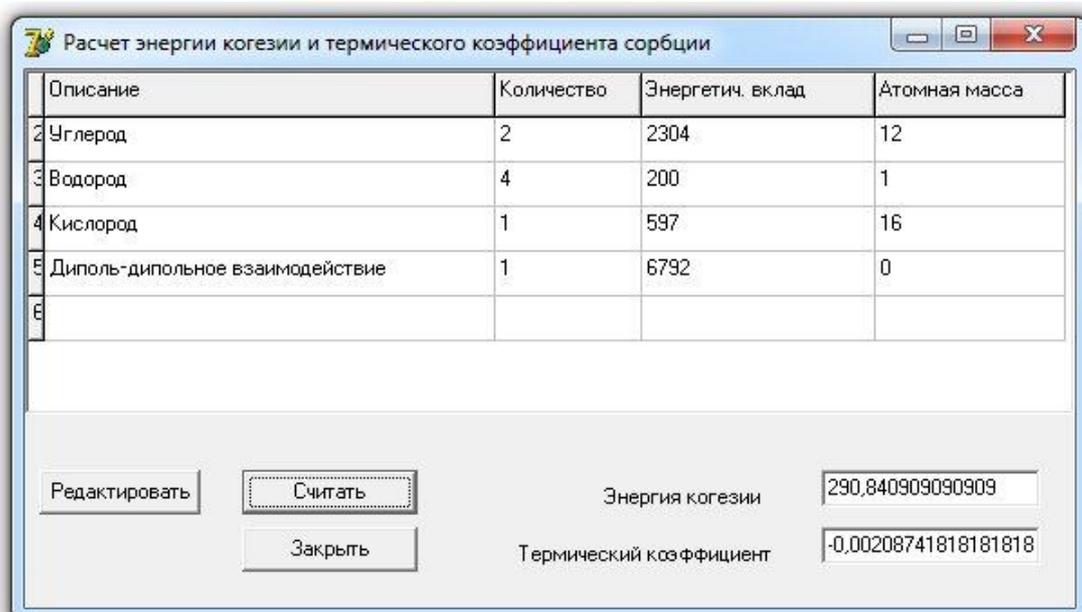


Рисунок 2. Расчет термического коэффициента сорбции паров воды полиэтиленоксидом

Вклады в величину энергии когезии ПЭО вносят 2 атома углерода, 4 атома водорода, 1 атом кислорода и диполь-дипольное взаимодействие. Энергия когезии звена полимера получилась равной примерно 290,84 Дж/г, термический коэффициент сорбции  $-2,087 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ , что соответствует значениям, рассчитанным в работе [3].

Справочная часть программы (список атомов и связей с их характеристиками) не является неизменной, ее данные можно редактировать и добавлять новые в интерактивном режиме. Для редактирования списка в основном окне нужно нажать кнопку «Редактировать», появившееся окно (рисунок 3) представляет собой таблицу характеристик всех существующих в справочнике элементов.

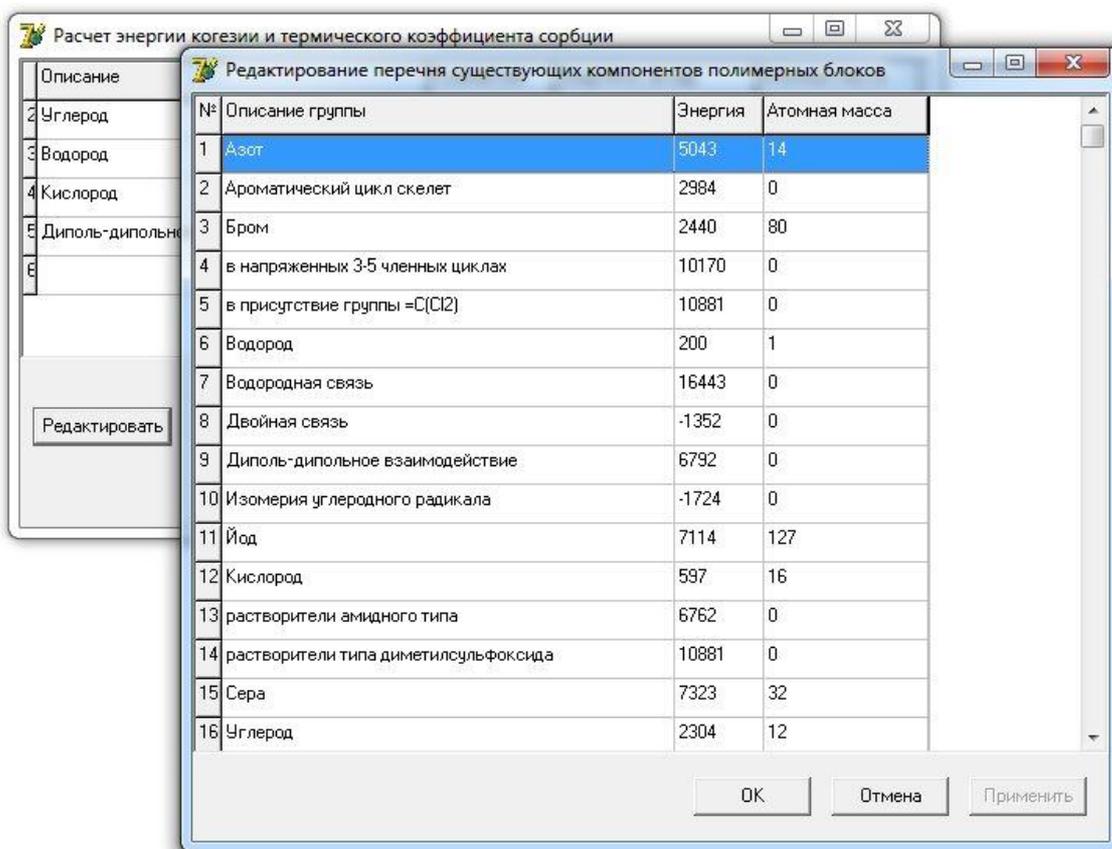


Рисунок 3. Программа в режиме редактирования справочника

С помощью контекстного меню можно добавлять записи о новых элементах, редактировать данные в выделенной строке и удалять строки.

Рассмотренный программный продукт может использоваться как самостоятельно, так и в качестве компонента более общих термодинамических расчетов систем с полимерами, например, для расчета области термодинамической устойчивости полимерных систем [4].

*Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (ГК № П1273 от 09.06.2010 г.).*

### Литература

1. Гребенников, С. Ф. Термодинамика смешения хитозана с поливиниловым спиртом и полиэтиленоксидом / С. Ф. Гребенников, А. В. Внучкин, Е. С. Сашина // ЖПХ. – 2010. – Т. 83, № 7. – С. 1085–1091.

2. Бусыгин, К. Н. Расчет характеристической энергии и термического коэффициента сорбции на основе термического уравнения сорбции / К. Н. Бусыгин, С. Ф. Гребенников, А. В. Внучкин / Свидетельство ФИПС о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616775 от 31.08.2011.

3. Внучкин, А. В. Физико-химические исследования совместимости хитозана с поливиниловым спиртом и полиэтиленоксидом в растворах и

пленках / А. В. Внучкин. – Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – СПб.: СПГУТД, 2009.

4. Бусыгин, К. Н. Расчет области термодинамической устойчивости полимерных систем / К. Н. Бусыгин, С. Ф. Гребенников, А. В. Внучкин, Н. Ю. Бусыгин / Свидетельство ФИПС о госрегистрации программы для ЭВМ № 2011616774 от 31.08.2011.

**УДК 677.027.4**

**С. А. Захаренков, Е. В. Кудрявцева, А. А. Буринская**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Исследование влияния окислительно-восстановительной системы персульфат аммония – тиомочевина на процесс печатания шерсти**

В литературных источниках сведений об использовании окислительно-восстановительных систем (ОВС) для процессов колорирования встречается мало [1, 3–6]. В отдельных случаях авторы предлагают использовать обработку текстильного материала только окислителем или только восстановителем. Эта область исследований рассмотрена недостаточно, в связи с чем представлялось целесообразным провести серию экспериментов по изучению воздействию ОВС на процесс печати, т. к. большинство работ посвящено интенсификации процесса крашения.

В данной работе были проведены исследования влияния окислительно-восстановительных систем на интенсификацию процесса печатания шерстяной ткани.

В начале осуществлялась пропитка в растворе только персульфата аммония (АПС) (0,005 моль/л) при 60 °С в течение 30 мин. Постоянное значение рН (5,5 и 4,3) поддерживалось с помощью универсальной буферной смеси. Затем образцы отжимались и высушивались при комнатной температуре. Технологическая проводка после печати осуществлялась по классическому режиму [2].

Для процесса печати были использованы 4 марки красителей: кислотный желтый светопрочный, кислотный бордо, кислотный синий 2К, кислотный зеленый Ж. Интенсивность окраски характеризовали функцией Гуревича-Кубелки-Мунка (ГКМ). Спектральные и колористические характеристики измерялись на спектрофотометре «Color J5» фирмы Greatag Macbeth.

Результаты исследований представлены на *рисунке 1* и в *таблицах 1–4*.

**Таблица 1. Колористические характеристики и координаты цветности шерстяной ткани, напечатанной кислотным зеленым Ж, в системе Lab**

Номер образца	Цветовые характеристики					K/S при $\lambda_{\max} = 625 \text{ нм}$
	Стандартный источник освещения D65/10 <sup>0</sup>					
	L*	a*	b*	C*	h*	
1	78,63	-6,38	7,12	9,56	131,85	0,2850
2	79,26	-4,16	6,43	7,66	122,92	0,1333
3	80,54	-6,66	5,95	8,93	138,23	0,2456
4	80,13	-3,56	7,86	8,63	114,39	0,1581

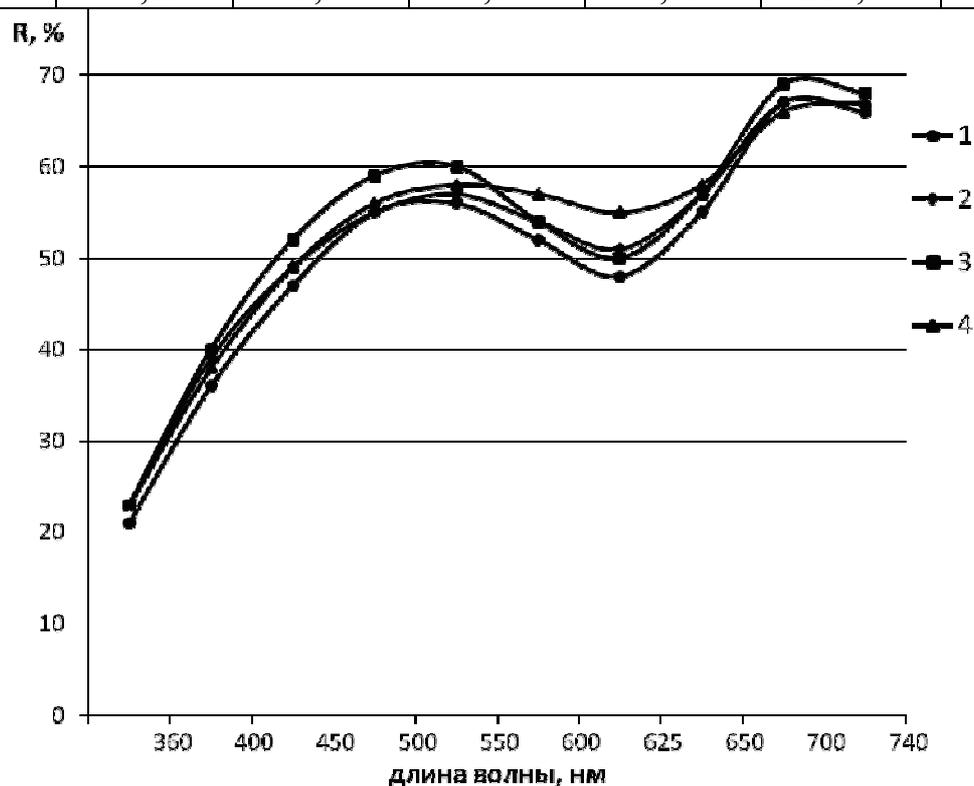


Рисунок 1. Спектры отражения шерстяной ткани, напечатанной красителем кислотным зеленым Ж: 1 – обработка в АПС без буфера; 2 – обработка в АПС с буфером (рН = 5,5); 3 – обработка в АПС с буфером (рН = 4,3); 4 – образец, напечатанный по классическому способу.

**Таблица 2. Колористические характеристики и координаты цветности шерстяной ткани, напечатанной кислотным бордо, в системе Lab**

Номер образца	Цветовые характеристики					K/S при $\lambda_{\max} = 525 \text{ нм}$
	Стандартный источник освещения D65/10 <sup>0</sup>					
	L*	a*	b*	C*	h*	
1	76,35	6,47	6,35	9,06	44,47	0,306
2	76,14	9,17	4,05	10,02	23,83	0,333
3	77,06	7,61	4,80	9,00	32,26	0,293
4	75,43	8,37	5,30	9,91	32,33	0,346

**Таблица 3. Колористические характеристики и координаты цветности шерстяной ткани, напечатанной кислотным синим 2К, в системе Lab**

Номер образца	Цветовые характеристики					K/S при $\lambda_{\max} = 600$ нм
	Стандартный источник освещения D65/10 <sup>0</sup>					
	L*	a*	b*	C*	h*	
1	75,39	-1,91	2,43	3,08	128,15	0,2918
2	75,64	-2,35	-0,56	2,42	193,31	0,3060
3	75,21	-2,36	-0,31	2,38	187,43	0,3190
4	75,50	-3,25	-1,67	3,66	207,24	0,3340

**Таблица 4. Колористические характеристики и координаты цветности шерстяной ткани, напечатанной кислотным желтым светопрочным, в системе Lab**

Номер образца	Цветовые характеристики					K/S при $\lambda_{\max} = 500$ нм
	Стандартный источник освещения D65/10 <sup>0</sup>					
	L*	a*	b*	C*	h*	
1	79,85	2,02	10,98	11,17	79,58	0,2623
2	80,32	2,15	10,27	10,49	78,19	0,2530
3	80,92	2,07	10,57	10,77	78,90	0,2383
4	81,06	3,47	12,83	13,29	74,87	0,2800

Как можно видеть из *рисунка 1* и *таблиц 1–4* положительный результат получен для красителя кислотного зеленого Ж. Причем, более интенсивную (функция ГКМ (K/S) и показатель L\*) окраску имеют образцы, обработанные раствором АПС без введения буфера, что можно объяснить понижением значений рН при разложении АПС, в результате чего и повышается сорбция красителя. Изменения в хромофорной системе красителя кислотного зеленого Ж не произошло, о чем свидетельствует отсутствие батохромных и гипсохромных сдвигов на спектральной кривой (рис. 1). Для других исследуемых красителей обработка перед печатью только растворами АПС не достаточно эффективна.

Далее исследовано влияние предварительной обработки материала редокс-системой АПС – тиомочевина (0,005 ÷ 0,05 моль/л) при температуре 60 °С в течение 30 мин. Затем осуществлялся процесс печати с использованием тех же красителей и по аналогичному режиму.

Результаты исследований представлены на *рисунках 2, 3* и в *таблицах 5–8*.

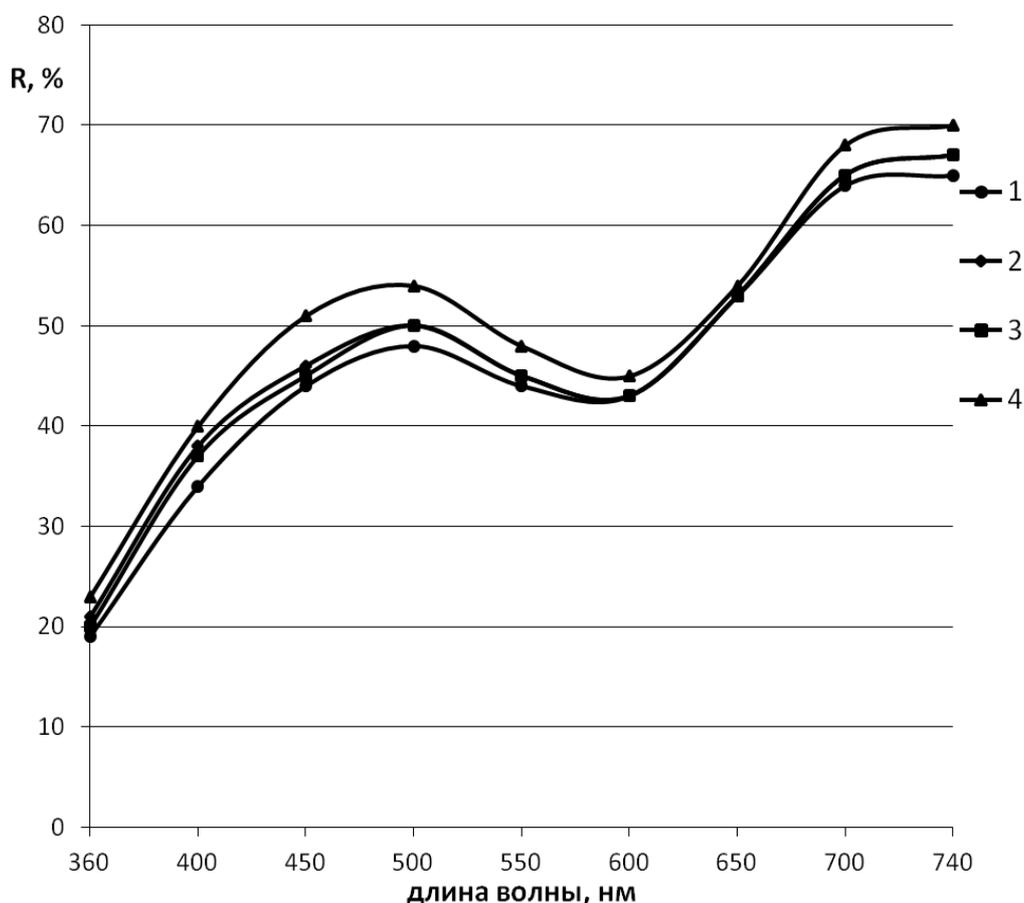


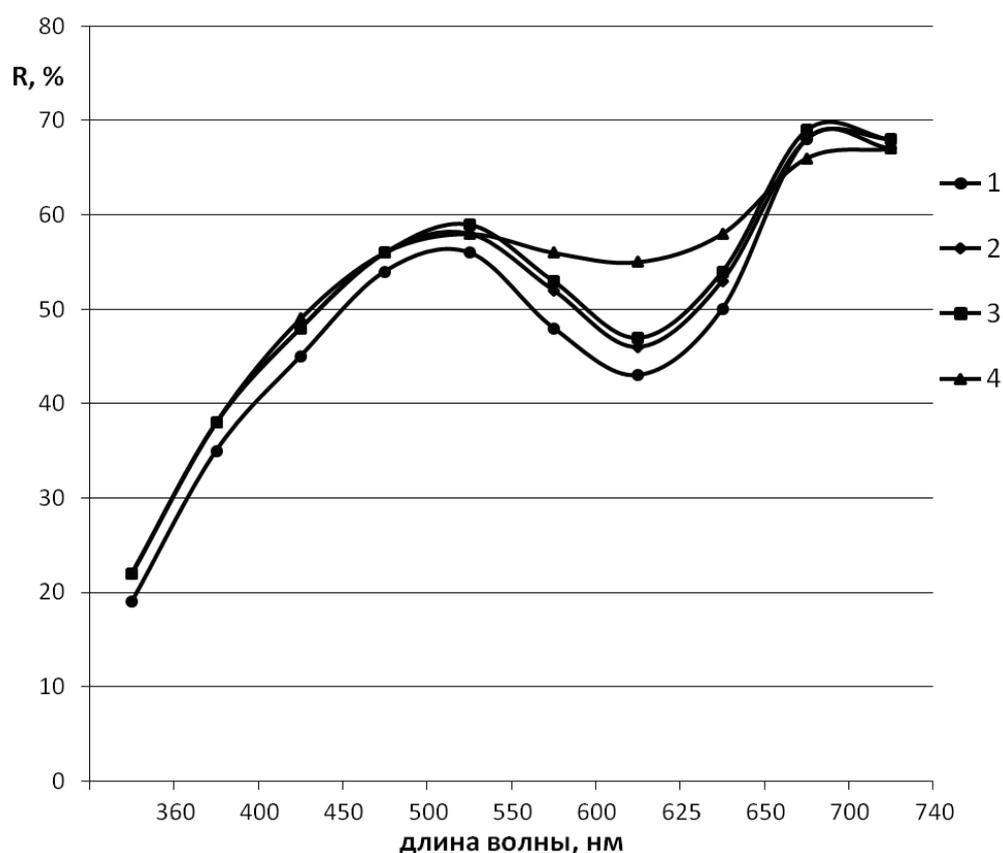
Рисунок 2. Спектры отражения шерстяной ткани, напечатанной красителем кислотным синим 2К: 1 – обработка в АПС – тиомочевина без буфера; 2 – обработка в АПС – тиомочевина с буфером (рН = 5,5); 3 – обработка в АПС – тиомочевина с буфером (рН = 4,3); 4 – образец, напечатанный по классическому способу

**Таблица 5. Колористические характеристики и координаты цветности шерстяной ткани, напечатанной кислотным желтым светопрочным, в системе Lab**

Номер образца	Цветовые характеристики					K/S при $\lambda_{\max} = 500$ нм
	Стандартный источник освещения D65/10 <sup>0</sup>					
	L*	a*	b*	C*	h*	
1	80,23	2,22	12,40	12,60	79,84	0,2670
2	79,69	3,06	12,84	13,20	76,62	0,2988
3	79,10	4,10	14,14	14,72	73,83	0,3490
4	81,06	3,47	12,83	13,29	74,87	0,2790

**Таблица 6. Колористические характеристики и координаты цветности шерстяной ткани, напечатанной кислотным бордо, в системе Lab**

Номер образца	Цветовые характеристики					K/S при $\lambda_{\max} = 525 \text{ нм}$
	Стандартный источник освещения D65/10 <sup>0</sup>					
	L*	a*	b*	C*	h*	
1	75,19	8,43	6,96	10,93	39,51	0,3606
2	74,35	9,31	5,86	11,01	32,16	0,3912
3	74,30	9,79	5,36	11,16	28,68	0,3958
4	75,43	8,37	5,30	9,91	32,33	0,3460



**Рисунок 3. Спектры отражения шерстяной ткани, напечатанной красителем кислотным зеленым Ж: 1 – обработка в АПС – тиомочевина без буфера; 2 – обработка в АПС – тиомочевина с буфером (рН = 5,5); 3 – обработка в АПС – тиомочевина с буфером (рН = 4,3); 4 – образец, напечатанный по классическому способу.**

**Таблица 7. Колористические характеристики и координаты цветности шерстяной ткани, напечатанной кислотным синим 2К, в системе Lab**

Номер образца	Цветовые характеристики					K/S при $\lambda_{\max} = 600$ нм
	Стандартный источник освещения D65/10 <sup>0</sup>					
	L*	a*	b*	C*	h*	
1	72,93	-2,06	1,10	2,33	151,92	0,3850
2	73,76	-2,36	-0,11	2,36	182,60	0,3691
3	73,66	-2,60	0,49	2,65	169,39	0,3734
4	75,50	-3,25	-1,67	3,66	207,24	0,3349

**Таблица 8. Колористические характеристики и координаты цветности шерстяной ткани, напечатанной кислотным зеленым Ж, в системе Lab**

Номер образца	Цветовые характеристики					K/S при $\lambda_{\max} = 625$ нм
	Стандартный источник освещения D65/10 <sup>0</sup>					
	L*	a*	b*	C*	h*	
1	77,54	-8,92	7,42	11,61	140,25	0,3778
2	79,10	-7,71	7,21	10,55	136,91	0,3052
3	79,58	-7,37	7,48	10,50	134,58	0,2850
4	80,13	-3,56	7,86	8,63	114,39	0,1888

Из приведенных данных можно видеть, что действие редокс-системы в процессах печатания данными красителями оказывает положительное влияние на качество окраски, причем, в большей степени это проявляется для кислотного синего 2К, кислотного бордо и зеленого Ж красителей. Об этом свидетельствуют данные по светлоте (L), а также функция ГKM (K/S). Кроме того, использование окислительно-восстановительной системы не изменяет оттенок цвета полученных окрасок, о чем свидетельствует отсутствие батохромных и гипсохромных сдвигов на спектральных кривых, что важно при колорировании текстильных материалов в заданный цветовой тон. Для получения более объективных данных предполагается расширить ряд объектов исследования, условий нанесения рисунка на ткань и последующих обработок с целью создания универсальной технологии применения ОВС.

### Литература

1. Сафонов, В. В. Изучение влияния окислительно-восстановительных добавок на крашиваемость полиамидного полотна оптическими методами / В. В. Сафонов, О. Н. Венчугова // Техника и Технология. Крашение и отделка. СПГУТД, 2000. – № 4. – С. 23–24.
2. Хархаров, А. А. Подготовка и крашение волокнистых материалов / А. А. Хархаров, И. А. Предтеченская. – Л.: Изд. «Издательство ЛГУ», 1979. – 221 с.

3. *Kantouch, A.* Surface Modification of Wool Fabric to Improve its Printing with Acid and Reactive Dyes / A. Kantouch, F. Kantouch, H. El-Sayled. – Textile Research Division, National Research Centre, Dokki, Cairo, Egypt. 2006.

4. *Болотских, М. М.* Исследование влияния окислительно-восстановительных добавок на процессы печатания хлопчатобумажной ткани пигментными красителями / М. М. Болотских, А. К. Гончаров // Текстильная промышленность, 2007. – № 4 (спецвыпуск). – С. 29 – 31.

5. *Петрова, О. В.* Интенсификация процесса крашения шерсти активными красителями с использованием окислительно-восстановительных систем / О. В. Петрова, А. А. Буринская, Н. А. Жукова // Технология текстильной промышленности, 2002. – № 6. – С. 57–59.

6. *Петрова, О. В.* Изменение структуры шерстяного волокна при крашении в окислительно-восстановительной среде / О. В. Петрова // Журнал прикладной химии, 2005. – № 4. – С. 616–618.

**УДК 677.027.6**

**Ю. А. Зимакова, Р. Р. Ногай, А. А. Буринская**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Влияние ферментов на удаление жировых и водорастворимых загрязнений с хлопчатобумажных тканей**

В настоящее время актуален вопрос повышения качества обработки заказов на предприятиях химической чистки и прачечных, который связан с максимальным удалением различных загрязнений, в том числе локальных.

Процесс удаления локальных загрязнений (пятен) сложен и требует знания свойств волокнистых материалов, различных загрязняющих веществ и применяемых препаратов. Степень загрязняемости тканей и прочность удержания на них загрязнений непосредственно зависят от волокнистого состава и структуры ткани. К числу наиболее трудноудаляемых загрязнений относятся застарелые пятна жирового происхождения, подвергнувшиеся в процессе эксплуатации действию тепла, света и других факторов.

На сегодняшний день все большее распространение в составе моющих средств получают ферменты, которые не вызывают загрязнения окружающей среды. Их использование способствует быстрому и полному удалению загрязнений, которые под действием других веществ удаляются трудно или не удаляются совсем [1, 4].

Свойства бытовых жидких синтетических моющих средств (СМС) могут быть существенно улучшены с помощью добавления энзимов. Эти энзимы относятся к тому же типу, как и энзимы, используемые в порошковых СМС, например, протеазы и амилазы. Действие протеазы заключается в гидролизе белковых компонентов загрязнений, в результате чего образуются растворимые пептиды, которые легко удаляются СМС. Таким же образом действует амилаза, гидролизуя нерастворимые крахмальные материалы, и липаза, разрушающая триглицериды высших жирных кислот. Так как нерастворимые белки, крахмал, жиры способствуют сильной адгезии загрязнений на текстильном материале, удаление энзимами этих веществ повышает моющую способность СМС [2].

Ферменты отличаются высокой специфичностью действия в отношении как химической природы субстрата, так и типа реакции, т.е. каждый фермент катализирует в основном только определенную химическую реакцию. Для каждого фермента характерна специфическая последовательность расположения аминокислотных остатков и пространственная конформация.

Цель нашего исследования заключалась в изучении влияния ферментов на процесс удаления водонерастворимых и водорастворимых загрязнений с поверхности хлопчатобумажных тканей. Для определения моющей способности применяли ткань, загрязненную на специальной установке чаем и загрязнителями, в состав которых входят: подсолнечное масло, ланолин, парфюмерное вазелиновое масло, сажа.

Загрязняемость волокнистых материалов обусловлена химической природой полимера, наличием на его поверхности каналов, чешуек, трещин, различных неровностей, в которых удерживаются частицы загрязнений. Это определяет специфический характер загрязняемости различных по природе и структуре текстильных материалов/3/.

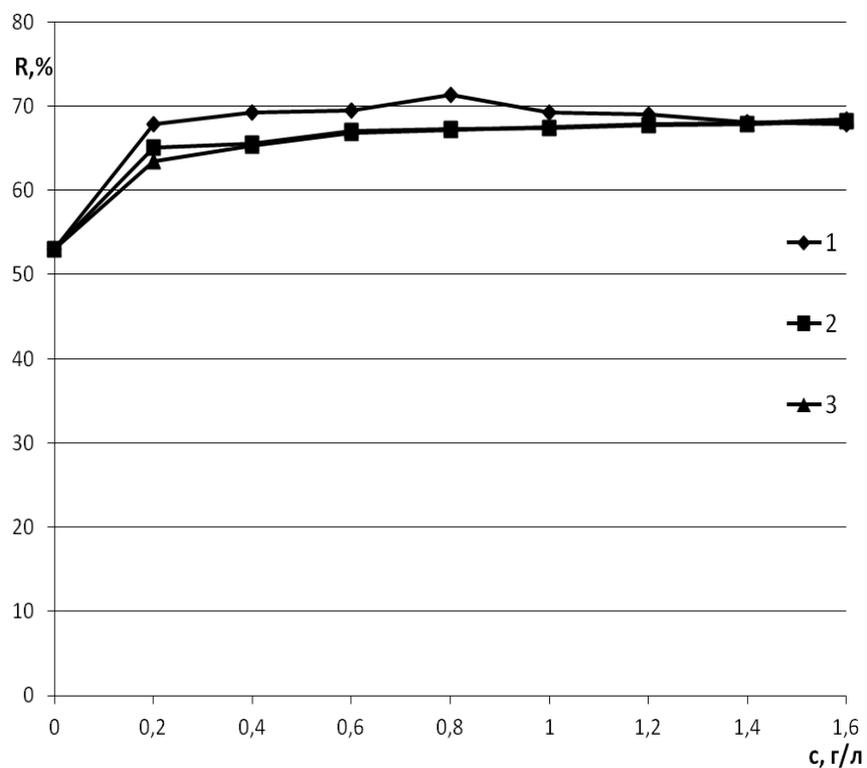
Качество удаления загрязнений характеризовалось коэффициентом отражения обработанных тканей и моющей способностью, которая определялась по формуле Менха-Кауфмана:

$$M_c = (R_B - R_3) / (R_H - R_3) * 100,$$

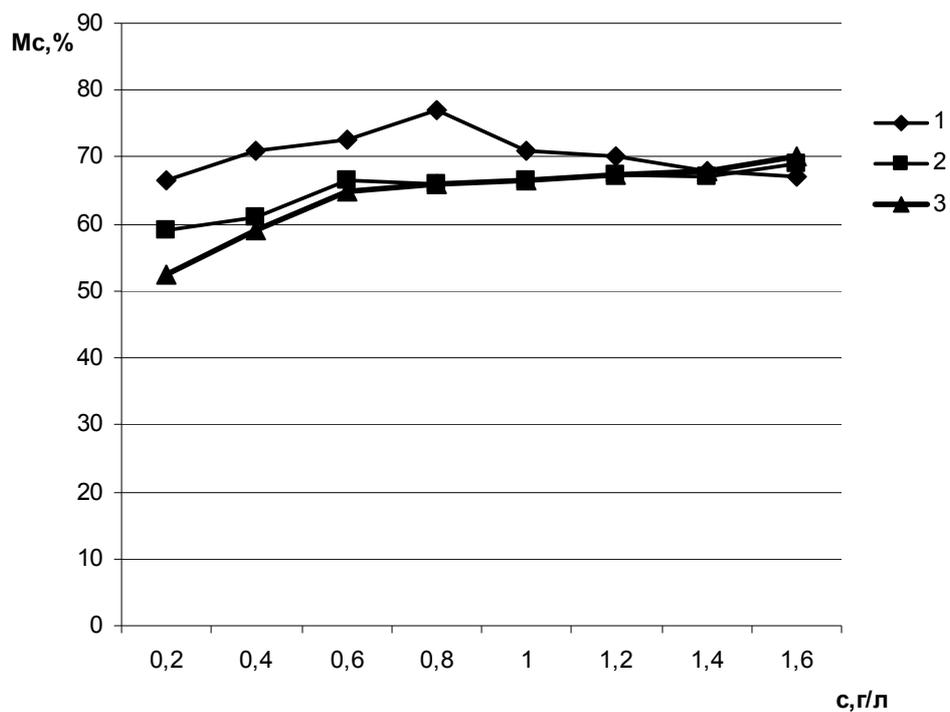
где  $R_B$ ,  $R_3$ ,  $R_H$  – коэффициенты отражения, соответственно, вымытого (ранее загрязненного) образца, загрязненного и исходного (чистого образца).

В работе были использованы три ферментативных препарата: Савиназа 16L, Туре Ех; Савиназа/Термамил 4.8/12; Панкреатин.

В первой серии опытов было исследовано влияние концентраций различных ферментов на десорбцию жировых веществ с поверхности хлопчатобумажных тканей. С этой целью проводили стирку загрязненных образцов в одинаковых условиях, при 50 °С в течение 30 мин. Концентрация ферментов варьировалась от 0,2 до 1,6 г/л. Результаты представлены на *рисунке 1*.



*a*



*б*

Рисунок 1. Влияние концентрации ферментов на коэффициент отражения (а) и мощность способность (б): 1 – Панкреатин; 2 – Савиназа/Термамил 4.8/12; 3 – Савиназа 16L, Туре Ех.

Полученные результаты по стирке загрязненных тканей свидетельствуют о том, что наилучший результат при удалении жировых загрязнений показал Панкреатин. Из рисунка видно, что моющая способность исследуемых ферментов резко увеличивалась при концентрации от 0,2 до 0,8 г/л. Более высокие концентрации ферментов практически не влияли на моющую способность. Таким образом, Панкреатин может внести существенный вклад в способность моющего средства удалять белковые пятна. С увеличением его концентрации до 0,8 г/л моющий эффект значительно возрастает по сравнению с двумя другими ферментами, которые показывают почти одинаковые результаты без особых различий между собой.

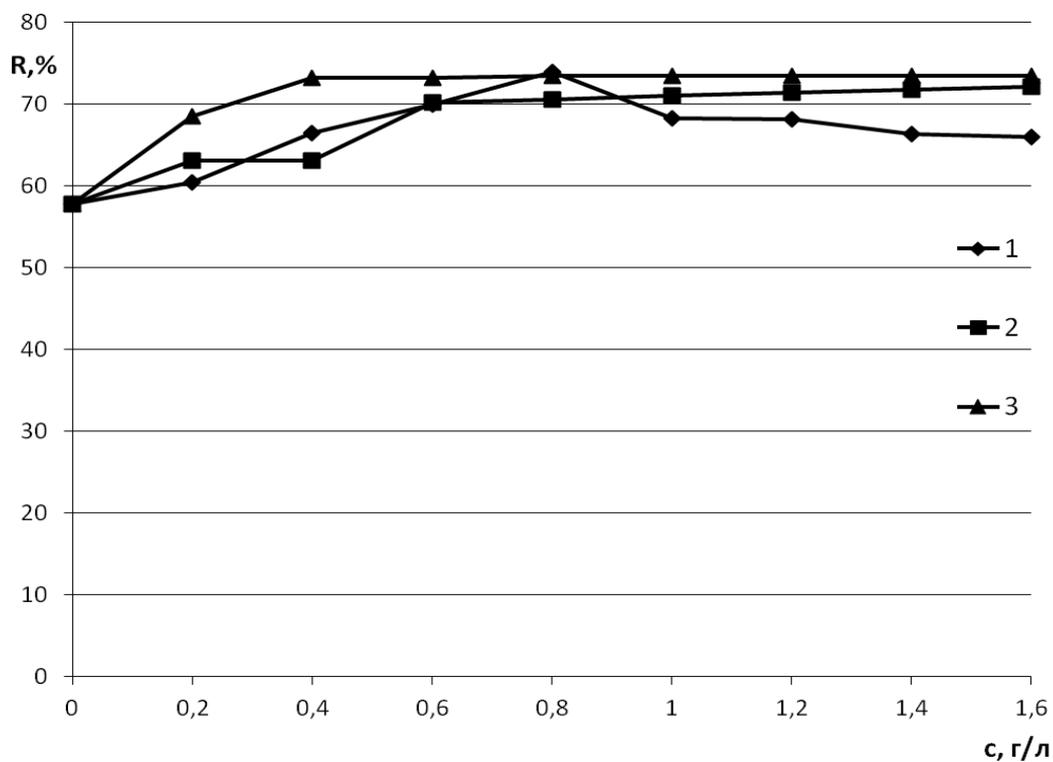
На следующем этапе исследований изучалось влияние ферментов на процесс удаления водорастворимых загрязнений. Предварительно хлопчатобумажная ткань была загрязнена чаем. Качество удаления загрязнений также характеризовалось коэффициентом отражения обработанных тканей и моющей способностью.

В работе были исследованы вышеназванные ферментативные препараты: Савиназа 16L, Туре Ех; Савиназа/Термамил 4.8/12; Панкреатин.

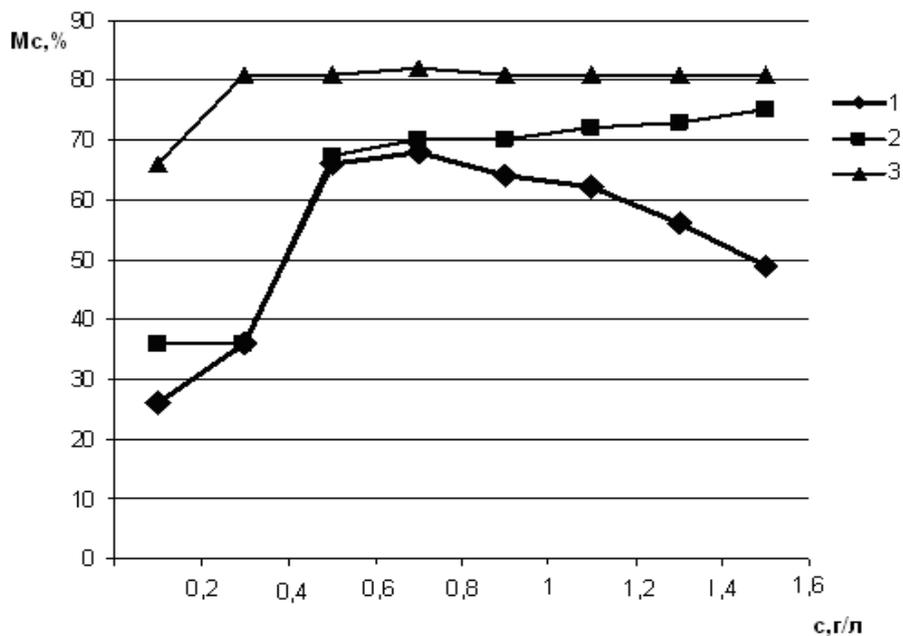
Исследовано влияние концентраций ферментов на десорбцию водорастворимых загрязнений с поверхности хлопчатобумажных тканей. Концентрация ферментов варьировалась от 0,2 до 1,6 г/л. Результаты представлены на *рисунке 2*.

На *рисунке 2* приведены данные для исследуемых ферментов. Стирку также проводили по стандартному режиму при 50 °С в течение 30 мин. Установлено, что более эффективное действие на удаление водорастворимых загрязнений оказывает Савиназа/Термамил 4.8/12. Причем оптимальная концентрация Савиназа/Термамил 4.8/12 находится в пределах от 0,2 до 0,8 г/л, так как при дальнейшем увеличении концентрации моющая способность фермента увеличивается незначительно, а у Панкреатина (*кривая 1*) при больших концентрациях моющий эффект даже снизился.

Энзимные жидкие СМС особенно удобны для обработки сильных загрязнений. Эффект использования энзимных препаратов в таких условиях значителен. Приведенные выше исследования доказывают эффективность использования биопрепаратов при обработке хлопчатобумажных тканей. При использовании ферментов наблюдается увеличение моющей способности раствора. Необходимо тщательно подбирать состав жидкого СМС для достижения оптимального действия энзима в случае загрязнений различного характера как в процессах удаления пятен, так и при стирке текстильных изделий.



*a*



*б*

Рисунок 2. Влияние концентрации фермента на коэффициент отражения (*a*) и на мощность способность (*б*): 1 – Панкреатин; 2 – Савиназа 16L, Туре Ех; 3 – Савиназа/Термамил 4.8/12.

## Литература

1. *Петрунина, Л. С.* Изучение влияния волокнистого состава ткани на эффективность удаления жировых загрязнений с помощью липолитических ферментов / Л. С. Петрунина, Т. Е. Баланова, В. В. Сафонов, А. Б. Белова, Н. Л. Клячко // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 2009. – № 1С. – С. 47–51.

2. *Кричевский, Г. Е.* Энзимные биотехнологии в отделке текстиля / Г. Е. Кричевский, А. П. Синицын // Текстильная промышленность, 2000. – № 6. – С. 22–24.

3. *Федорова, А. Ф.* Технология химической чистки: учеб. пособие / А. Ф. Федорова. – М., 2005. – 559 с

4. *Чешкова, А. В.* Ферменты и технологии для текстиля, моющих средств, кожи и меха: учеб. пособие / А. В. Чешкова. – Иваново, 2007. – 280 с.

**УДК 677.027.534.1**

**В. В. Жидкова, Н. В. Дащенко, А. М. Киселев**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Изучение эффективности применения различных восстановителей и окислителей в процессе вытравной печати**

Вытравная печать основана на разрушении (обесцвечивании) окраски (красителя) фона предварительно окрашенного текстильного материала. Обесцветить фон окраски означает разрушить хромофорную часть органической молекулы красителя, т. е. систему сопряженных двойных связей. Исходя из химического строения красителей различных классов, в которых более 60 % составляют азокрасители (прямые, кислотные, нерастворимые азо, активные, дисперсные, катионные), 20 % полициклохиноновые и только 20 % остальные виды хромофоров, можно предположить 2 основных механизма (химизма) вытравной печати:

- окислительная деструкция;
- восстановительная деструкция.

При выборе принципа вытравной печати следует учитывать следующие моменты:

- по возможности минимизировать деструкцию текстильного материала;
- исключить образование окрашенных продуктов деструкции;
- исключить образование токсичных продуктов деструкции;

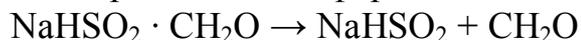
- технология должна обеспечить наиболее полное удаление из текстильного материала при промывке продуктов деструкции.

По фону, окрашенному прямыми красителями, можно получать белую и цветную вытравки. Все прямые красители в зависимости от их способности к восстановительной вытравке оцениваются по пятибалльной системе. Белую вытравку рекомендуют для красителей с вытравляемостью 3-4 балла, цветную – для красителей с вытравляемостью до 2 баллов.

В состав вытравной бели помимо загустки входят восстановители. В качестве восстановителей применяются: гидросульфит (дителинит натрия), ронгалит (формальдегидсульфоксилат натрия), двуокись тиомочевины.

Восстановители – производные дитионитов – способны окисляться кислородом воздуха, поэтому их всегда в избытке вводят в печатные краски.

При высокой температуре термофиксации (выше 110 °С) происходит разложение ронгалита на формальдегид и сульфоксилат натрия:



Сульфоксилат с кислородом может образовывать пероксид, который, реагируя с водой, приводит к образованию перекиси водорода, способной вызывать окислительную деструкцию целлюлозы.

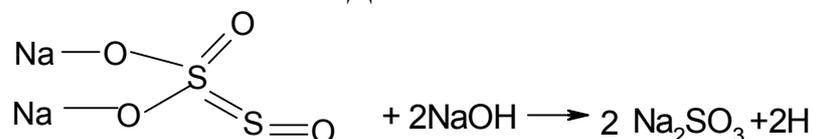
Двуокись тиомочевины в щелочной среде быстро переходит в натриевую соль формамидинсульфиновой кислоты, которая является восстановителем, а сама превращается в мочевины.

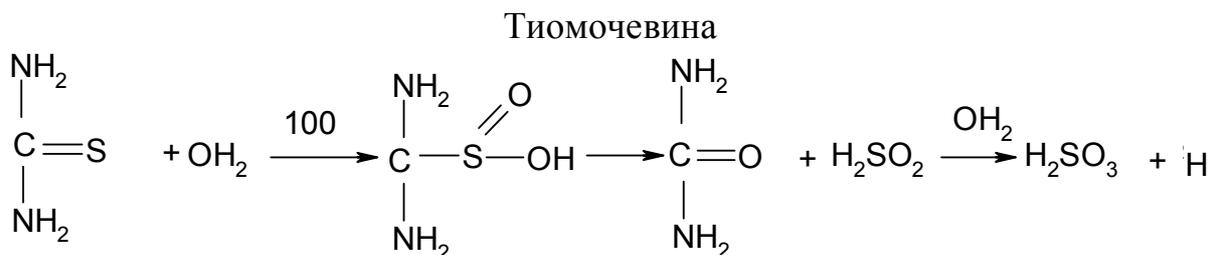
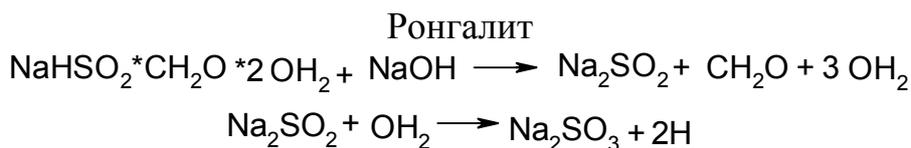
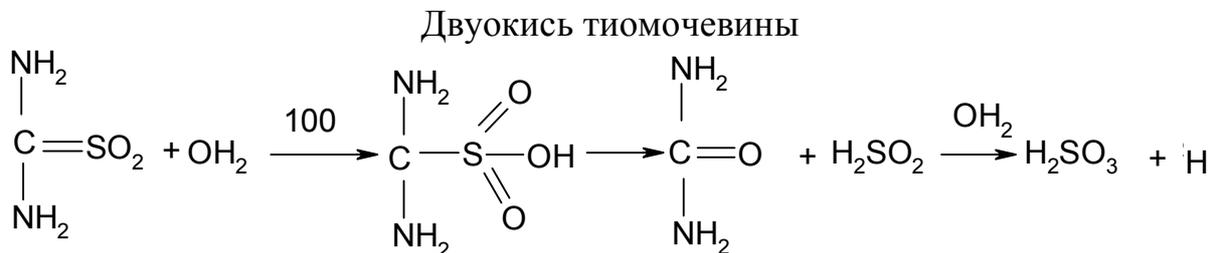
Восстановительная способность восстановителей может быть оценена по потенциалу, который развивается восстановителем в системе из двух электродов (стандартный и измерительный). В первой части нашего исследования необходимо изучить восстановительную способность различных восстановителей применительно к различным видам красителей фона. В работе применялись следующие восстановители:

- порошок цинка
- дителинит
- ронгалит
- тиомочевина
- восстановитель AN (двуокись тиомочевины)

Образование атомарного водорода протекает по следующим реакциям:

Дителинит





Для проведения процесса окислительной вытравки использовали перекись водорода в форме пергидроля.

В качестве красителей фона применяли ряд прямых, кислотных, дисперсных и активных красителей различного химического строения. Возможные схемы реакции взаимодействия красителей с восстановителями в процессе вытравной печати [1, 2] приведены в *таблице*.

**Рецептура восстановительного вытравного состава (г/кг):**

- Восстановитель – 100
- Вода – 100
- Поташ с водой 1:1 – 50
- Загустка (полигалактоманан 8 %) – до 1000

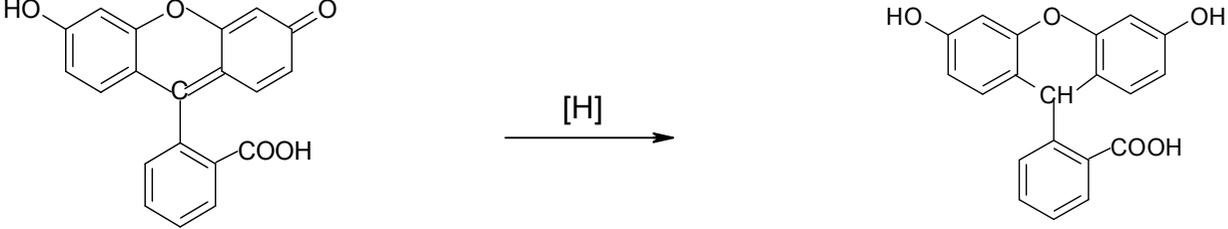
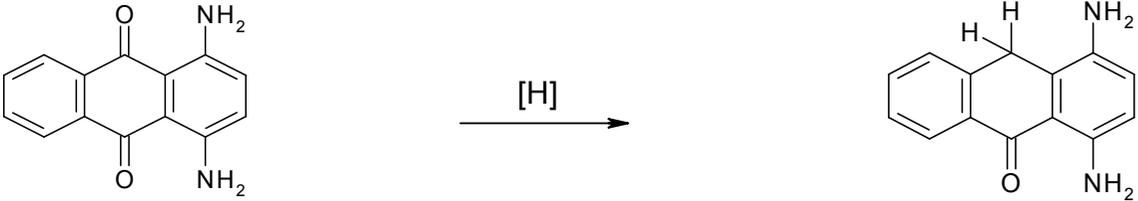
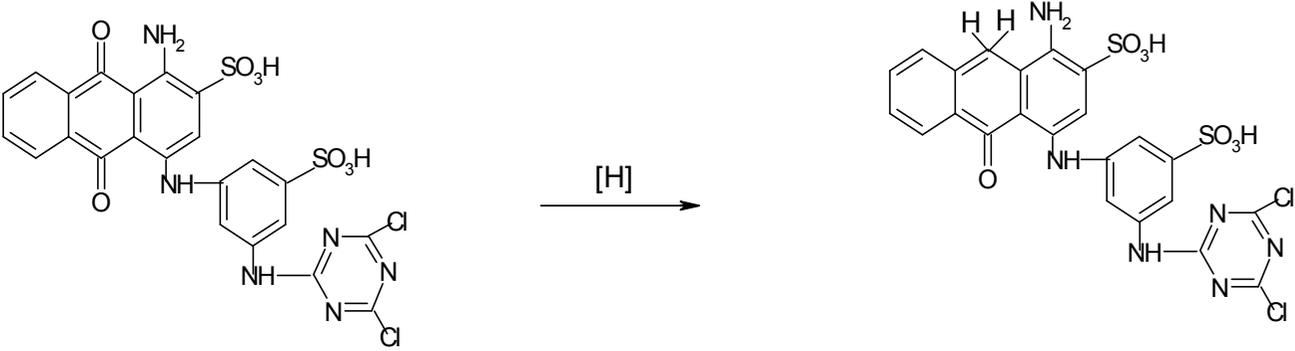
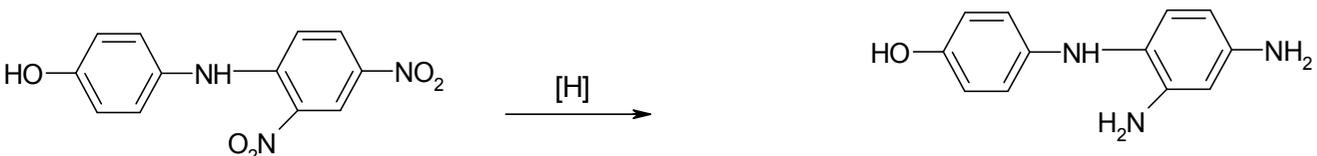
**Рецептура окислительного вытравного состава (г/кг):**

- Перекись водорода – 100
- Стабилизатор перекиси ВАС – 100
- Вода – 200
- Загустка – до 1000

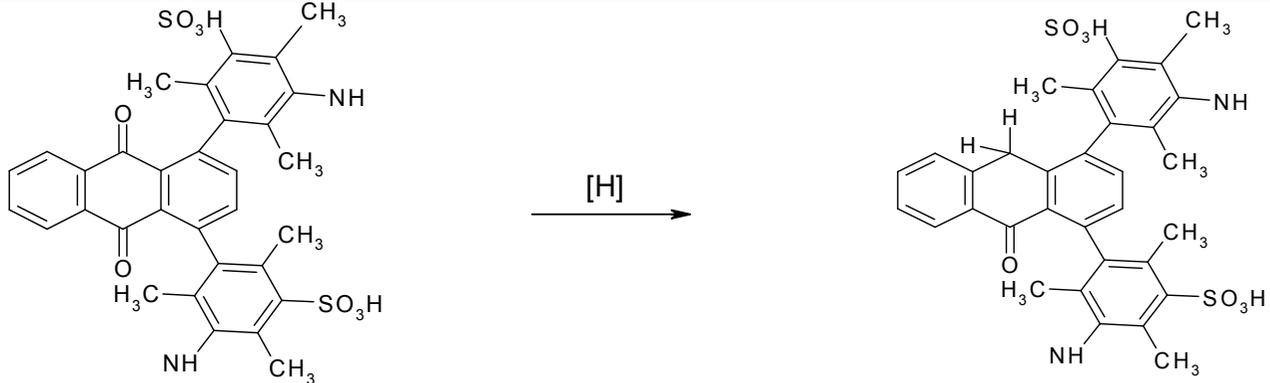
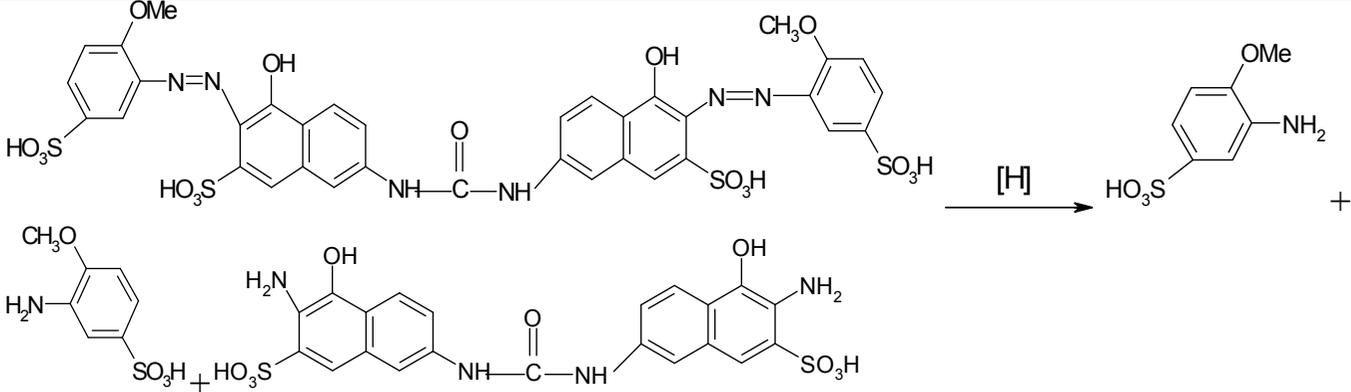
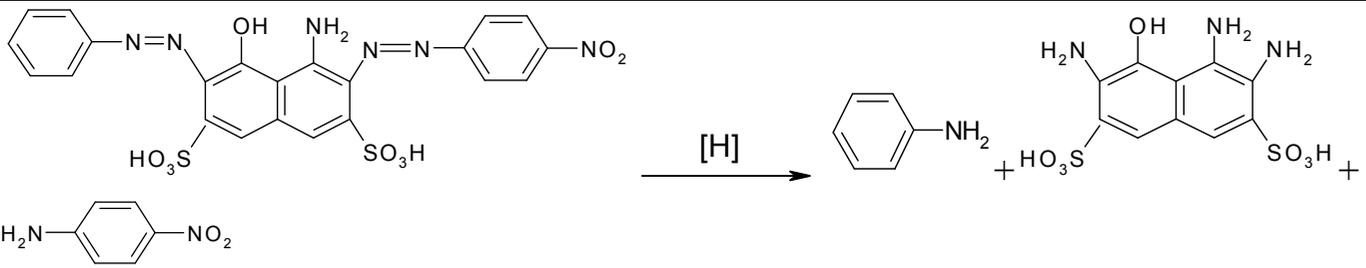
*Примечание:* в качестве загустки использовались полигалактоманан (8%-й раствор) и акриловый ассоциативный загуститель РТЛ (18%-й раствор).

Эффективность применения восстановителей оценивали по величине разнооттеночности  $\Delta E$ , возникающей между интенсивностью окраски фона и вытравного участка рисунка. Экспериментальные данные представлены в виде диаграмм (*рисунок*).

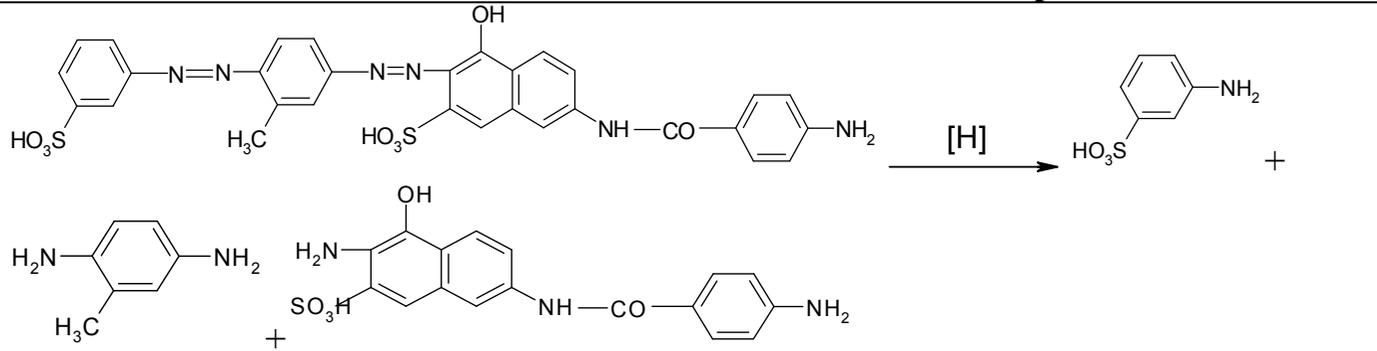
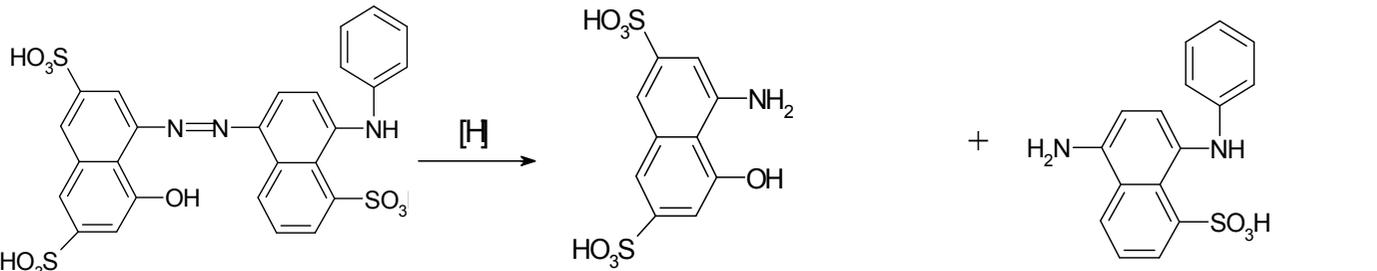
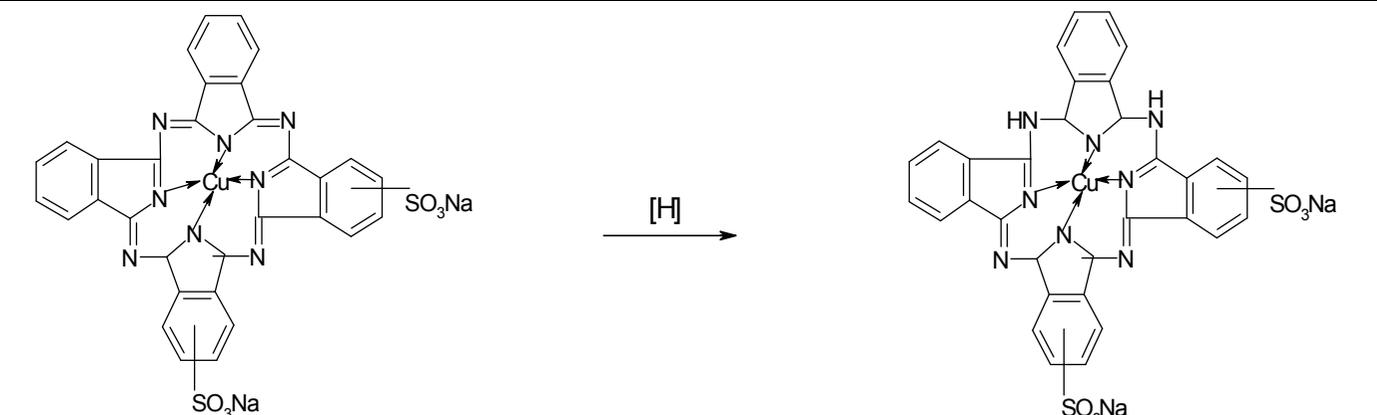
### Структурные формулы использованных красителей

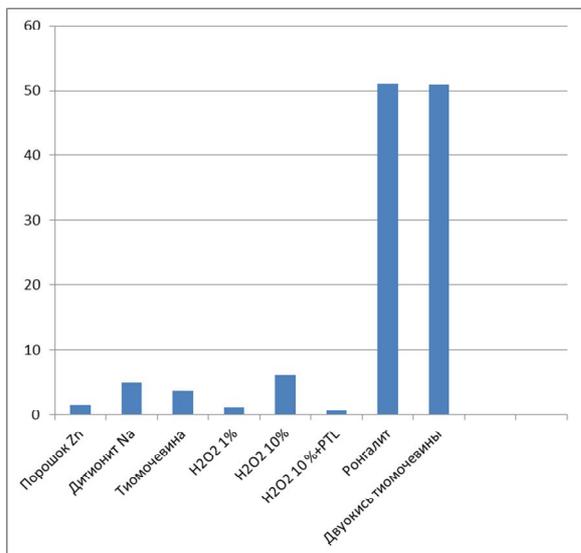
Название	Формула
Флуоресцеин	
Дисперсный фиолетовый К	
Активный ярко-голубой КХ	
Дисперсный желтый прочный 2К	

Продолжение таблицы

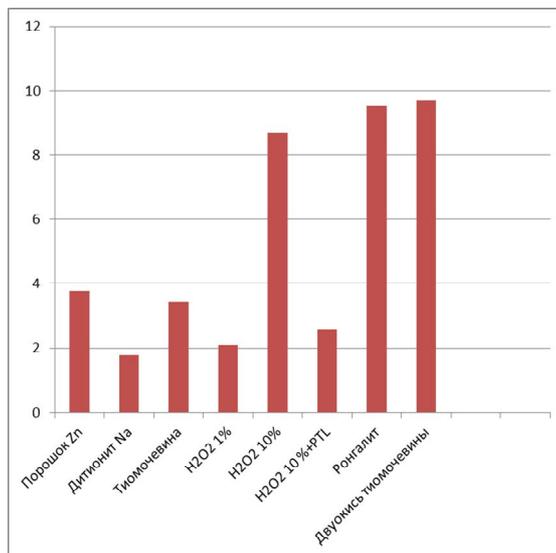
<p>Кислотный ярко-синий антрахиноновый</p>	
<p>Прямой рубиновый светопрочный МУ</p>	
<p>Кислотный сине-черный</p>	

Продолжение таблицы

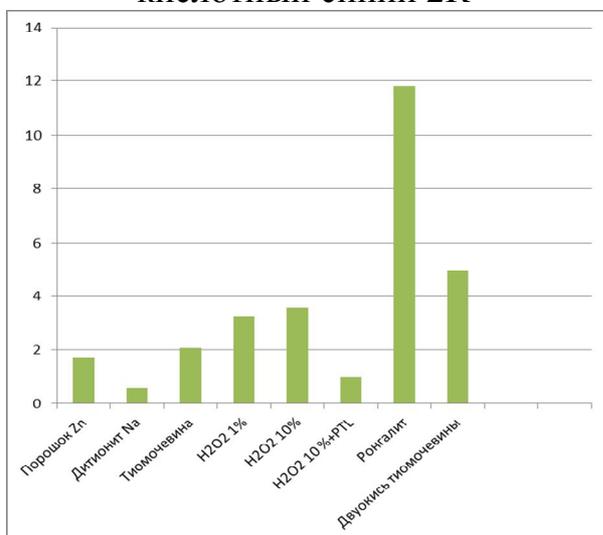
<p>Прямой диазо-бордо С</p>	
<p>Кислотный синий 2К</p>	
<p>Прямой Бирюзовый светопрочный</p>	



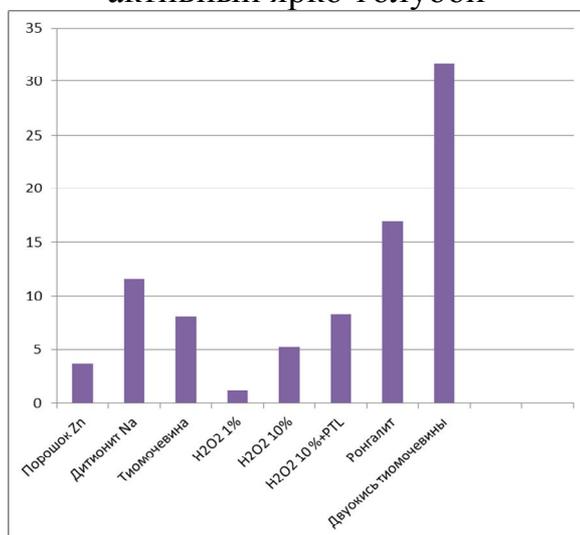
кислотный синий 2К



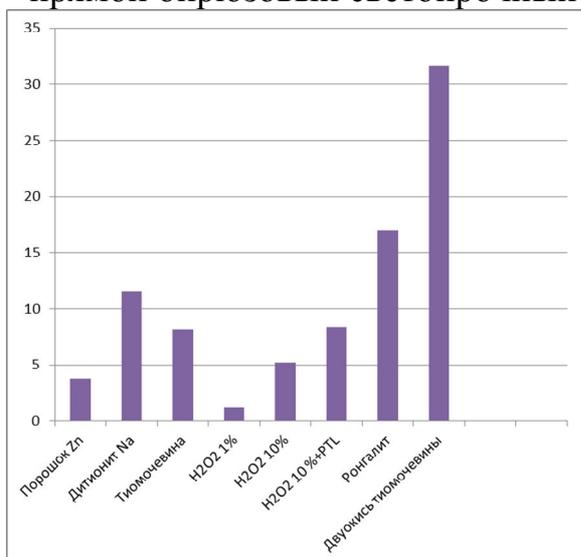
активный ярко-голубой



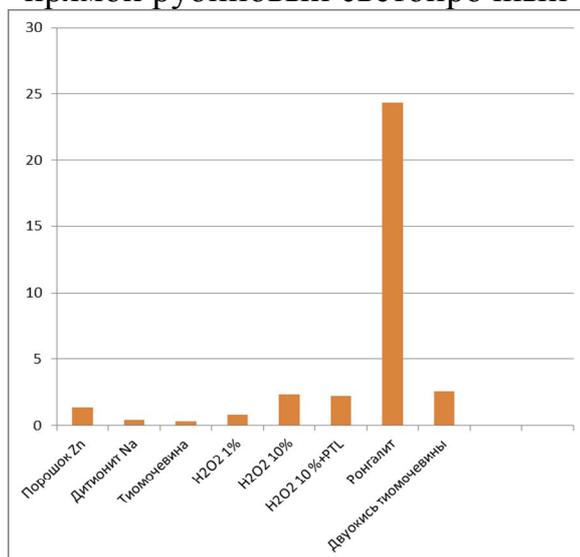
прямой бирюзовый светопрочный



прямой рубиновый светопрочный



прямой диазобордо С



дисперсный фиолетовый К

Разнооттеночность ΔE между окрашенным фоном и печатным рисунком

В зависимости от химической природы красителя можно сделать вывод о том, что дигидроксиксантовый краситель (флуоресцеин) практически не подвергается вытравке, а лишь изменяет цвет под действием восстановителей, что согласуется с известными литературными данными [2]. Также краситель дисперсный желтый прочный 2К не обесцвечивается в процессе вытравной печати. Наиболее высокой чувствительностью к действию восстановителей обладают моно- и дисазокрасители (соответственно кислотный синий 2 К, прямой рубиновый светопроочный МУ и прямой диазо-бордо С). В меньшей степени подвержен вытравке фталоцианиновый краситель прямой бирюзовый светопроочный. Как видно из представленных данных, наиболее высокой вытравляющей способностью обладает восстановитель АН (двуокись тиомочевина) и ронгалит независимо от условий фиксации.

Таким образом, на основании проведенных исследований для проведения эффективного процесса вытравной печати предлагается использовать традиционный ронгалит.

#### Литература

1. *Бородкин, В. Ф.* Химия красителей / В. Ф. Бородкин. – М.: Химия, 1975 –211 с.
2. *Венкатараман, К.* Химия синтетических красителей: в 5 т. / К. Венкатараман. – Л.: ГНТИ, 1956.

УДК 677.016.8

**Е. С. Соловьева, Н. В. Дашенко, А. М. Киселев**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Изучение возможности применения наноразмерных систем в процессах отделки текстильных материалов**

Нанотехнологии в последние десять лет активно развиваются в таких областях науки и техники, как материаловедение, механика, электроника, оптика, медицина, производство пластмасс, энергетика и аэрокосмос. «Нано» в слове нанотехнология происходит от греческого слова «nanos», что означает гном или карлик. Учёные используют этот префикс для обозначения  $10^{-9}$  или одной миллиардной. Один нанометр – это одна миллиардная доля метра, т.е. приблизительно в 100 000 раз меньше, чем диаметр одного человеческого волоса. Основы нанотехнологии состоят в том, что свойства веществ резко изменяются, когда их размер уменьшается до нанометрового диапазона.

Вместе с приходом нанотехнологии развивается новая сфера в области отделки текстильных материалов. Покрытие поверхности текстильного материала и одежды наночастицами – это подход к созданию высокоактивных поверхностей, имеющих разнообразные свойства.

Так, например, наночастицы оксида цинка (ZnO), введённые в полимерные матрицы, например в матрицу растворимого крахмала, являются хорошим примером функциональных наноструктур с возможностью применения в таких областях, как защита ткани от УФ-излучения и антибактериальная отделка медицинских текстильных материалов и нижнего белья. Свойство блокирования УФ-лучей тканью усиливается, если на нее нанесен краситель, пигмент хроматический или матирующий, который поглощает УФ-излучение и блокирует его передачу через ткань. Неорганические оксиды металлов, подобные ZnO, более эффективны в качестве УФ-блокаторов, по сравнению с органическими пигментами. Кроме того, функциональная отделка хлопчатобумажных тканей с помощью нанокмппозитов из оксида цинка и растворимого крахмала придаёт тканям отличную антимикробную активность против двух основных бактерий - *Staphylococcus aureus* (Стафилококк золотистый) и *Klebsiella pneumoniae* (Клебсиелла пневмонии). В случае бельевых хлопчатобумажных тканей достаточно использовать для покрытия 0,6%-ого раствора наночастиц оксида цинка, чтобы придать им антимикробные свойства, а в случае медицинских текстильных материалов, где требуется высокая степень антимикробной активности, может быть рекомендовано применение 1%-ого раствора. При использовании для антибактериальной отделки наночастиц ZnO увеличивается экономическая эффективность по сравнению с применением наночастиц серебра, повышается белизна и свойства блокирования УФ-излучения. Исследования с использованием трансмиссионного электронного микроскопа (ТЭМ) показали, что средний размер наночастиц ZnO оценивается равным  $38 \pm 3$  нм [1].

Одним из основных направлений в процессе синтеза отделочных покрытий является достижение наноразмерной степени эмульгирования, посредством которой отделочные покрытия могут наноситься на текстильный материал более тонким и ровным образом. Отделочные препараты могут быть эмульгированы в наномицеллы, превращены в нано-золи, или заключены в нанокапсулы, которые могут формировать более равномерные покрытия на текстильном материале. Применение усовершенствованных отделочных препаратов позволяет получить высокий уровень таких эксплуатационных качеств текстильных материалов, как грязеоталкивание, гидрофильность, антистатичность, несминаемость и малоусадочность. Несомненным преимуществом наноразмерных частиц является то, что они обладают большей площадью поверхности и, следовательно, более высокой эффективностью, чем частицы большего размера. Кроме того, нано-

размерные частицы светопроницаемы и не изменяют цветовые характеристики текстильных материалов.

Наноразмерные частицы  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$  и  $\text{MgO}$  – это группа оксидов металлов, которые обладают фотокаталитической и фотоокислительной способностью, электропроводимостью, сорбируют УФ-излучение. Например, ткань, обработанная наночастицами оксида магния ( $\text{MgO}$ ), может заменять ткани с углеродными наночастицами, ранее использовавшимися в качестве защитных химических и биологических материалов. Наночастицы оксида металла наносятся на текстильную основу посредством аэрозольного или электростатического напыления.

Отделка наночастицами может преобразовывать текстильные материалы в датчики или чувствительные элементы. Если в ткань включить нанокристаллические или пьезокерамические частицы, то она может преобразовывать действующие механические силы в электрические сигналы, дающие возможность мониторинга функций человеческого тела, таких как сердечный ритм и пульс [2].

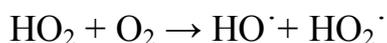
Известно, что такое синтетическое волокно как полипропилен имеет очень низкую величину свободной поверхностной энергии и характеризуется структурной компактностью, а также отсутствием функциональных групп, способных сорбировать красители, вследствие этого имеет очень слабые гидрофильные свойства и не имеет сродства ни к каким красящим веществам, как катионной, так и анионной природы. Известны исследования, в которых для решения проблемы окрашивания полипропиленовых волокон применяется электронное облучение. Под действием ионизирующего облучения происходит структурирование (сшивание) или расщепление, которые приводят в результате к формированию волокон с модифицированными физическими и химическими свойствами.

Введение гидрофильных участков на гидрофобных тканях может повысить способность волокон к окрашиванию. Электронно-лучевая модификация поверхности полипропиленовых тканей, т.е. облучение тканей электронами с различной энергией и дозированием, приводит в результате к формированию на поверхности полимера ненасыщенных связей и/или свободных радикалов, что отражается на способности к окрашиванию. Обработка полипропиленовых тканей с помощью пучка электронов приводит к формированию кислородсодержащих групп  $\text{C}=\text{O}$ ,  $\text{O}-\text{H}$ , которые увеличивают способность волокна к окрашиванию катионными красителями. Кроме того, поверхность становится грубой и шероховатой вследствие химического и физического воздействия. Эти поверхностные изменения приводят в результате к появлению высокой способности к окрашиванию катионными красителями полипропиленовых тканей. Увеличение дозирования пучка электронов приводит к увеличению насыщенности цвета окрашиваемых образцов [3].

Предложено для окрашивания полипропиленовых тканей использовать наночастицы глины, присутствие которых также характеризуется введением участков, содержащих функциональные группы и способных сорбировать красители. Например, наночастицы монтмориллонита, одного из самых распространённых видов глины, видоизменяются с помощью четвертичной аммониевой соли и затем смешиваются с расплавом полипропилена до формования волокна. В результате полипропилен с массовой долей глины 5 можно окрашивать кислотными и дисперсными красителями [2].

В последние 10 лет возрастает интерес к самоочищающимся тканям, которые получают при нанесении полупроводниковых порошков или тонких плёнок. Как правило, ткани со свойством самоочищения имеют на поверхности слой наночастиц  $\text{TiO}_2$ , который обладает фотокаталитическими свойствами и под действием УФ-излучения разрушает молекулы грязи. Это свойство помогает разлагать органические вещества, вступающие в контакт с поверхностью, и тем самым, предотвращает их накопление. Благодаря соответствующим свойствам наночастиц  $\text{TiO}_2$ , таким как высокая фотокаталитическая активность, термическая и химическая стабильность, низкая стоимость и нетоксичность, этот полупроводник широко используется в различных отраслях промышленности, в том числе в отделке текстильных материалов.

Процесс фотокаталитического окисления на поверхности  $\text{TiO}_2$  происходит только, если пленка облучается светом (или другим источником облучения) с энергией выше ширины запрещенной зоны. На первом этапе процесса под воздействием фотона, в зоне проводимости появляется электрон, оставляющий дырку в валентной зоне. На втором этапе дырки реагируют с адсорбированными частицами с образованием радикалов. Большинство радикалов являются нестабильными объектами, они исчезают, реагируя с другими частицами или разлагаются. Обычно конечным продуктом являются простые молекулы. Если объектом фотоокисления являются органические соединения, конечными продуктами являются, в основном,  $\text{CO}_2$ , вода и малые полярные молекулы. Под действием УФ излучения  $\text{TiO}_2$  может окислить теоретически любое органическое соединение. Общая реакция представляется следующей схемой:



В присутствии фоточувствительного агента может образовываться синглетный кислород, являющийся являющейся хорошим окислителем для многих органических молекул. При наличии на поверхности диоксида титана микроорганизмов активные частицы кислорода, сформированные в выше указанных реакциях, взаимодействуют с клеточными мембранами, подавляют активность ферментов, и уничтожают генетические супрамолекулы. Бактерицидное воздействие УФ/ $\text{TiO}_2$  было исследовано на многих опасных бактериях и вирусах, известных в больничной практике [3].

Технология нанесения самоочищающихся покрытий применяется в основном для целлюлозных волокон. Использованию такой технологии для белковых волокон препятствует относительно низкая химическая и термическая стойкость белковых волокон. Известны работы, в которых для увеличения сцепления наночастиц  $\text{TiO}_2$  с поверхностью шерсти применяют модификацию поверхности путём введения дополнительных гидроксильных и карбоксильных групп при использовании бутан-тетракарбоксильной кислоты (BTCA) в качестве структурообразующего агента и гипофосфита натрия (SHP) в качестве катализатора. Диоксид титана обладает высоким сродством к гидроксильной и карбоксильной группам. Отрицательные карбоксильные группы являются потенциальными центрами сорбции наночастиц  $\text{TiO}_2$  с поверхностью шерсти. Показано, что окисление шерсти перманганатом калия ( $\text{KMnO}_4$ ) может быть эффективным в увеличении адсорбции карбоксильных кислот поверхностью шерсти [4].

Водоотталкивающие текстильные материалы используются для изготовления защитной верхней одежды, антиадгезионных повязок, бинтов и скатертей. Для получения водоотталкивающих свойств ткань может быть пропитана гидрофобными полисилоксанами. Аналогично этому, возможна обработка ткани наночастицами гидрофобно модифицированного диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Наноразмерные частицы  $\text{SiO}_2$  в растворе могут быть получены с помощью золь-гель метода. Также известно, что наночастицы  $\text{SiO}_2$  усиливают свойства крахмальных композитных плёнок. Возможна модификация зольей чистого  $\text{SiO}_2$ , которые могут применяться для малосминаемой отделки хлопчатобумажных тканей и антистатической обработки.

Гидрофобная модификация зольей чистого  $\text{SiO}_2$  проводится при использовании длинноцепочечных алкил-триалкоксисиланов в качестве добавок во время приготовления золя. Эти гидрофобно модифицированные золи применяются для получения водоотталкивающих свойств на тканях способом пропитки или распыления. Однако устойчивость к стирке таких водоотталкивающих покрытий недостаточна, вероятно, вследствие низкой адгезии между покрытием и волокном. Для повышения адгезии применяется модификация зольей чистого  $\text{SiO}_2$  эпоксидсодержащими соединениями силана, такими, как 3-глицидилоксипропилтриэтоксисилан. Химически активные эпоксидные группы этих соединений могут образовывать ковалентные связи с гидроксильными или аминогруппами на поверхности текстильного волокна. Также предварительная плазменная обработка текстильных материалов перед применением золя может привести к повышению адгезии покрытия. Благодаря обработке кислородной плазмой поверхность волокон частично окисляется, в результате число полярных групп, таких как гидроксильные, увеличивается.

Для улучшения устойчивости к стирке водоотталкивающего покрытия на основе гидрофобно модифицированного золя  $\text{SiO}_2$  может быть ис-

пользована сольвотермическая обработка этого вещества при температуре 120-140 °С и давлении 18 бар. При обработке синтетических тканей, например полиэфирных, особенно эффективна предварительная обработка ткани микроволновой плазмой в течение 1 мин при 5 мбар давления воздуха перед пропиткой модифицированным золев [5].

Таким образом, нанотехнологии и наноразмерные системы активно внедряются в процессы отделки текстильных материалов, что способствует появлению конкурентоспособной продукции с заданными свойствами. Без сомнения, нанотехнологии принадлежит весьма многообещающее будущее в текстильной промышленности.

### Литература

1. *Vigneshwaran, N.* Nanotechnology finishing in textiles / N. Vigneshwaran // Nanowerk Spotlight. 2006. Posted: October 13, 2006. Nanowerk LLC. URL: <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=912.php> (дата обращения: 25.12.2011).

2. *Qian, L. Hinestroza J.P.* Application of Nanotechnology for high performance textiles / L. Qian, J. P. Hinestroza // Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, 2004. – V. 4, Iss. 1. // URL: [http://www.tx.ncsu.edu/jtatm/volume4issue1/articles/Hinestroza/hinestroza\\_full\\_93\\_04.pdf](http://www.tx.ncsu.edu/jtatm/volume4issue1/articles/Hinestroza/hinestroza_full_93_04.pdf) (дата обращения: 24.12.2011).

3. *Payamara, J.* Effect of electron irradiation on dye and printability of polypropylene (PP) fabrics: a novel method for decoration of PP fabrics. / J. Payamara, S. Shahidi, M. Ghoranneviss, J. Wiener, A. Anvari // The Journal of The Textile Institute, 2010. – V. 101. – №. 11. – P. 988–995.

4. *Montazer, M.* Self-cleaning and color reduction in wool fabric by nano titanium dioxide / M. Montazer, E. Pakdel // The Journal of The Textile Institute, 2011 – V. 102. – № 4. – P. 343–352.

5. *Mahltig, B.* Hydrophobic sol–gel-based coating agent for textiles: improvement by solvothermal treatment / B. Mahltig // The Journal of The Textile Institute, 2011. – V. 102. – №. 5. – P. 455–459.

И. А. Шушина<sup>1</sup>, Д. Жан<sup>2</sup>, Ф. Ю. Телегин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

<sup>2</sup>Уханьский текстильный университет

## Деструкция азокрасителей в химических, биохимических и фотохимических процессах

Исследование процессов деструкции красителей представляет большой интерес для теории и практики. Во многих случаях разрушение процесса является целевой задачей, связанной с необходимостью получения узорчатой расцветки или обработки сточных вод. В некоторых случаях деструкция красителей является нежелательным явлением, например, в процессах бытовой стирки с использованием окислителей или процессах фотовыцветания окраски.

Целью работы явился анализ взаимосвязи между химическим строением азокрасителей и закономерностями их деструкции в химических, биохимических и фотохимических процессах.

Развитый подход основан на теоретической оценке амфифильных и окислительно-восстановительных свойств красителей с использованием программных средств и методов молекулярного моделирования органических соединений.

В работе проводился расчет коэффициентов распределения красителя между октанолом и водой, характеризующего степень гидрофобности органических соединений.

При расчете электронных свойств красителей рассчитывалась: энергия окисления по величине энергии высшей связывающей молекулярной орбитали  $E(\text{ВСМО})$ , энергия восстановления по величине энергии низшей разрыхляющей молекулярной орбитали  $E(\text{НРМО})$ .

При выполнении работы использовались экспериментальные данные по синтезу и прочности окрасок, опубликованные в литературе. Кроме этого использовались собственные данные по деструкции красителей в реакции Фентона.

### *Химическая деструкция красителей*

Процессы колорирования текстильных материалов нередко сопровождается направленной деструкцией красящих соединений. К числу таких процессов относится, например, вытравная печать тканей. Результаты исследования восстановительной деструкции активных азокрасителей азо-нафтольного ряда при вытравной печати натурального шелка [1] показали, что скорость химического разрушения красителей определяется их химическим строением. Выполненные в работе расчеты энергии низшей раз-

рыхляющей молекулярной орбитали красящих веществ показали, что существует хорошая корреляция между указанными теоретическими параметрами  $E(\text{HOMO})$  и экспериментальными данными по белизне разрушенных участков окраски текстильного материала (рисунок 1).

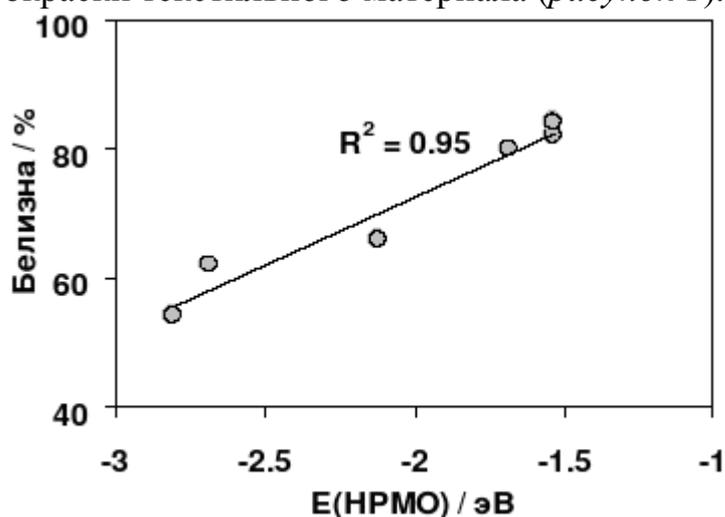


Рисунок 1. Зависимость между энергией низшей разрыхляющей орбитали и белизной образцов шелка после вытравки красителей

#### Кинетические параметры деструкции и расчетные показатели энергии ионизации молекул кислотных красителей

Наименование красителя	$k_1/\text{мин}^{-1}$	$E(\text{ВСМО})/\text{эВ}$
Acid Orange 6	$9.20 \times 10^{-2}$	-9.28
Acid Yellow 36	$5.90 \times 10^{-2}$	-8.42
Acid Red 26	$1.21 \times 10^{-1}$	-9.10
Acid Orange 7	$7.70 \times 10^{-2}$	-8.99
Acid Red 17	$7.31 \times 10^{-2}$	-9.00
Acid Red 1	$1.64 \times 10^{-1}$	-8.90
Acid Red 18	$2.44 \times 10^{-2}$	-9.43
Acid Orange 10	$1,87 \times 10^{-2}$	-9.14

Окислительная деструкция красителей характерна для процессов обработки сточных вод красильного производства и производства красителей. В последнее время большое распространение для этой цели получила реакция Фентона, предусматривающая каталитическое окисление пероксидом водорода в кислой среде в присутствии ионов  $\text{Fe}(\text{II})$  в качестве ката-

лизатора. Изучение скорости протекания реакции в этих условиях показало, что в большинстве случаев константы скорости деструкции коррелируют в рядах аналогов, сгруппированных в *таблице*, с расчетной энергией высшей связывающей молекулярной орбитали  $E(\text{ВСМО})$  [2].

### ***Биологическая деструкция красителей***

На примере большого объема кислотных красителей и данных по их биохимической деструкции [3] показано, что степень их расщепления коррелирует одновременно с гидрофобностью красящих веществ ( $\log P_{\text{O/W}}$ ) и энергией окисления  $E(\text{ВСМО})$ . На *рисунках 2 и 3* показаны корреляции упомянутых экспериментальных и теоретических параметров для азопроизводных красителей.

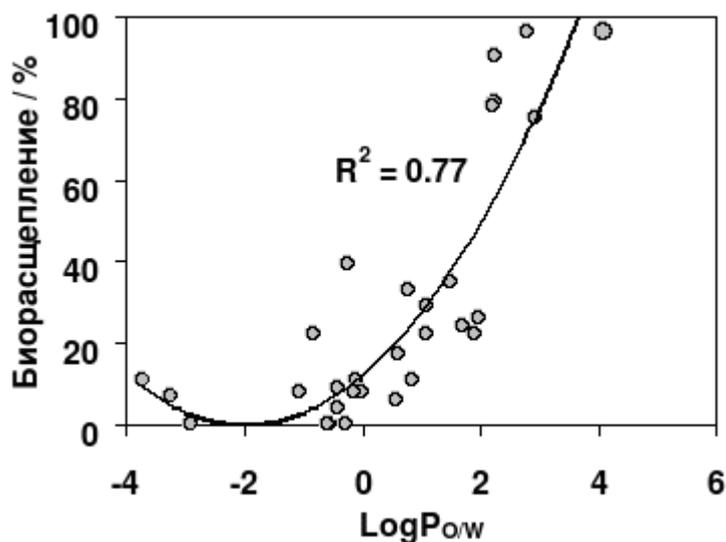


Рисунок 2. Зависимость между гидрофобностью кислотных азокрасителей и их способностью к биологической деструкции

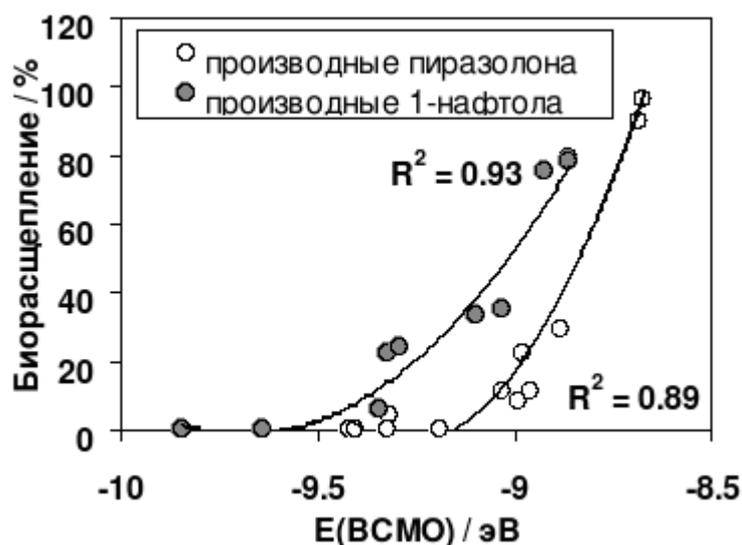


Рисунок 3. Зависимость между энергией высшей связывающей молекулярной орбитали кислотных азокрасителей и их способностью к биологической деструкции

Полученные данные говорят о проявлении последовательных процессов адсорбции молекул и ионов красителя на поверхности белкового фермента и последующей окислительной деструкции адсорбированного соединения. Первый из этих механизмов ярко проявляется при крашении гидрофобных волокон красителями различных классов [4].

#### ***Фотохимическая деструкция красителей***

Анализ светостойкости окрасок дисперсными красителями на полиэфирном и полиамидном волокнах на основе множества примеров экспериментальных данных [5–7] показал ее зависимость от расчетной энергии восстановления и окисления  $E(\text{ВСМО})$  и  $E(\text{НРМО})$ . Множество других данных в литературе подтверждают это правило, в частности, результаты анализа данных работы [8]:

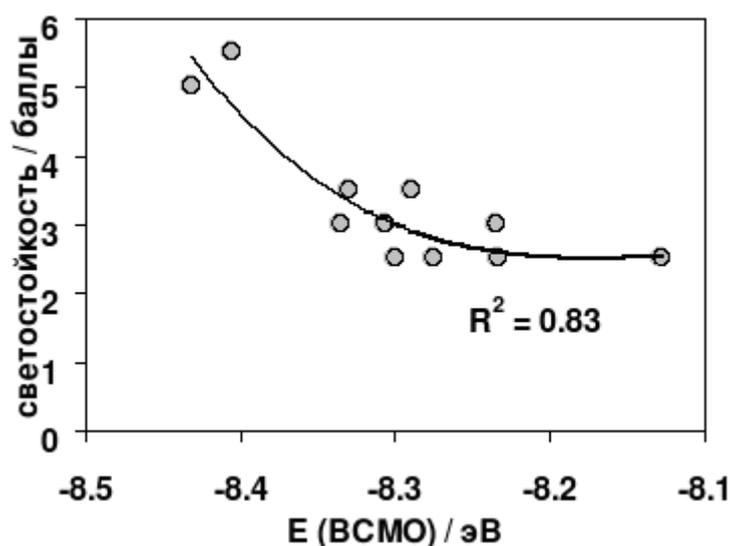


Рисунок 4. Зависимость между светостойкостью и энергией энергии высшей связывающей молекулярной орбитали дисперсных азокрасителей.

Найденные параметры, контролирующие электронные свойства молекул азосоединений, принадлежащих техническим классам кислотных и дисперсных красителей, свидетельствуют о глубокой взаимосвязи механизмов химической, биохимической и фотохимической деструкции большой группы органических веществ.

Полученные обобщения и сформулированные правила, полученные методами молекулярного моделирования, пригодны для дизайна новых красителей, прогнозирования окрасок высокого качества и инженерных процессов очистки сточных вод. Кроме того результаты анализа взаимосвязи между химическим строением и свойствами красителей имеют значение для изучения курсов теории крашения и химии красителей.

#### **Литература**

1. Zuwang, W. Recent developments of reactive dyeing of silk / Wu Zuwang // Rev. of Progress in Coloration, 1998. – Vol. 28. – P. 32–38.

2. *Шушина, И. А.* Кинетика каталитической окислительной деструкции кислотных красителей / И. А. Шушина, Е. В. Соколова, С. В. Солодунин // Тезисы докладов межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов «Поиск-2012» 23-25 апреля 2012. – Иваново, ИГТА, 2012.

3. *Churchley, J. H.* A chemometric approach to understanding the biodegradation of anionic, water soluble dyes by a biomass. Part 2: Acid dyes / J. H. Churchley, A. J. Greaves, M. G. Hutchings, D. A. Phillips and J. A. Taylor // *J. Soc. Dyers Colour.* 2000. – No. 7/8. – P.222–228.

4. *Телегин, Ф. Ю.* Амфифильность кислотных красителей и их поведение в процессах крашения: электронное издание / Ф. Ю. Телегин, Н. П. Щитова. – Иваново: ИГХТУ, 2007. – 171 с.

5. *Telegin, F. Y.* Quantitative relationships for design of disperse dyes of high technical properties / F. Y. Telegin, E. S. Khaylenko, P. F. Telegin // *Book of papers 21<sup>st</sup> IFATCC Congress, Barcelona, 2008.* – 10 pp. – Oral presentation.

6. *Телегин, Ф. Ю.* Строение и свойства красителей в теории и практике колорирования / Ф. Ю. Телегин // *Дизайн. Материалы. Технология.*, 2009. – № 4(11). – С. 163–167.

7. *Телегин, Ф. Ю.* Информационные технологии дизайна дисперсных красителей / Ф. Ю. Телегин, Е. С. Хайленко, Н. П. Щитова, П. Ф. Телегин // *Материалы конференции СМАРТЕКС-2008.* – Иваново: ИГТА, 2008. – С. 31–34.

8. *Metwally, M. A.* Substituted 5-Antipyrinylazo-4-phenyl-2-aminothiazoles as Disperse Dyes for Dyeing Polyester Fabrics / M. A. Metwally, A. Metwally, E. Abdel-Galil, F. A. Amer // *Monatshefte fuer Chemie*, 2008. – No 139. – P. 35–42.

**УДК 677.027.561.121**

**М. И. Валуева, Н. Д. Олтаржевская**

Институт текстильной и легкой промышленности МГУТУ им. К. Г. Разумовского

### **Исследование проблемы повышения устойчивости полимеров-загустителей при их радиационной стерилизации**

Как известно, традиционной областью применения текстильных материалов (ТМ) является медицина. Сочетание в ТМ таких качеств как прочность, гибкость, драпируемость, капиллярность, смачиваемость, воздухо- и влагопроницаемость, наличие трехмерной структуры позволяет создавать высокоабсорбционные, нетоксичные, неаллергенные, дышащие из-

деля. Современные технологии позволяют придавать материалам гемостатические, бактериостатические, противовирусные, фунгистатические и другие лечебные и защитные свойства [1].

Возможность придания ТМ любой геометрической формы делает их перспективными для использования при лечении онкологических больных в процессе проведения лучевой терапии, особенно при введении в ТМ лекарственных или биологически-активных веществ – радиопротекторов (карбамид, диметилсульфоксид, сукцинат оксиметилэтилпиридина, дезоксирибонуклеат натрия, фитоэкстракты). При лучевой терапии актуальной является проблема защиты от облучения окружающих опухоль здоровых тканей, попадающих в зону поражения (предотвращение возникновения лучевых ожогов) [2]. В данной научно-исследовательской работе разрабатывается технология получения радиозащитных текстильных медицинских материалов направленного действия, обладающих радиопротекторной активностью – для профилактики местных лучевых поражений. Принцип этой технологии заключается в использовании известного в отделочном производстве метода текстильной печати, с тем отличием, что в полимер-загуститель вместо красителя вводится необходимый по медицинским показаниям лекарственный препарат (ЛП); полученная композиция наносится на ТМ [3]. Схема получения лечебных ТМ представлена на *рисунке 1*. Структура полученной лечебной композиции представлена на *рисунке 2*.



Рисунок 1. Схема получения лечебных текстильных аппликаций



Рисунок 2. Структура лечебной композиции на текстильной основе

В качестве полимерной матрицы используется известный в отделочном производстве загуститель печатных красок альгинат натрия. Обеспечивая необходимый уровень реологических характеристик, данный полимер является также биосовместимым и биоразлагаемым, дружественным организму человека, обладает лечебным (гемостатическим, обеспечивает быструю грануляцию и повторную эпителизацию поврежденных тканей) действием, что делает его перспективным для применения в медицине [3]. Этот природный полисахарид обладает уникальным свойством образова-

ния гидрогеля в процессе набухания [4]. Гелевая структура способствует сохранению влажности на границе раздела между повязкой и раневой поверхностью, что способствует процессу заживления, и обеспечивает атравматичное удаление аппликации после ее применения. Постепенная биodeградация полимера способствует пролонгации лечебного действия за счет перехода ЛП из гидрогелевого «депо» к месту подведения [5].

Как известно, полимеры-загустители, используемые при печати ТМ, должны обладать необходимым уровнем печатно-технических характеристик. В работе были исследованы реологические свойства альгината натрия (массовая доля альгиновой кислоты 70 %), разрешенного к применению в медицине, в диапазоне концентраций 5–9 %. Измерение выполнено на ротационном вискозиметре с коаксиальными цилиндрами Brookfield DV-II+PRO, при температуре материала 20 °С. По результатам эксперимента установлено, что оптимальная эффективная вязкость (с точки зрения печатно-технических свойств, требования к которым определены в работах [3, 5]) наблюдается у образцов с содержанием альгината 7 % (рисунок 3).

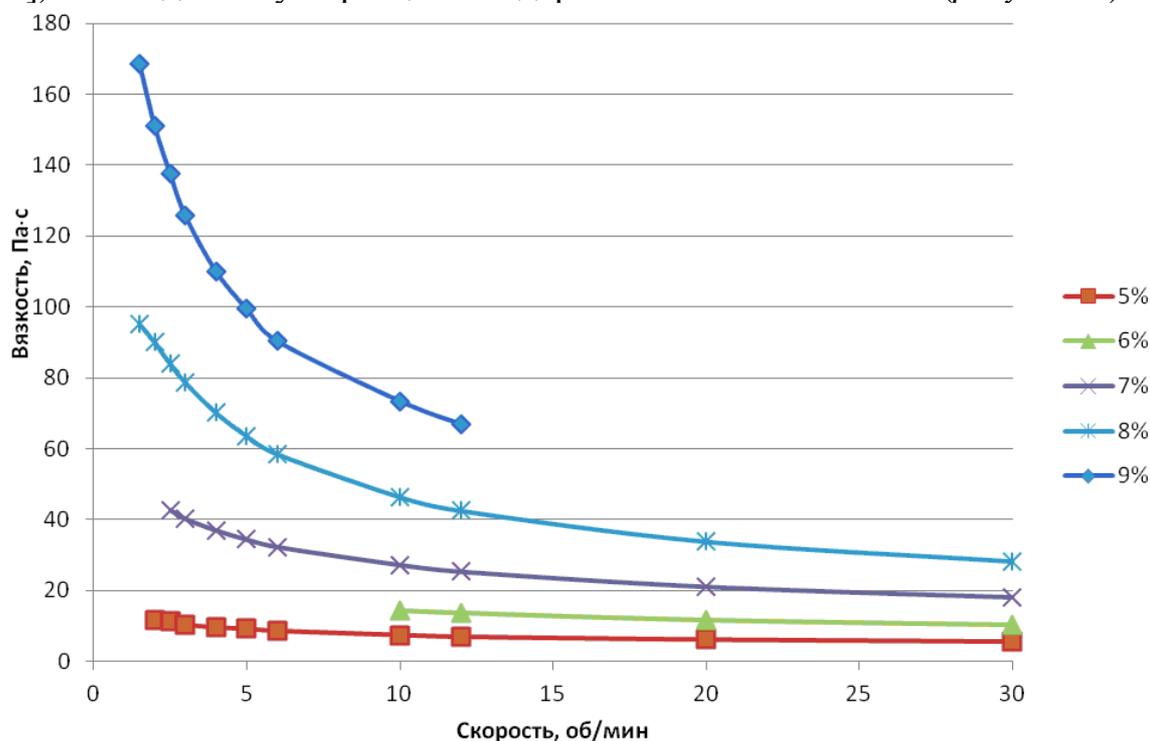


Рисунок 3. Вязкость полимерных композиций с различным содержанием альгината натрия

Как видно из полученных данных, гидрогелевые композиции на основе полимера-загустителя альгината натрия являются неньютоновскими псевдопластичными системами, способными иметь высокую вязкость при малых скоростях сдвига и легко течь при высоких нагрузках; концентрация полимера в значительной степени влияет на эффективную вязкость. Известно, что для псевдопластичных структурированных дисперсных сис-

тем характерно явление тиксотропии. Параметр тиксотропности определяет способность материала восстанавливать свою структуру после снятия нагрузки. Разрушение структуры при этом заключается в разрыве связей между частицами дисперсной фазы, а ее тиксотропное восстановление – в возобновлении этих контактов, происходящем благодаря подвижности среды и броуновскому движению частиц. Это качество является особенно важным для полимеров-загустителей, используемых при печати ТМ, структура которых подвергается частичному разрушению. Представляло интерес исследовать тиксотропные свойства гидрогелей альгината натрия с использованием метода «петли гистерезиса». Установлено, что кривые течения образца образуют на графиках петли гистерезиса, что позволяет отнести этот материал к тиксотропным, при этом увеличение скорости сдвига приводит к уменьшению величины тиксотропности. Явление тиксотропности свидетельствует о коагуляционно-тиксотропной структуре этих систем. Тиксотропность является необходимым свойством лечебных гидрогелевых материалов (данные материалы, представляют собой композицию с импрегнированным ЛП, и применяются в том случае, когда необходимо обеспечить доставку ЛП в полости организма), так как при введении в полости жидкой композиции она будет вытекать, в результате чего не будет обеспечена необходимая концентрация ЛП в зоне поражения, в случае использования слишком густого материала у пациента будут возникать болевые ощущения. Полученные данные подтверждают возможность использования данного полимера при получении лечебных композиционных материалов.

Как известно, обязательным этапом при создании медицинских изделий является их стерилизация – заключительная стадия производственного процесса. Используемая в работе радиационная гамма-стерилизация заключается в облучении изделий источником ионизирующей радиации ( $^{60}\text{Co}$ ) в регламентированных дозах, обеспечивающих стерильность материалов и, вместе с тем, необходимым условием является сохранение длины ЛП и характеристик полимерной матрицы. При облучении веществ в результате ионизации происходит образование свободных радикалов, инициирующих комплекс сложных морфологических и структурных изменений в тканях, постепенное вовлечение в патологический процесс отдельных клеточных и тканевых структур [2]. Биополимеры – акцепторы радикалов воды [6], а, значит, они также подвержены радиационной деструкции. Показательными являются данные, представленные на *рисунке 4*, иллюстрирующие результат воздействия ионизирующей радиации на гидрогель альгината натрия. Как видно из рисунка, падение вязкости в зависимости от концентрации полимера может достигать 82–97 %. Помимо наличия в структуре гидрогелевых систем молекул воды, инициирующих образование свободных радикалов, радиодеструкции способствуют также ес-

тественные примеси полимера – каротиноиды, присутствие которых в системе было выявлено спектрофотометрически. Некоторое повышение радиоустойчивости композиций с большей концентрацией альгината натрия обусловлено меньшим содержанием воды в системе. По этой же причине при стерилизации ТМ с ЛП, проводимой после сушки, проблема радиостойкости возникает в меньшей степени, также это может быть связано и со свойствами ЛП.

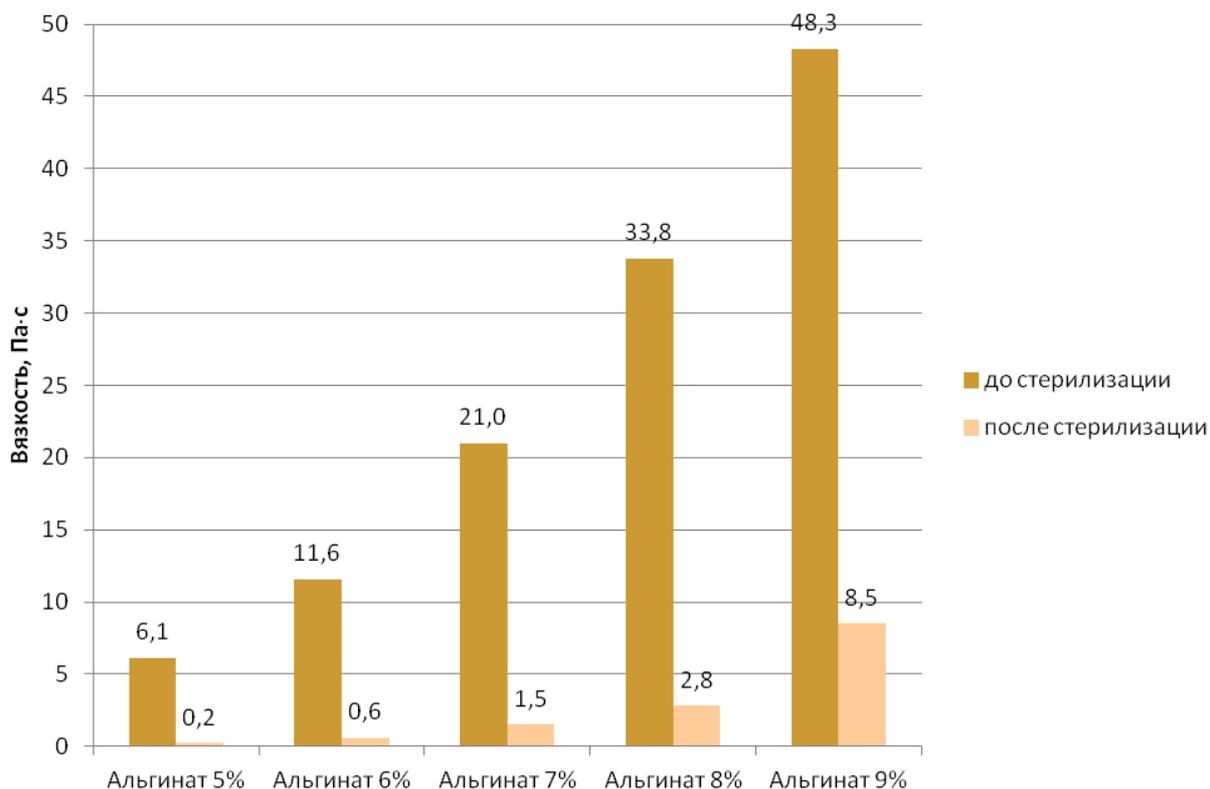


Рисунок 4. Влияние гамма-стерилизации (доза 6кГр) на вязкость альгината натрия ( $\gamma=5\text{с}^{-1}$ )

Водные растворы биополимеров являются удобной моделью для радиобиологических исследований, так как в клетке, в среднем, содержится до 80 % воды, а ее отдельные участки представляют собой набор растворов органических и неорганических веществ разных концентраций [6]. Следовательно, можно ожидать, что, разработав способ радиозащиты полимера, станет возможным использовать его для профилактики лучевых поражений у онкологических больных. Для этого необходимо подобрать добавки (разрешенные к применению в медицине), ингибирующие процесс образования свободных радикалов; желательным является также их дополнительное лечебное действие. Из литературных данных известно, что для уменьшения воздействия на клетки ионизирующего излучения используют различные антиоксидантные препараты. Различные растения, такие как, например, облепиха, черника, алоэ обладают антиоксидантными свойствами. В частности, облепиховое масло широко используется при лечении лу-

чевых реакций. Однако использовать его непосредственно в процессе облучения невозможно в связи с образованием ожогов. В случае использования в качестве основы для ЛП гидрогеля такого побочного эффекта не возникнет. Нами были получены композиции на основе альгината натрия и сухих водорастворимых экстрактов вышеперечисленных материалов. Результаты гамма-стерилизации полученных гидрогелей представлены на *рисунке 5*.

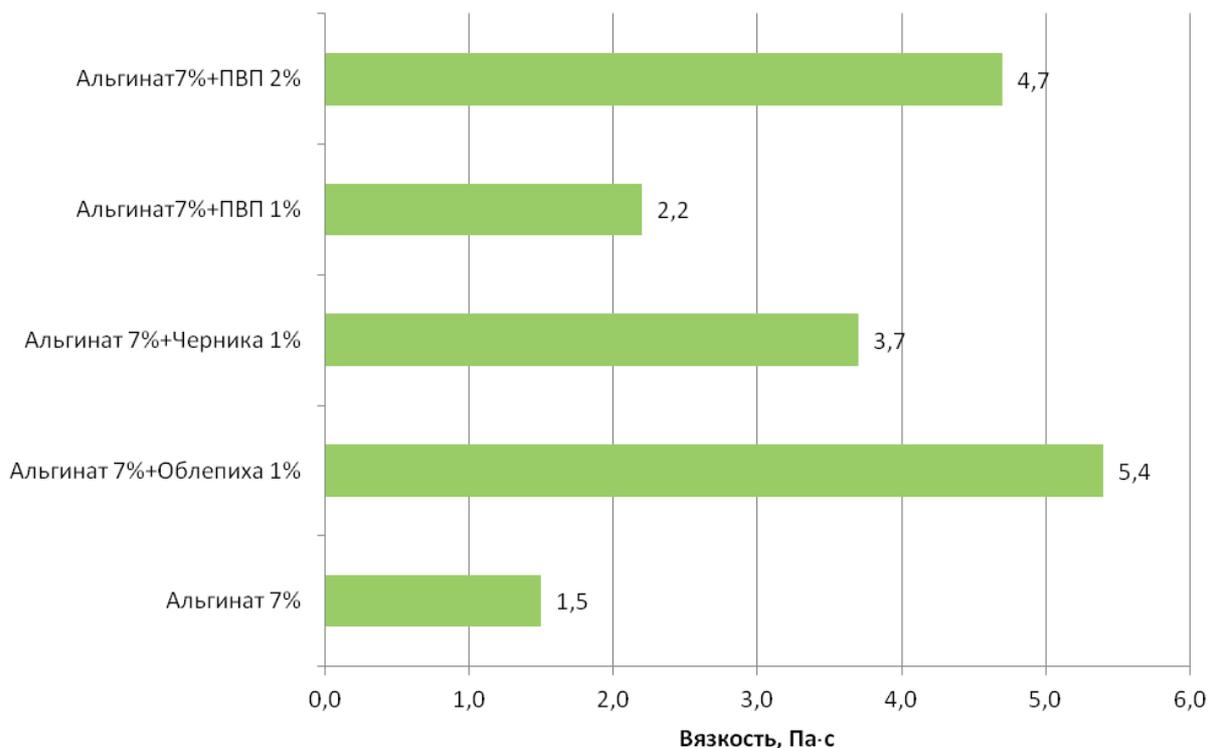


Рисунок 5. Вязкость композиций после гамма-стерилизации (6кГр) ( $\gamma=5\text{с}^{-1}$ )

Как видно из приведенных данных, выбранные добавки оказывают значительное (положительное) влияние на радиостойкость полимерных композиций. Наиболее эффективной является добавка экстракта облепихи: радиостойкость композиции повышается на 260 % относительно стерильного альгината 7 %. В качестве высокомолекулярных добавок для радиозащиты альгинатного гидрогеля также были исследованы поливинилпирролидон (ПВП) и пектин. ПВП используется в фармацевтической промышленности в качестве кровезаменителя. При стерилизации он способен повышать вязкость полимерных композиций за счет сшивки полимера: устойчивость данной композиции к стерилизации в сравнении с альгинатом увеличивается на 46 % при введении 1 % ПВП, на 213 % – при введении 2 % ПВП. Пектин, на основе которого, как известно, готовятся разнообразные медицинские препараты, был введен в композицию с альгинатом натрия в качестве стабилизатора вязкости и возможного ингибитора роста микроорганизмов. Для исследования были отобраны образцы пектина различного сырьевого состава (на основе экстрактов солодки и лопуха, яб-

лочный) и степени метоксилирования (65–75 %). В частности, яблочный пектин является источником антоцианов и флавоноидов, что, предположительно, может способствовать наличию у него радиопротекторных свойств. Растворы пектина, с точки зрения реологических характеристик, также относятся к псевдопластичным материалам. Предварительно установленное оптимальное содержание пектина в композиции с альгинатом натрия составляет 1 %. Устойчивость к облучению данной композиции по сравнению с альгинатом возрастает на 100–473 % – в зависимости от марки пектина.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии выбранных стабилизирующих добавок на результат гамма-стерилизации в отношении гидрогелей. Предполагается дальнейшее изучение радиопротекторных свойств различных соединений и механизмов их действия, сопровождающееся клиническими испытаниями лечебных материалов с радиопротекторами.

### Литература

1. *Кричевский, Г. Е.* Нано-, био-, химические технологии и производство нового поколения волокон, текстиля и одежды / Г. Е. Кричевский. – М.: 2011. – 528с.
2. *Барабанова, А. В.* Местные лучевые повреждения кожи / А. В. Барабанова // Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2010. – Т. 55, № 5. – С.79–84.
3. *Олтаржевская, Н. Д.* Текстиль для медицины: новые лечебные композиционные материалы / Н. Д. Олтаржевская, М. А. Коровина // Текстильная промышленность, 2010. – № 5. – С. 58–62.
4. *Polysaccharide hydrogels for modified release formulations.* Tommasina Coviello, Pietro Matricardi, Carlotta Marianecchi, Franco Alhaique // Journal of Controlled Release, 2007. – № 119. – P. 5–24.
5. *Олтаржевская, Н. Д.* Лечебные текстильные и гидрогелевые материалы для направленной доставки лекарств в онкологической практике / Н. Д. Олтаржевская, М. А. Коровина // Российский химический журнал, 2011. – Т. LV, № 3. – С. 97–106.
6. *Шарпатый, В. А.* Радиационная химия биополимеров / В. А. Шарпатый. – М.: ГЕОС, 2008. – 250с.

**И. В. Гусев, Т. С. Хлыстова, Н. Д. Олтаржевская**

Институт текстильной и легкой промышленности МГУТУ им.К.Г. Разумовского  
ООО «Колетекс», Москва

## **Полимерные депо-материалы для направленного подведения лекарственных препаратов**

Одно из важнейших свойств полимерных депо-материалов с лекарственными препаратами (ЛП) – возможность направленного пролонгированного подведения ЛП к очагу поражения. Такое направленное подведение ЛП особенно эффективно при терапии онкологических заболеваний т.к. позволяет существенно снизить токсичность проводимого лечения [1]. Примерами таких депо-материалов являются созданные ранее лечебные аппликационные материалы на текстильной основе салфетки «Колетекс», материалы «Колегель» используемые в виде гидрогелей, а так же последняя разработка – формоустойчивые гидрогелевые матрицы на основе биополимеров.

Если в основе создания лечебных аппликационных материалов на текстильной основе «Колетекс» лежит классический метод текстильной печати [2] (полимерную композицию, наносимую на текстильный материал (ТМ), в данном случае можно сравнить с печатной краской: полимер является загустителем, в который по аналогии с красителем введена субстанция ЛП), то в роли гидрогелей «Колегель» выступает сама «печатная композиция» [3], содержащая ЛП и подводимая непосредственно к пораженным участкам. Разработка этих материалов связана с пожеланиями врачей, т.к. не во всех случаях возможно подведение ЛП на текстильной основе, так например, при лечении внутриполостных заболеваний (орофарингеальной, гинекологической, проктологической зоны) удобнее использовать сами гидрогелевые композиции, без текстильной основы.

В ряде случаев, например, при лечении заболеваний гинекологической сферы или орофарингеальной зоны, гидрогели с вязкостью, соответствующей вязкости печатной краски, не удобны для введения, не всегда достигается необходимый результат по длительности пролонгации действия ЛП: гидрогель может вытекать из полости (низкая вязкость) или его введение может быть болезненно (высокая вязкость). Поэтому была поставлена задача, сформулированная врачами – создать гидрогелевый материал с высокой степенью структурированности, мягкий, не травмирующий близлежащие ткани (например, полость рта), удобный для введения, обеспечивающий направленную пролонгированную и дозированную доставку введенных в этот материал ЛП.

Работы, проводимые в ООО «Колетекс» и в Институте химии растворов им. Г. А. Крестова РАН (г. Иваново) д. х. н. Липатовой И. М., позволили решить эту задачу и обеспечить пролонгированное поступление импрегнированных в структурированные гидрогелевые матрицы (таблетки) различных ЛП к очагам поражения [4].

Технологии получения формоустойчивых гидрогелевых матриц основана на введении в растворы альгината натрия дисперсий водонерастворимых солей кальция (карбонатов, сульфатов) в количестве 0,08-1% масс. Инкорпорируемые частицы, выполняющие роль узлов пространственной физической сетки гидрогелей, фиксируются в них за счет образования ионных связей на межфазных границах. Гидрогелевые матрицы формируются в течение 2-3 часов после заливки композиции в блистерную форму. При набухании, а затем растворении гидрогелевой матрицы обеспечивается массоперенос импрегнированного ЛП во внешнюю среду и доставка максимально направленно к очагу поражения в концентрации, требуемой по медицинским показателям.

Отметим, что общим для всех перечисленных депо-материалов является природа использованного для их получения полимера-загустителя - альгината натрия, природного биополимера, получаемого из бурых морских водорослей. Альгинат натрия обладает хорошими связующими свойствами, является биологически активным веществом, содержит большое количество микроэлементов, обеспечивает необходимый для заживления ран газо- и парообмен, гемостатичен, способствует заживлению ран. Немаловажна и способность альгината натрия образовывать сшивки между макромолекулами в присутствии ионов  $Ca^{2+}$ , что было использовано при создании формоустойчивых гидрогелевых матриц и имеющих форму таблеток (так называемых гидрогелевых высокоструктурированных таблеток)

Рассматриваемые нами в данной статье депо-материалы для направленного подведения ЛП являются изделиями медицинского назначения (ИМН) и по требованию Минздрава должны быть стерильными. Для их стерилизации применяется проникающая радиация (гамма-стерилизация) в дозе 6 кГр. Из литературы [5] известно деструктирующие влияние ионизирующих излучений на природные полимеры. Поэтому перед нами встала задача ввести стабилизатор, за счет которого можно укрепить структуру матрицы, чтобы сохранить органолептические показатели стерильной гидрогелевой таблетки. Были использованы стабилизаторы природного происхождения (агар-агар, пектин, желатин), а так же многоатомный спирт глицерин. Матрицы, в которые добавлялись пектин, агар-агар и желатин, после гамма-стерилизации (6 кГр) теряли свою форму, разрушались при надавливании, не обладали упругостью. При добавлении глицерина гидрогелевые матрицы более упругие, после стерилизации сохраняется их формоустойчивость. Исследование массопереноса лекарственного препарата

из формоустойчивых гидрогелевых матриц с глицерином показало, что введение глицерина не влияет на массоперенос ЛП, оказывает положительное влияние на структуру гидрогелевой матрицы после гамма-стерилизации. Предклинические испытания гидрогелевых матриц (таблеток) с ЛП цитостатиком 5-фторурацилом, а так же анестетиком лидокаином и антимикробным препаратом диоксидином в онкологической практике в ФГБУ «МНИОИ» им. П. А. Герцена Минздравсоцразвития России, дали положительные результаты.

### Литература

1. *Олтаржевская, Н. Д.* Лечебные текстильные и гидрогелевые материалы для направленной доставки лекарств в онкологической практике / Н. Д. Олтаржевская, М. А. Коровина // Российский химический журнал, 2011. – Т. LV, № 3. – С. 97–106.

2. *Кричевский, Г. Е.* Химическая технология текстильных материалов: учеб. для вузов в 3-х т. / Г. Е. Кричевский. Т.2. – М., 2001. – 540 с.

3. *Хлыстова, Т. С.* Разработка технологий создания изделий медицинского назначения с радиопротекторными свойствами / Т. С. Хлыстова, В. Н. Никитенкова. // Текстильная промышленность, 2012. – № 1. – С. 38–41.

4. *Патент РФ № 2432942* Композиция для приготовления обладающей пролонгированным действием лекарственной формы / И. М. Липатова и др. – Оpubл.10.11.2011. – Бюл. № 31.

5. *Ярмоненко, С. П.* Радиобиология человека и животных: учеб. пособие / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон; под ред. С. П. Ярмоненко. – М.: Высшая школа, 2004. – 549 с.

**УДК 502:621.784.6.004.82**

**С. Н. Морозова, П. П. Власов**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Утилизация отходов термических солевых ванн фосфогипсом**

Для закаливания и изотермического охлаждения деталей и инструмента в текстильной и легкой промышленности, машиностроении и автомобилестроении и т.п. используются композиции веществ, в состав которых входит хлорид бария. Солевые ванны широко применяются и имеют ряд преимуществ по сравнению с другими способами термической обработки металлов. Хлорид бария, входящий в состав солевых ванн, относится к веществам 2-го класса опасности [1] и является токсичным соединением, хорошо растворимым в воде, вследствие чего отходы термических ванн

захоранивают в герметичных контейнерах [2]. Негативным последствием такого обращения с отходами относится:

1. Потеря ценных компонентов;
2. Опасность проникновения растворившегося хлорида бария в водоносные горизонты грунта;
3. Плата за размещение отходов.

Поэтому целесообразно утилизировать или перерабатывать отходы солевых ванн с получением ценных продуктов (хлорида бария), а также сульфата бария, который может быть использован в качестве наполнителя в краске.

Для обезвреживания отходов термических ванн могут быть использованы такие химические вещества, как серная или фосфорная кислоты, сульфат или фосфат натрия, гипс или дикальцийфосфат. Выбранная нами технология утилизации отходов солевых ванн включает следующие основные стадии: 1 – растворение отходов солевых ванн; 2 – отделение нерастворимого остатка, 3 - кристаллизации сульфата бария в результате обменной реакции хлорида бария с фосфогипсом; 4 – сброс раствора хлорида кальция или его извлечение из раствора в виде двойной соли ( $\text{CaCl}_2 \cdot 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ).

При обезвреживании и переработке хлорида бария стадия растворения отходов солевых ванн является лимитирующей.

Для исследований было отобрано 4 образца отходов термических ванн на предприятиях ОАО «Кировский завод». Результаты определения компонентов в отходах солевых ванн представлены в *таблице 1*.

**Таблица 1. Состав отходов солевых ванн**

№ образца	Место отбора отходов хлористого бария	Содержание компонентов, %			
		$\text{BaCl}_2$	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	$\text{CaCl}_2$	н.о
1	Отпускная ванна «Дегусса»	41	14,4	40,8	3,7 (в т.ч. 1,4 Fe, 0,032 Pb, 0,004 Ni)
2	Закалочная ванна «Дегусса»	89	5,0	нет	6,1 (в т.ч. 1,9 Fe, 0,07 Pb, 0,005 Ni)
3	Бариевая ванна	93	3,9	нет	3,0 (в т.ч. 2,6 Fe, 0,006 Pb, 0,007 Ni)
4	Смесь отходов	94	нет	нет	6,0 (в т.ч. 4,9 Fe, 0,07 Pb, 0,03 Ni)

Из *таблицы 1* видно, что во всех образцах отходов, кроме основного компонента, присутствуют различные сопутствующие соединения как растворимые, так и нерастворимые в воде. К хорошо растворимым в воде ве-

ществам относятся соли хлоридов кальция, натрия, бария и метаборат натрия. В состав нерастворимого остатка входят фториды бария, соединения кремния, сажа, железо и другие металлы (цинк, медь, кадмий – следы), доля нерастворимого в воде остатка в отходах солевых ванн составляет 3–6 %. В предоставленных образцах содержание токсичного компонента, хлорида бария, колеблется от 41 до 94 %.

Степень извлечения хлорида бария в раствор зависит от многих факторов, в частности, от температуры растворения, содержания примесей, степени измельчения образцов. В *таблицах 2, 3* представлены данные о степени извлечения хлорида бария при массовом соотношении между кусковым отходом и водой, равном 1:40, в зависимости от температуры и длительности процесса растворения.

**Таблица 2. Степень извлечения хлористого бария при температуре 20 °С**

№ образца отходов солевых ванн	Степень извлечения хлористого бария (%) в зависимости от времени растворения, мин.			
	30	60	120	180
1	50	65	78	88
2	43	58	73	82
3	28	42	56	65
4	16	31	45	55

**Таблица 3. Степень извлечения хлористого бария при температуре 50 °С**

№ образца отходов солевых ванн	Степень извлечения хлористого бария (%) в зависимости от времени растворения, мин.			
	20	30	45	60
1	86	93	96	99
2	66	80	92	99
3	46	65	85	94
4	4	32	62	84

Из полученных данных видно, что повышение температуры в 2,5 раза способствует увеличению скорости растворения в 3–6 раз в зависимости от химического состава отходов. Так, в образце 1 содержится хлорид кальция, обладающий гидрофильными свойствами, что способствует

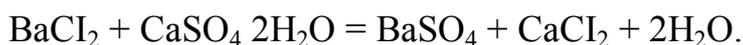
процессу растворения кусковых отходов солевых ванн, например, по сравнению с образцом 2 он растворяется в 2 раза быстрее.

Образцы 2 и 3, имеющие примерно одинаковый химический состав и не содержащие гигроскопических солей, растворяются с разной скоростью из-за разного по составу цементирующего нерастворимого остатка. В образце 3 хотя и находится в 2 раза меньше нерастворимого остатка, но содержание железа в нем в 3 раза больше, структура такого шлама приводит к блокированию поверхности растворения и уменьшению скорости диффундирования хлористого бария из объема растворяемых кусков. За 75 мин при температуре 50 °С практически полностью растворяются 3 образца отходов из четырех представленных.

В воде кусковые образцы отходов растворяются при температуре 20 °С в течение 2–6 ч, а при температуре 50 °С за 0,7–3 ч. При этом скорость растворения кускового образца на два порядка меньше порошкообразного.

Для утилизации отходов солевых ванн мы проводили конверсию хлорида в сульфат бария. Процесс конверсии изучали следующим образом: растворяли в воде отход № 3, отделяли нерастворимый остаток и затем добавляли хлорид кальция и фосфогипс. Процесс проводился при температуре 20 °С. Пробы отбирались каждые 5, 15, 30, 60 мин.

Процесс наиболее полно протекает при исходных концентрациях хлорида бария 10 % и хлорида кальция 16 %, при этом через час степень конверсии хлорида в сульфат бария составляет 96 %. Поэтому мы провели дополнительные исследования, направленные на полноту прохождения процесса конверсии хлорида в сульфат бария, увеличив норму гипса от стехиометрии по уравнению реакции:



Полученные результаты представлены в *таблице 4*.

**Таблица 4. Скорость конверсии хлорида бария в бланфикс (BaSO<sub>4</sub>) в зависимости от нормы гипса при температуре 20 °С**

Исх. содержание компонентов, %		Норма гипса от стехиометрии, %	Степень конверсии BaCl <sub>2</sub> в BaSO <sub>4</sub> (%) от времени взаимодействия с гипсом, мин.			
			5	15	30	60
BaCl <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub>					
10	16	100	75	80	85	90
10	16	105	80	95	97	98
10	16	110	90	100	–	–

При добавлении фосфогипса в количестве 105 % от стехиометрии степень конверсии через час составляет 98 %, а при добавлении 110 % за 15 мин – 100 %.

Выбраны оптимальные условия обезвреживания хлорида бария путем его перевода в сульфат бария. Изучены три метода получения сульфата бария путем взаимодействия фосфогипса с хлоридом бария, обменной реакции последнего с сульфатом натрия или серной кислотой. Наиболее приемлемым вариантом является процесс взаимодействия фосфогипса с токсичным компонентом отходов солевых ванн – хлоридом бария. Фосфогипс является отходом производства экстракционной фосфорной кислоты.

На основании проведенных исследований могут быть рекомендованы оптимальные параметры обезвреживания отходов солевых ванн:

- а) норма фосфогипса – 110 % от стехиометрии;
- б) концентрация циркулирующего раствора хлорида кальция – 16 %  $\text{CaCl}_2$ ;
- в) концентрация хлорида бария после растворения отходов – 10 %  $\text{BaCl}_2$ ;
- г) температура процесса – 20–25°C;
- д) время взаимодействия – 1 ч.

### Литература

1. *Ахметов, Т. Г.* Аналитические методы контроля производства бариевых и сульфитных смесей / Т. Г. Ахметов, Н. В. Лисина. – М.: Химия, 1974. – 199 с.
2. *Новиков, И. И.* Термическая обработка металлов и сплавов / И. И. Новиков, М. В. Захаров. – М.: Metallurgizdat, 1962. – 258 с.
3. *Справочник по растворимости солевых систем* / А. Б. Здановский, Е. И. Ляховская, Р. Э. Шлейнович. – М.-Л.: ГХИ, 1953. – 671 с.

УДК 543.31:502.51(282)

**О. А. Ермолова, В. А. Исаев**

Ивановский государственный химико-технологический университет

### Экология речных вод

Водные объекты являются сборником всех поверхностных, в том числе и атмосферных смывов, приемниками сбрасываемых сточных вод, аккумуляторами и транспортерами загрязняющих веществ. Подавляющее число рек России относится к категории малых. Главная опасность для малых рек заключается не в прямом физическом истощении водных ресурсов, а в их загрязнении. От качества водных ресурсов, их рационального

использования в большой степени зависят общее состояние природной среды и здоровье населения.

В настоящей работе представлены результаты исследования проб поверхностных вод реки Талка г. Иваново по органолептическим, химическим, бактериологическим и гидробиологическим показателям; анализ содержания свинца в донных отложениях водоема. Исследование проводилось на участках, приуроченных к рекреационным зонам, и участках, расположенных в условиях техногенной нагрузки.

Содержание растворенного в воде кислорода определяли йодометрическим методом по Винклеру, реакция среды (рН) потенциометрическим методом, общая жесткость комплексометрическим методом, окисляемость по Кубелю в соответствии с методиками ПНДФ 14.1:2.101-97, ПНДФ 14.1:2:3:4.121-97, ПНДФ 14.1.2.98-97, ПНДФ 14.1:2:4.154-99. Для определения характера и интенсивности запаха использовались органолептические методы [1]. Индекс сапробности рассчитывали по методике Пантле-Букка в модификации для малых водотоков центра Европейской России. Микробиологическая оценка давалась согласно Методическим указаниям [2] при помощи определения индекса БГКП методом мембранной фильтрации и подсчета общего микробного числа, образующих колонии на питательном агаре. Пробы донных отложений отбирались, согласно ГОСТ из поверхностного 15-см слоя [3]. Для определения содержания свинца в пробах донных отложений использовали метод атомно-абсорбционной спектроскопии, реализованный на АА-спектрофотометре «Спектр-5-3».

Результаты определения органолептических и химических показателей в пробах воды представлены в *таблице 1*.

Обнаружено превышения нормативов ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования таких характеристик, как запах и перманганатная окисляемость (*таблица 1*), такие данные могут говорить о наличии загрязнения в исследуемой воде, возможно сточными водами.

Результаты определения санитарно-бактериологических показателей в пробах воды представлены в *таблице 2*.

Микрофлора воды в реке Талка определена как типичная для речной системы. Показатель ОМЧ 22 °С колеблется от 62 до 249 КОЕ/мл осенью 2009 г. и варьирует от 38 до 206 КОЕ/мл весной 2010 г. Коэффициент соотношения ( $K_{22/37}$ ) в среднем составляет 4,65, что говорит об активных процессах самоочищения [2]. Уровень бактериального загрязнения на отдельных участках превышен, носит локальный характер. Встретились условно-патогенные штаммы *Klebsiella* sp. и *Serratia marcescens*, непосредственно *E.coli* в мазках обнаружены не были.

**Таблица 1. Органолептические и гидрохимические показатели в сопоставлении с санитарно-гигиеническими нормативами**

Показатель	Единицы измерений	Диапазон значений	Среднее	Ст. откл.	ПДК	НД на методы измерений
Запах при 20 °С	баллы	0-3	2,25	0,86	2	ГОСТ 3351-74
Запах при 60 °С	баллы	0-4	3,12	1	2	ГОСТ 3351-74
Водородный показатель	ед. рН	7,3-9	7,9	0,34	6-9	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
Окисляемость перманганатная	мг/л	6,2-41,2	16,45	6,4	15*	-
Жесткость общая	ммоль/л	2,9-4,4	3,7	0,24	7	ГОСТ Р 52407-2005
Содержание кислорода	мг/л	3,6-19,1	9,4	2,9	не менее 4	-

\* норматив допустимых сбросов в водные объекты, используемые для купания, спорта и отдыха населения согласно [4].

**Таблица 2. Общее микробное число и индекс БГКП в сопоставлении с санитарно-гигиеническими нормативами**

	Диапазон значений	Среднее	Ст. откл.	Норма
ОМЧ 22 °С	38-249 КОЕ/мл	104	8,3	50 кол. на 1 мл*
Индекс БГКП	2000-30000 бактерий на 1 л	8000	24	10 000 бактерий на 1л**

\* норматив согласно [5], \*\* норматив согласно [6].

Анализ индексов сапробности по методике Пантле-Букка в модификации для малых водотоков центра Европейской России показал, что воды в реке Талка относятся к  $\alpha$ -мезосапробным, т.е. являются загрязненными, исключение составляет участок вдоль ул. Сосновая вблизи ТЦ «ТекстильПрофи», на котором воды в 2008-10 гг. оценены как  $\beta$ -

полисапробные, то есть грязные. В ходе изучения более 120 проб макрозообентоса обнаружены представители 48 семейств, относящиеся к типам Anneleles, Mollusca, Arthropoda, Rotatoria. Выявлены наиболее массовые индикаторные виды водных беспозвоночных: Planorbarius corneus, Anisus vortex, Lymnaea stagnalis, Lymnaea ovata, Glossiphonia complanata, Notonecta glauca [7]. Данные виды, как правило, не чувствительны к загрязнению.

Донные отложения, являясь депонирующей средой, служат индикатором долговременного техногенного воздействия. Содержание свинца в донных отложениях представлено в *таблице 3*. В качестве критерия оценки, в виду отсутствия федеральных норм и критериев загрязненности донных отложений в водных объектах, использован норматив «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» [8].

**Таблица 3. Содержание свинца в донных отложениях в сопоставлении с нормативом**

	Диапазон значений	Среднее	Стандартное отклонение	ПДК*
Pb, мг/кг	17,32 – 51,9	25,9	1,8	32

\* общесанитарный показатель, согласно [8].

В пробе донных отложений, взятых с участка, расположенного за жилым сектором по улице Строкинская, содержание свинца составило 1,1 ПДК, на участке вдоль улицы Сосновой вблизи ТЦ «ТекстильПрофи» – 1,6 ПДК, большая часть проб характеризуется отсутствием превышений нормативных величин ПДК. Исходя из чего, можно утверждать, донные отложения р. Талка слабо загрязнены свинцом.

Проведенное исследование позволяет заключить, что качество воды в малой реке Талка соответствует требованиям, предъявляемым к воде культурно-бытового водопользования. Однако, использование воды в питьевых целях неприемлемо. Вода на участках, приуроченных к рекреационным зонам (Парк «1905 года», зоны отдыха и купания людей) удовлетворяет нормам безопасности, здесь выделяются локальные участки бактериального загрязнения. В техногенных условиях в черте города отмечается превышения по таким показателям, как запах, окисляемость, общее микробное число, индекс БГКП, сапробность, донные отложения отличаются наибольшей концентрацией свинца. В большей степени это относится к водам на участке вдоль улицы Сосновой вблизи ТЦ «ТекстильПрофи». Визуальное неблагоприятное состояние водной экосистемы на данном участке (обмеление, захламленность береговым и донным мусором) подтверждается лабораторными результатами. Распространение загрязнения с участков, расположенных в условиях повышенной антропогенной нагрузки в

черте города отмечено на следующем участке вниз по течению, в месте впадения р. Талка в р. Уводь.

### **Литература**

1. *ГОСТ 3351-74*. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. Введ. 1975-07-01.
2. *МУК 4.2.1884-04*. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – 75 с.
3. *ГОСТ 17.1.5.01-80*. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. Введ. 1981-07-01.
4. *Ведомственный* нормативный документ. Методика расчета нормативов допустимых сбросов (НДС) веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. – М.: 2007. – 117 с.
5. *СанПин 2.1.4.1074-01*. Вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: 2002. – 99 с.
6. *Лукьяненко, В. И.* Комплексная оценка качества воды реки Которосль от истока до устья по данным экспедиционного обследования в 2002 г. / В. И. Лукьяненко // Материалы IV научно-практической конференции. – Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2008 – № 4. – С. 165–170.
7. *Чертопруд, М. В.* Краткий определитель пресноводных беспозвоночных центра Европейской России / М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд. – М.: МАКС Пресс, 2003. – 182 с.
8. *ГН 2.1.7.2041-06*. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М.: 2006. – 15 с.

**УДК 628.316.12**

**О. А. Гончаренко, Р. Ф. Витковская, А. Ю. Смирнов**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Исследование деструкции ПАВ на полимерном металлосодержащем катализаторе**

В настоящее время очистка сточных вод представляется достаточно актуальной задачей. В этой связи, одним из проблемных соединений являются поверхностно-активные вещества (ПАВ), составляющие основу всех моющих средств (шампуней, жидкого мыла, гелей для душа, пены для

ванн). Присутствие в воде ПАВ оказывает отрицательное влияние на очистку воды (главным образом на процессы коагуляции и осаждения) и является причиной появления в воде неприятных привкусов, запахов, а в некоторых случаях даже пены. Все ПАВ способны эмульгировать нефтепродукты, жиры, масла и повышать стабильность их эмульсий в водоемах. Кроме того, ПАВ за счет синергетического эффекта усиливают токсичность других веществ, совместно присутствующих в воде [1].

Существует достаточное количество методов очистки сточных вод от ПАВ, однако многие из них не соответствуют требованиям качества воды, являются энергоемкими или способствуют образованию вторичных отходов.

В этой связи одним из эффективных и одновременно технологически обоснованных является метод каталитического окисления. Перспективным в решении технологических и экологических проблем многих производств является интенсификация массообменных и химических процессов за счет применения катализаторов волокнистой структуры. Основное преимущество таких катализаторов связано со значительно большей величиной доступной для реагентов поверхностью, свойственной волокнистым структурам, и соответственно увеличением числа доступных активных центров.

Разработанные в Санкт-Петербургском государственном университете технологии и дизайна, катализаторы волокнистой структуры, эффективно работают при очистке различных стоков. Это техническое полотно, полученное трикотажным способом (методом полуфанг), состоящее из инертного каркаса из полипропиленовых мононитей и сопроводительной нити, в качестве которой используется промышленно выпускаемая комплексная полиакрилонитрильная нить. Путем проведения полимераналогичных превращений данного полотна, были получены катализаторы с ионами различных металлов.

Данные катализаторы успешно прошли апробацию по очистке сточных вод от красителей, фенол- и сульфидсодержащих стоков [2].

Для проведения исследования деструкции ПАВ нами был использован полимерный катализатор с ионами  $Fe^{+3}$ .

В качестве объекта исследования использовалось анионное поверхностно-активное вещество – сульфонол НП-1, концентрацией 10 мг/л, которое применяется для крашения целлюлозных, белковых, полушерстяных и некоторых синтетических волокон наряду с другими веществами и по своему химическому строению значительно отличаются от природных органических соединений, чем объясняется их замедленное биохимическое окисление. Поступая в водоемы не полностью окисленным, данное вещество способствует образованию пены, придавая специфический запах и привкус воде. Анализ растворов ПАВ проводился по стандартной методике с использованием спектрофотометра [3]. В качестве окислителя выбран

экологически чистый пероксид водорода. Данный окислитель используется в красильно-отделочном производстве для отбеливания волокон и тканей, поэтому возможно использование отработанных растворов при проведении процессов каталитического окисления.

Полученные данные по влиянию полимерного металлосодержащего катализатора на процесс деструкции ПАВ в присутствии окислителя – пероксида водорода (рисунк 1), свидетельствуют, что использование полимерного катализатора значительно ускоряет процесс разрушения ПАВ.

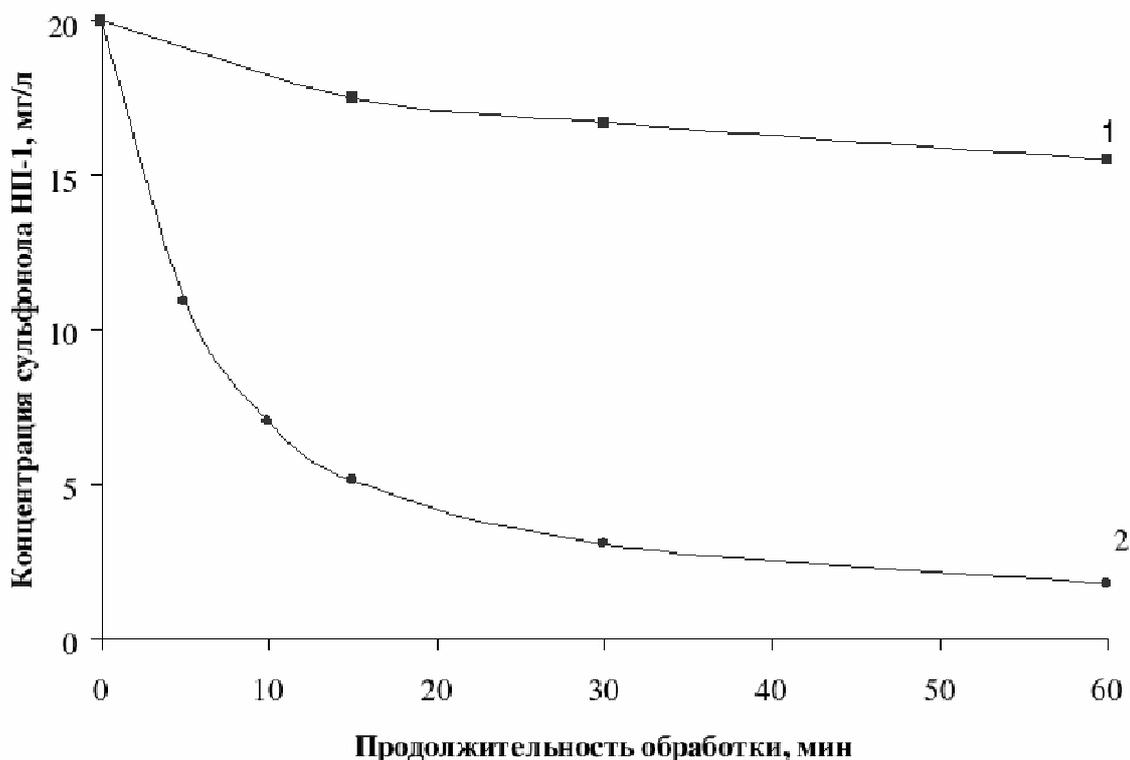


Рисунок 1. Влияние полимерного металлосодержащего катализатора на процесс окисления сульфанола НП-1: 1 – без катализатора; 2 – с катализатором (модуль ванны = 55);  $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{pH} = 3$ ;  $C_{\text{ПАВ}} = 20\text{ мг/л}$ ;  $C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,35\text{ г/л}$

При этом согласно результатам, полученным спектрофотометрическим методом (рисунк 2), в течение 2 ч. обработки окисление сульфанола НП-1 протекает практически до полного разложения.

Проведенные исследования показали перспективность применения катализаторов волокнистой основы для деструкции анионного поверхностно-активного вещества – сульфанола НП-1 в присутствии пероксида водорода, и требует дальнейших исследований.

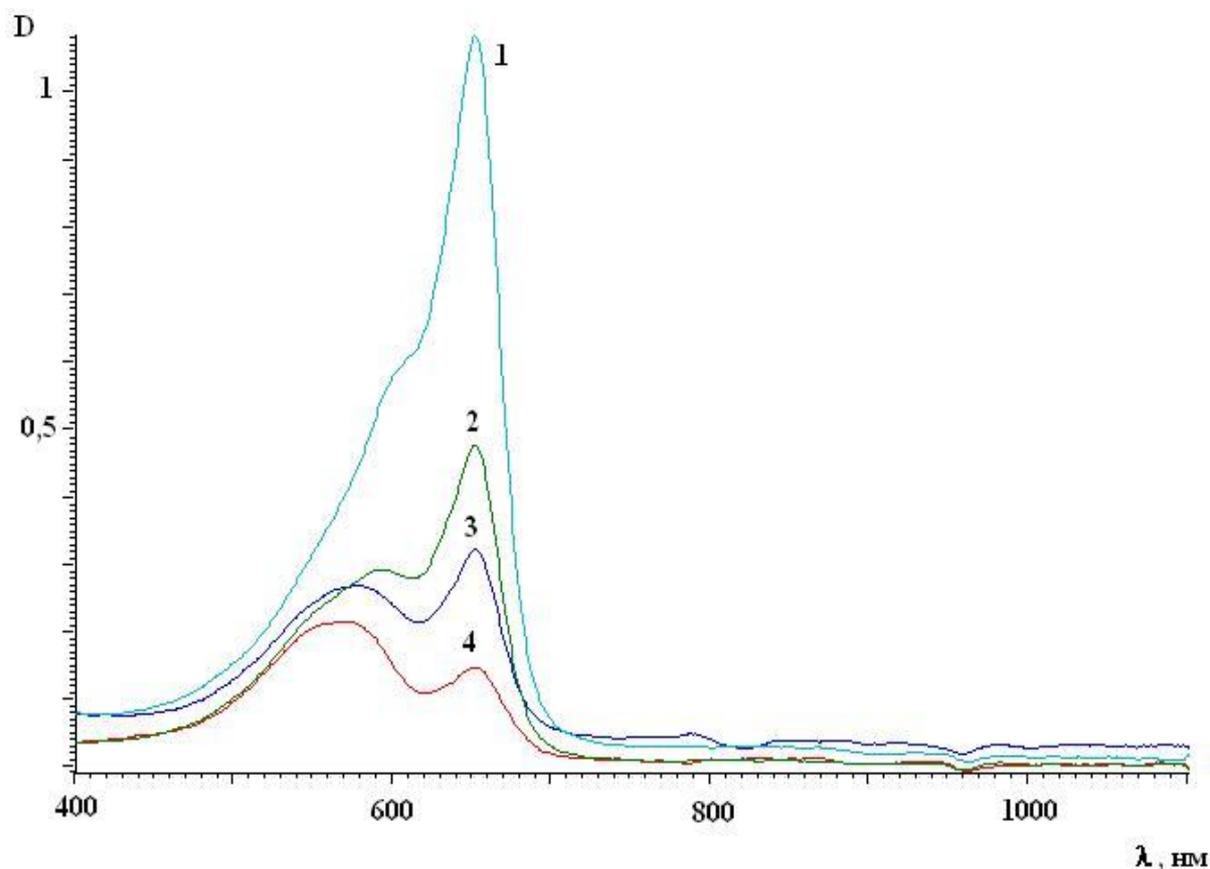


Рисунок 2. Спектрофотометрия экстрагированных растворов ПАВ в процессе каталитического окисления: 1 – раствор ПАВ (сульфонол НП-1) 20 мг/л; 2 – раствор ПАВ (сульфонол НП-1) после 1 ч. обработки; 3 – раствор ПАВ (сульфонол НП-1) после 2 ч. обработки; 4 – холостой раствор

### Литература

1. Ланге, К. Р. Поверхностно-активные вещества. Синтез, свойства, анализ, применение. / К. Р. Ланге. – СПб.: Профессия, 2007. – 240 с.
2. Витковская, Р. Ф. Каталитические трикотажные материалы для обезвреживания токсичных промышленных выбросов / Р. Ф. Витковская, А. Ю. Смирнов, М. В. Орлова, С. В. Петров // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007. – № 1С. – С. 162-164.
3. *Определение органических загрязнений* питьевых, природных и сточных вод / пер. с нем. Ю. И. Вайнштейн; под редакцией Ю. Ю. Лурье – М: Химия, 1975. – 200 с.

**В. А. Смирнова<sup>1</sup>, Н. И. Миташова<sup>2</sup>, В. А. Волков<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина

<sup>2</sup>Московский государственный университет инженерной экологии

## **Экологическая и токсикологическая безопасность сточных вод предприятий бытового обслуживания населения**

Услуги по химической чистке, стирке и подкрашиванию текстильных изделий, выделка и облагораживание кожи и меха или помыв автомобилей, т. е. ни одно из наиболее массовых направлений бытового обслуживания населения, невозможны без применения моющих средств, основу которых составляют поверхностно-активные вещества.

Несмотря на широкий спектр применения, ПАВ оказывают негативное воздействие на экологию и организм человека. Значительную часть антропогенной нагрузки, приходящейся на поверхностные водные объекты, составляют сточные воды, содержащие синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), которые входят в состав всех хозяйственно-бытовых и большинства промышленных сточных вод. Попадая в водоёмы, ПАВ активно участвуют в процессах перераспределения и трансформации других загрязняющих веществ (таких как канцерогенные вещества, пестициды, нефтепродукты, тяжёлые металлы и др.), активизируя их токсическое действие. С ПАВ связано 6–30 % меди, 3–12 % свинца и 4–50 % ртути в коллоидной и растворённой форме. Незначительной концентрации ПАВ (0,05–0,10 мг/дм<sup>3</sup>) в воде достаточно, чтобы активизировать токсичные вещества, способствуя их проникновению в организм человека.

Большинство ПАВ и продукты их распада токсичны для различных групп гидробионтов: микроорганизмов (0,8–4,0 мг/дм<sup>3</sup>), водорослей (0,5–6,0 мг/дм<sup>3</sup>), беспозвоночных (0,01–0,9 мг/дм<sup>3</sup>) даже в малых концентрациях, особенно при хроническом воздействии. ПАВ способны накапливаться в организме и вызывать необратимые патологические изменения [1].

В этой связи, целью нашей работы было выявление токсичности сточных вод, содержащих ПАВ, образующихся при функционировании предприятий бытового обслуживания населения, и разработка способов снижения вредного воздействия их на окружающую среду. На первой стадии такого исследования необходимо было провести анализ сточных вод предприятий бытового обслуживания населения.

В *таблице 1* приведен состав сточных вод промышленных прачечных, сточных вод от участков крашения, сточных вод от станций помыва автомобилей.

**Таблица 1. Состав сточных вод от некоторых предприятий бытового обслуживания населения**

Усредненный состав сточной воды				
Показатель	Величина показателя			ПДК в горколлекторе
	I	II	III	
Цвет	Мутно-белый	Светло-фиол.	Грязно-серый	Без цвета
Запах, баллов	Очень сильный запах отдушки СМС, (5)	2-3	2-3	0-1
рН	9-11	7,5-8	8,25	6,6-8,5
Окраска (по разведению)	1:3	1:25	1:10-12	1:15
Прозрачность по шрифту, см	6	17	5,5	>20
ХПК			2600	800
СПАВ, мг/ дм <sup>3</sup>	20		28	2,5
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	155	53,1		2
Тяжелые металлы (комплексно), моль/дм <sup>3</sup>	отсутствуют	2,5·10		110
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,1-0,2		0,3
Хлориды (ионы), мг/дм <sup>3</sup>	50	10		350
Сульфаты(ионы), мг/дм <sup>3</sup>	500	350		500
взвешенные мг/ дм <sup>3</sup>	387,5	132,8	1000-2500	1000
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>			150	4
Примечание: сточные воды I –прачечных[2], II – красильных участков[3], III-станций помыва автомобилей [4]				

Из приведенных в *таблице 1* данных видно, что сточные воды от стирки, подкрашивания и мойки автомобилей по многим показателям удовлетворяют требованиям для сброса в городские очистные сооружения. Но такие показатели, как содержание ПАВ – компонентов моющих средств, превышает нормы и, поэтому для снижения экологической нагрузки на окружающую среду и уменьшения опасности попадания ПАВ в организм человека с питьевой водой такие воды требуется подвергать очистке от этого загрязнения, поскольку синтетические ПАВ являются токсичными веществами, как для гидробионтов, так и для человека [5].

Для очистки сточной воды от станций мойки автомобилей нами была разработана флотационно-фильтрационная установка, позволяющая удалять загрязнения такой воды (нефтепродукты и ПАВ), доводя её до кондиций, позволяющих сбрасывать очищенную воду в городскую канализацию [6].

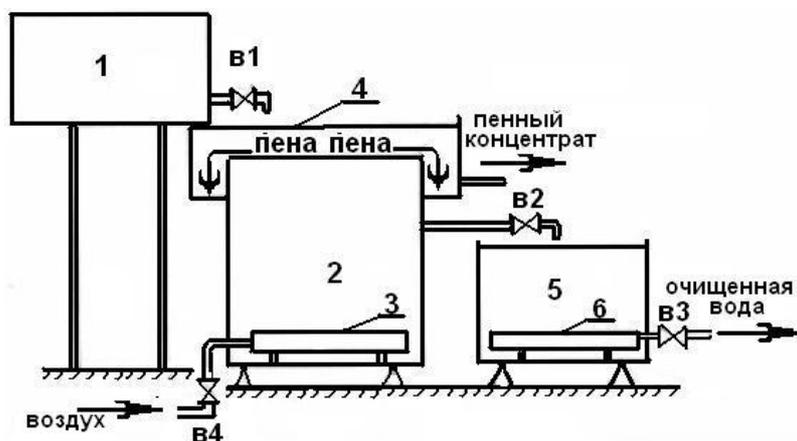


Рисунок 1. Схема пенного флотатора с генератором пены и фильтром в виде паковки [7]: 1 – емкость для сточной воды, 2 – пеногенератор, 3 – намотка из полипропиленовых нитей, 4 – сборник пеноконденсата, 5 – сборник воды после выпенивания, 6 – фильтр в виде намотки из полипропиленовых нитей, в1, в2, в3, в4- вентили.

Пенную флотацию и фракционирование загрязнений сточных вод небольших по объему сточных вод предприятий удобно проводить на установке, схема которой показана на *рисунке 1* [7]. В качестве генератора пены используется паковка из полипропиленовых нитей. Такой способ можно использовать том случае, если нет необходимости удалять взвешенные и дисперсные загрязнения, которые в избытке образуются, например, на станциях по мойке автомобилей.

При пенной флотации загрязняющих веществ, в первую очередь поверхностно-активных или связанных с ними, происходит фракционирование загрязнений [8]. В первую очередь происходит выделение наиболее поверхностно-активных компонентов, а в сточной воде остаются менее активные.. Это уже положительно сказывается на снижении вредного воздействия остаточных количеств ПАВ, в сбрасываемых сточных водах.

Другой, весьма эффективный способ снижения вредного воздействия сточных вод, содержащих ПАВ, это повторное использование пенного конденсата в качестве замены некоторого количества СМС при стирке в прачечных. Естественно, что пенный конденсат требуется обеззараживать перед повторным использованием. Такая технология стирки была разработана Н. И. Миташовой ещё в середине 80-х гг. прошлого столетия и была рекомендована к использованию не только в Российской Федерации, но и в других республиках Советского Союза, например в Казахстане [9]. Отметим, что состав пенного конденсата не соответствует составу исходного использованного СМС и, как правило, содержит меньшее количество неионогенных ПАВ, а в отходящей сточной воде количество неионогенных ПАВ будет повышенным.

Отдельно хотелось бы остановиться на составе сточных вод предприятий, использующих технологию аквачистки. В *таблице 2* приведен состав сточных вод технологических линий, использующих различную технологии аквачистки. Анализируя данные, приведенные в *таблице 2*, отметим, что общим для всех технологических процессов аквачистки является повышенное содержание поверхностно-активных веществ в сточной воде, что связано с высокой концентрацией моющих средств, необходимых для осуществления этой технологии.

Можно отметить, что количество ПАВ в сточных водах от аквачистки, независимо от применяемой технологии, во много раз превышает нормативы сброса сточных вод в канализацию, что указывает на необходимость обязательного процесса локальной очистки таких вод перед их сбросом. Такой эффект связан с тем, что при аквачистке используют препараты в концентрациях существенно превышающих таковую при стирке текстильных изделий.

Токсичность сточных вод определяли в соответствии с методическими рекомендациями МР 2.1.7.2297-07. Было установлено, что сточная вода после стирки и первого полоскания является токсичной и соответствует, третьему классу опасности (опасные). Третье полоскание - не является токсичным и принадлежит к четвертому классу опасности. После очистки сточной воды от стирки современными коагулянтами и флокулянтами вода становится не токсичной и может быть использована повторно. Найдено также, что на образцах бязи после стирки содержится до  $0,19 \text{ мг/см}^2$  АПАВ, а на кожевой ткани после аквачистки - до  $1,2 \text{ мг/см}^2$ , что свидетельствует о значительном превышении концентрации АПАВ на изделиях. Соответствующий норматив в России составляет  $0,05 \text{ мг/см}^2$  поверхности изделия. Отметим, что ПАВ через кожу могут попадать в организм человека и оказывать вредное воздействие.

**Таблица 2. Состав сточных вод технологических линий, использующих различную технологии аквачистки**

Усредненный состав сточной воды				
Показатель	Величина показателя			ПДК в горколлекторе
	I	II	III	
Запах,баллов	0	1	2	0-1
рН	6-6,5	8,0	6,0	6,6-8,5
Цветность (по разведению)	1:10	1:100	1:7	1:16
Прозрачность по шрифту, см	3,5-8,0	1,05	3,5	>20
ХПК	1450-2500	1300	1456	800
СПАВ, мг/ дм <sup>3</sup>	94-850	3140	41	2,5
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>		870	270	2
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>		0,1	0,65	0,3
Хлориды (ионы), мг/дм <sup>3</sup>	2.4-2,6	74	22	350
Сульфаты(ионы), мг/дм <sup>3</sup>	6-7	105	50	500
взвешенные мг/ дм <sup>3</sup>	280-350	1600	550	1000
<b>Примечание:</b> сточные воды I –усредненный состав стоков при использовании отечественных технологий, II –усредненный состав стоков при использовании немецкой технологии GBM Elettrochimika, III- усредненный состав стоков при использовании американской технологии «Сьюд лайф»				

В качестве критерия токсичности определялась всхожесть семян, обработанных сточной водой, очищенной сточной водой по сравнению с водопроводной (рисунк 2). ПАВ, адсорбируясь на поверхности клеточных мембран коренным образом изменяют их проводимость по отношению к воде и питательным веществам, в результате чего прекращается их прорастание и развитие. Этот метод является одним из наиболее показательных и

не требует проведения экспериментов на животных или использования биохимического люминесцентного метода на бактериях.

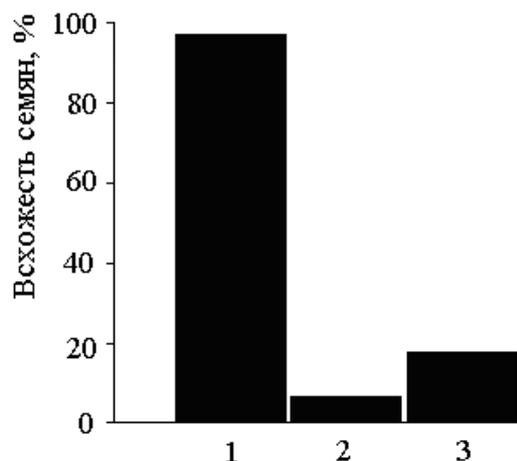


Рисунок 2. Влияние качества воды на всхожесть семян пшеницы: 1 – водопроводная вода, 2 – сточная вода от стирки, 3 – очищенная выпениванием сточная вода

Была также исследована возможность очистки сточных вод после замачивания и собственно стирки наряду с описанными выше методами также с использованием коагулянтов нового поколения (Аква-Аурат-30 и Водалс). Установлено, что очищенный сток стирки можно использовать повторно, проведя корректировку pH и дезинфекцию.

### Литература

1. *Остроумов, С. А.* Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы / С. А. Остроумов. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 334 с.
2. *Волков, В. А.* Адсорбция и моющее действие поверхностно-активных веществ в процессе стирки / В. А. Волков, А. А. Агеев, Н. И. Миташова, М. С. Кибалов // Вестник Хмельницкого национального университета Украины, 2011. – № 4. – С. 147–154.
3. *Миташова, Н. И.* Экспериментальная очистка сточных вод крашения / Н. И. Миташова // Современная химчистка и прачечная, 2011. – № 6. – С. 26–29.
4. *Миташова, Н. И.* Технология защиты окружающей среды от предприятий городского хозяйства / Н. И. Миташова. – М.: МГУИЭ, 2004.
5. *Миташова, Н. И.* Токсичность препаратов, применяемых при стирке и химчистке / Н. И. Миташова, В. А. Волков, Л. С. Курючина // сб. тез. докл. междунар. конф. «Текстиль 2011». – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2011.
6. *Патент РФ № 2357926* Флотационно-фильтрационная установка / О. С. Кочетов, В. А. Волков, Л. В. Колаева. Оpubл. 10.26.09.

7. Николаев, С. Д. Извлечение синтетических поверхностно-активных веществ из сточных вод при помощи текстильных аэраторов и фильтров, на базе специальных мотальных паковок. Паковки / С. Д. Николаев и др. – М.: МГТУ, 2007. – С. 111–116.

8. Волков, В. А. Пенная очистка и фракционирование неионогенных ПАВ / В. А. Волков // сб. тез. докл. II-ой Всесоюзн. конф. "Пены". – Шебекино: ВНИИПАВ, 1979. – С. 36–37.

9. Миташова, Н. И. Рекомендации по повторному использованию остаточных красильных растворов и промывных вод от стирки на предприятиях химчистки и крашения одежды / Н. И. Миташова. – Алма-Ата: КАЗГИПРОНИИбыт, 1984. – 17 с.

**УДК 677.11: 547.458**

**А. А. Козлов, О. В. Лепилова**

Институт химии растворов им. Г. А. Крестова РАН

### **Обоснование возможности повышения эффективности извлечения пектиновых веществ из отходов льняного производства**

Переработка льна сопровождается образованием большого количества отходов от общей массы используемого сырья, основное количество которых представлено кострой (до 70 % от массы выращиваемого льна) [1], очесами (до 70 % от массы трепаного льна) и угарами (до 7 % от массы перерабатываемого сырья) [2]. Столь существенный процент отходов при производстве льна снижает эффективность как выращивания, так и переработки льна, что влечет за собой повышение стоимости готовой продукции. Частичного снижения себестоимости текстильных материалов предприятия добиваются за счет вторичного использования отходов. В частности, костра используется как компонент строительных плит, а также в качестве топлива. Из очеса вырабатывают оческовую пряжу, применяемую для производства технических тканей. В частности, в условиях ЗАО «Большая Костромская льняная мануфактура» благодаря такому подходу потери на стадии прядения сокращаются до 5 % и представлены лишь угарами, которые остаются не востребуемыми для дальнейшей переработки. В тоже время льняные отходы содержат в своем составе пектин, который является ценным продуктом для медицины и пищевой промышленности. В условиях отсутствия промышленного производства пектина в России, обуславливающего импортозависимость потребителей и высокую стоимость продуктов [3], актуальным является поиск доступной непищевой

сырьевой базы для организации отечественного производства дешевого пектина. В качестве источника пектиновых веществ могут быть использованы отходы льняного производства. В научной литературе описано несколько производственных схем получения пектина [4]. При этом отличие состоит в применяемых экстрагентах, выбор которых зависит от вида используемого сырья. Классические схемы переработки растительной биомассы включают стадию экстракции в присутствии минеральных кислот для деструкции клетчатки, проводимую в течение длительного времени при высоких значениях температуры и кислотности среды (рН 1,5–2,5) [5]. Это приводит к потере нативных свойств пектина, в том числе к снижению комплекса ценных свойств пищевых волокон. Использование более щадящих сред, в частности, щавелевой кислоты, не обеспечивает полноты выхода пектина [5]. Одним из путей устранения этих недостатков и отказа от жестких условий осуществления процессов является использование методов ферментативного катализа для модификации сырья.

В связи с этим целью исследования является оценка эффективности биохимической интенсификации выделения пектинов из льняных отходов и сопоставительный анализ его сохранности.

В качестве объектов исследования использованы льняные отходы в виде костры, очёса и угаров. Экстрагирование пектина из промытого в воде измельченного сырья осуществлено в среде традиционно используемых реагентов: 1,5 % HCl (режим 1), 0,25% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (режим 2). Экспериментальный режим 3 включал предварительную обработку льняного сырья отечественным ферментным препаратом целловиридин Г20х и последующую экстракцию 0,25 % C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Для изучения полноты выхода пектина из используемого растительного сырья использован кальций-пектатный метод. Качество экстрагируемого полисахарида оценено по изменению показателя кинематической вязкости 1%-х гидрогелей, определение которого проведено с помощью капиллярного вискозиметра Оствальда с диаметром капилляра 0,8 мм. Измерение скорости истечения растворов пектина проведено при температуре 30 °С. Кроме того проконтролировано изменение величины относительной молекулярной массы (М) в зависимости от используемого режима, рассчитанной с учетом удельной вязкости по уравнению Марка-Хувинка-Куна [6]. Экспериментальные данные представлены в *таблице*.

**Зависимость выхода пектина и изменения его характеристик от вида сырья и используемого технологического режима выделения**

№	С <sub>п</sub> , масс. %			$\eta \cdot 10^{-3}$ , м <sup>2</sup> /с			М		
	костра	очес	угары	костра	очес	угары	костра	очес	угары
1	1,50	3,21	6,20	0,48	0,56	0,58	12800	14900	14300
2	0,81	2,61	4,99	0,77	0,90	0,96	13800	16100	15800
3	1,35	3,19	6,14	1,00	1,19	1,30	15200	18600	18200

Нетрудно видеть, что льняные отходы отличаются по количественному содержанию пектиновых веществ. Самое низкое количество полисахарида зафиксировано в костре, которая представляет собой одревесневшие части растения и имеет достаточно плотную структуру. Полученные результаты согласуются с литературными данными [7]. Наибольшим содержанием пектина характеризуются угары, что является закономерным фактом, поскольку они содержат клеящие вещества очесов, костры, а также отдельные фракции межклеточных образований, накапливающихся при механическом воздействии в процессах чесания.

Выявлено, что предварительное воздействие препарата целловиридин Г20х, ключевыми компонентами которого являются деструктирующие клетчатку целлюлолитические и гемицеллюлазные ферменты, в экспериментальном технологическом варианте позволяет увеличить выход пектина на 21...23 % в сравнении с режимом 2 и достичь показателей, сопоставимых с уровнем экстракции минеральной кислотой.

Сохранность нативных свойств полисахарида при проведении предварительной биобработки сырья подтверждена результатами оценки реологических свойств и изменениями величины относительной молекулярной массы пектиновых веществ, выделенных из анализируемых видов льняных отходов. Реологические свойства полисахарида оценивали по показателю кинематической вязкости ( $\eta$ ). Для продуктов, выделенных из всех исследуемых видов сырья, прослеживается единая тенденция нарастания показателя вязкости при переходе от режима 1 к режиму 2 в 1,6...1,65 раза и от режима 2 к режиму 3 в 1,3...1,35 раза. Очевидно, что в первом случае проявляется предупреждение гидролитической деструкции пектина в процессе экстракции, ускоряющегося в сильно кислой среде, а во втором – стимулированием выхода более разветвленных фракций полиуронидов в результате биодеструкции полимеров клетчатки. Наибольший уровень показателя кинематической вязкости зафиксирован для пектиновых веществ, выделенных из льняных угаров, что может быть связано с присутствием более высокого количества метоксилированных карбоксильных групп полимера. Показатель относительной молекулярной массы ( $M$ ) также подтверждает более высокую сохранность полисахарида, выделенного из биомодифицированного сырья. Предварительная обработка всех видов льняных отходов целловиридином Г20х способствует повышению величины  $M$  в среднем на 15 %.

Таким образом, показано, что предварительная биомодификация льняного сырья позволяет обеспечить максимальный выход пектиновой фракции. При этом отмечается улучшение реологических свойств полисахарида и повышение показателя относительной молекулярной массы, что свидетельствует о более низкой деструкции структуры пектина по сравнению с полисахаридами, экстрагированными с использованием  $\text{HCl}$  и  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ .

## Литература

1. *Живетин, В. В.* Лен и его комплексное использование / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, О. М. Ольшанская – М.: Информ-Знание, 2002. – 400 с.
2. *Дворников, В. М.* Первичная обработка льна / В. М. Дворников, М. А. Мовнин. – М.: Легкая индустрия. 1976. – 224 с.
3. *Лейн, Т. Е.* Состояние рынка пектинов в России / Т. Е. Лейн // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки, 2004. – № 1. – С. 9–12.
4. *Ефремов, А. А.* Выделение пектина из нетрадиционного растительного сырья и применение его в кондитерском производстве / А. А. Ефремов, Т. А. Кондратюк // Химия растительного сырья, 2008. – №4. – С. 171–176.
5. *Донченко, Л. В.* Технология пектина и пектинопродуктов: учеб. пособие / Л. В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 256 с.
6. *Григорьева, Л. И.* Малый практикум по химии и физике полимеров / Л. И. Григорьева. – Кохтла-Ярве, 2007. – 32 с.
7. *Иванов, А. Н.* Физико-химические основы технологии приготовления льнотресты: дисс. ... докт. техн. наук / А. Н. Иванов. – Кострома, 1989. – 535 с.

УДК 677

**В. А. Логинова, Ю. Пятаева, А. В. Чешкова**

Ивановский государственный химико-технологический университет

## **Композиционные материалы на основе латексов и котонина льна**

Использование латексов в качестве вспомогательных материалов известно при производстве воднодисперсионных лакокрасочных материалов, шпатлевки, бумаги и картонов, ковров, искусственного меха, клееных нетканых материалов, а также при печатании и заключительной отделке тканей [1–3]. В России синтетические латексы на основе диенсодержащих эластомеров серийно производились на ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «СК Премьер» (г. Ярославль), ОАО «Омский каучук», ОАО «Казанский завод СК», ЗАО «Каучук» (г. Стерлитамак), опытными заводами Воронежского филиала НИИСК и ОАО «Ярсинтез». Однако, годовой объем производства синтетических латексов на заводах России за последние 20 лет снизился на порядок и колеблется в интервале 7–9 тыс. т. в пересчете на сухое вещество. Это обусловлено рядом причин, в том числе сокраще-

нием производства многотоннажных материалов, в частности нетканых, а также доступностью и сравнительной дешевизной импортных латексов более высокого качества. Абсолютными лидерами являются 3 производителя – BASF, DOW Chemical, Rohm and Haas, менее значимы Synthomer, Rhodia, Clariant, Polymer Latex, Goodyear. В настоящее время мировое потребление полимерных дисперсий находится на уровне 9 млн. т (по физическому весу – со средней концентрацией сухих веществ на уровне 50 %).

Потребление синтетических полимерных дисперсий можно расположить в следующем порядке: бутадиен-стирольные – 37 %, полиакрилатные – 30 %, поливинилацетатные (гомо- и сополимерные) – 28 %, стирол-акрилатные латексы и другие – 5 %. Наибольшее распространение получила грубая дисперсия поливинилацетата с размером частиц 2–10 мкм, стабилизированная поливиниловым спиртом. Поливинилацетат отличается высокой адгезией к различным поверхностям, но недостаток пленок на его основе заключается в нестойкости к воде из-за гидролиза ПВА с выделением уксусной кислоты. Этому недостатка лишены дисперсии сополимеров винилацетата с этиленом, акрилатами, малеинами, выпускаемыми лишь зарубежными предприятиями.

Латексы сополимеров акрилатов, чаще всего бутилакрилата, наиболее высококачественные связующие для самых разнообразных отделочных продуктов, начиная от красок, шпатлевок, декоративных штукатурок и рельефных покрытий, заканчивая различными ТВВ для текстиля. Из отечественных акриловых реологических модификаторов хорошо себя зарекомендовал загуститель на основе бутилакрилата метакриловой кислоты и натриевой соли метакриловой кислоты, синтезированный в НИИ полимеров им. Каргина (г. Дзержинск). Он имеет отличные реологические свойства, хорошо разливается и устойчив к разбрызгиванию, дает тонкую, прозрачную и эластичную пленку.

К недостаткам бутадиен-стирольных латексов относится быстрое старение пленки, вследствие окисления остаточных двойных связей, что ограничивает срок службы покрытий. Стирол-акрилатные латексы сохраняют практически все преимущества бутилакрилатов при более низкой стоимости. В отечественной практике производства отделочных материалов стирол-акрилаты – наиболее распространенное связующее, несмотря на то, что на нашем рынке они представлены главным образом импортными продуктами. Акрилатные связующие имеют высокую адгезию, стойки к гидролизу и старению, срок службы материалов на их основе может достигать 25 лет. Однако они характеризуются высокой стоимостью, и являются самой дорогой группой латексов.

С целью достижения необходимой мягкости выпускные формы связующих, например, для текстильного производства представляют собой либо эмульсии сополимеров различной природы, либо комбинации гото-

вых связующих различной природы в различных соотношениях. Примером последних является препарат Binder 0102N (ф. Минерва, Италия), представляющий собой синергическую смесь акрилатов, бутадиенов, стиролов с добавкой специальных ТВВ. Различные фирмы разработали эмульсии латексов, синтезированных на основе модифицированных акрилат-акрилонитрил-бутадиеновых полимеров, например такие как superprint 101, тубифаст BFN 90, acramin BA и legoprint AN или связующие на основе акрилата/акрилонитрила (acramin ALW, CLW и alcoprint PB-NC), а также виниловые связующие (binder EM/T). Большим достижением в области синтеза связующих является получение термореактивных самосшивающихся акриловых соединений, содержащих химически активные N-метилоламидные групп, например препарат гелизарин биндеры (ф. БАСФ), что ценно с точки зрения экологии процессов. Фиксация на волокне такой жидкотекучей водной дисперсии связующего происходит без участия предконденсатов термореактивных смол, при этом образуется эластичная пленка, устойчивая к водным обработкам и органическим растворителям. В качестве загущающих агентов хорошо зарекомендовали акрилаты, которые производятся в виде «разбухающих» водных концентрированных паст на основе карбоксилсодержащих акриловых сополимеров (обычно в органической или масляной фазе).

Таким образом, применение, например, акриловых латексов, перспективно в связи с их высокой адгезией к волокну, хорошей пленкообразующей способностью, что позволяет получать пластичные, материалы с высокой стойкостью к старению под действием тепла и света.

В настоящей работе исследовали свойства пленок латексов и композиционных нетканых материалов на основе котонина льна, полученных с использованием в качестве связующих готовых составов латексов акриловых сополимеров различного мономерного состава, а также ПВА-дисперсии и эфиры целлюлозы, такие как карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) стабилизированных ПАВ. Для того, чтобы выбрать наиболее эффективный полимер для создания композита нами оценено содержание полимера (СП) в сухой пленке, которое равно отношению массы связующего полимера к общей массе высушенной пленки. Выявлено, что уровень СП (в зависимости от типа латекса) определяет такие показатели отделочного материала, как водостойкость, атмосферостойкость, смываемость, адгезию. Установлено, что наибольшей прочностью и водостойкостью при разрыве обладают пленки из малоэмульгаторных латексов независимо от мономерного состава сополимера. Наилучшие результаты по техническим свойствам пленок без введения волокна получены с препаратами Тубифаст AF 85 - 90 г (на основе акрилата) фирмы СНТ, Германия, Гелизарин Биндер ET 95 и BK-Print-Binder 1102N.

На основе исследуемых латексов и их смесей с введением котонина льна были получены волокнистые пленки поверхностной плотности от 70 до 300 г/м<sup>2</sup>. В работе использовали котонин с содержанием лигнина от 0,2 до 25 %, длиной 5–45 мм, тониной 16–80 мкм. Импрегнирование котонина льна латексами проводили по маломодульной технологии. Состав композитного материала варьировался и содержал в качестве основных компонентов: вододисперсионное полимерное связующее и наполнитель льноволокно при различном соотношении синтетического и волокнистого полимера. Содержание латекса в рельефных составах задавалось областью применения композитов от 10 до 25 %.

Недостатком многих технологий получения композитов является необходимость очистки сточных вод от ПАВ. Кроме того, например, в нетканых материалах, изготовленных с применением латексных связующих, эмульгатор после сушки остается в пленке полимера и в процессе эксплуатации может выделяться ("выпотевать") с течением времени, ухудшая свойства материала. Поэтому рекомендуемая и используемая концентрация ПАВ не превышала 0,001–0,01 %. Показано, что тип вспенивающего агента, который необходимо использовать в смеси, не является значимым с точки зрения качества получаемых пленок. Однако для исследования выбраны наиболее доступные и экологически безопасные анионоактивные: алкилбензосульфونات, алкансульфонаты, сульфаты жирных спиртов и сульфаты эфиров жирных спиртов, преимущественно соли длинноцепочечных алкилсульфатов, такие как натрийлаурилсульфат и мыла.

Из исследуемых латексов в композите с льноволокном методом высушивания были сформированы пленки, испытанные в дальнейшем на комплекс физико-механических и эксплуатационных свойств. Нами показано, что исследуемые латексы обладают высокой пропитывающей способностью к льняному волокну, причем эта способность наибольшая у малоэмульгаторных полиакриловых латексов. Показано, что пропитывающая способность исследуемого состава к льняным волокнам, существенно зависит от технологии разволокнения льна и содержания лигнинного компонента. Выявлено, что комплекс свойств пленок и полимерных композиционных материалов (клееные нетканые материалы) улучшается при использовании котонина с длиной волокна менее 25 мм, но с высоким содержанием лигнина (от 5 до 17 %). Оптимальное содержание компонентов в смеси составляет: 3–15 % связующего, содержание сухого льна-наполнителя и связующего вместе составляет вместе от 12–25 %, количество вспенивающего и агента составляет 0,001–0,002 %. Нами установлено, что композиционные материалы на основе латексов и котонина льна, имеющего высокое содержание лигнина, обладают повышенными физико-механическими свойствами по сравнению с материалами, изготовленными с применением высокоочищенного отбеленного котонина. Полученный

декоративный рельефный материал обладает грибостойкостью без введения специальных фунгицидов. Покрытие подавляет звукоотражение и может быть, таким образом, использовано для улучшения акустических свойств пространства. Оно обладает также теплоизоляционными свойствами, является нетоксичным, без запаха и дышащим.

### **Литература**

1. *Polymer Dispersions and Their Industrial Applications*. Edited by Dieter Urban and Koichi Takamura. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2002.

2. *Вережников, В. Н., Гринфельд Е.А. Синтез латексов: учеб. пособие / В. Н. Вережников, Е. А. Гринфельд. – Воронеж: ВГУ, 2006. – 47 с.*

3. *Алешина, А. А. Применение отечественных связующих при печати пигментами льносодержащих тканей / А. А. Алешина, О. В. Козлова // тез. докл. межд. студ. науч.-иссл. конф.. – Кострома: КГТУ, 2004. – С. 38.*

**УДК 655.224.261.5**

**В. В. Дмитрук, П. С. Александров**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Влияние параметров форм на качество печати**

Флексографская печать (разновидность высокой печати) позволяет наносить изображения на подложки с различной структурой поверхности: от тонких полимерных пленок до сложной конструкции гофрированных картонов. Способствует такой мобильности печати гибкая полимерная печатная форма, выполняющая и роль декеля (перераспределяет давление в печатной паре «формный цилиндр - печатный цилиндр»), а также упрощенная конструкция красочной секции. Следовательно, строение печатной формы, ее эластичность, пластичность и деформационные свойства определяют геометрическую точность воспроизведения как штрихового, так и полутонового изображения. Наиболее перспективной технологией изготовления печатных форм, как по производительности процессов, так и стоимости применяемого оборудования, является запись маски оригинала с помощью ИК-излучения на поверхности пластины [1]. Необходимо провести исследование процессов физико-химической обработки полученной копии.

Практические исследования проведены на производственной базе предприятия ООО «Фирма Мастер-Принт» (г. Всеволожск). Для достижения поставленной задачи разработана тестовая форма, на пластинах одина-

ковой толщины и жесткости изготовлены печатные формы (применены разные технологии проявления копии) и произведена печать.

При изготовлении макета тестовой формы учтены следующие технологические требования:

- изображение заполняет всю площадь формы;
- рассчитана длина рапорта (оттиска);
- сверху и снизу макета, относительно направления печати, расположены полосы шириной 3 мм («лыжи», «шпалы») для обеспечения равномерного прижима по всей площади изображения с метками для контроля печатного процесса (приводные метки, «светофоры»);
- полутоновые шкалы (48 - 70 лин/см) для определения эффективного градационного интервала;
- штриховые миры;
- текст различного кегля негативного и позитивного изображения;
- рассчитан коэффициент дисторсии, учитывающий растяжение эластичной печатной формы на формном цилиндре [2].

Изготовлены печатные формы на фотополимерных пластинах Cyrel DPI 45, FAB D 114, Cyrel DFQ 67 с использованием следующего оборудования:

- экспонирующее устройство - Inter Flex 9/13;
- устройство для записи маски - Laser Graver 4000L;
- вымывной процессор - Inter Flex 9;
- термальный процессор - Cyrel FAST 1000 TD;
- устройство сушки - Inter Flex 9/13;
- устройство финишинга - Inter Flex 9/13.

Были использованы проявляющие растворы Nylosolv и Flexosol [3]. Режимы операций определены опытным путем (*таблица 1*).

Для дальнейших исследований выбраны формы с наименьшей продолжительностью производственного цикла. Проконтролировано наличие на печатной форме 5 % печатных элементов и их конфигурация (*рисунки 1, 2*).

**Таблица 1. Режимы изготовления фотополимерных печатных форм**

Операция	Тип пластины		
	Пластина FAB D 114	Пластина Cyrel DPI 45	Пластина Cyrel DFQ 67
Экспонирование обратной стороны печатной формы, мин	1,0	0,5	0,5
Запись изображения на масочном слое на лазерном экспонирующем устройстве, мин	10	10	10
Основное экспонирование печатной формы, мин	7	7	6
Проявление путем вымывания раствором, мин	Nylosolv	Flexosol	отсутствует
	3	4	
Термальная обработка, мин	отсутствует	отсутствует	30
Сушка печатных форм минимум/максимум, мин	180	240	отсутствует
Финишинг, мин	6	5	4
Дополнительное экспонирование, мин	10	10	8
Итого, мин	217,0	276,5	58,5

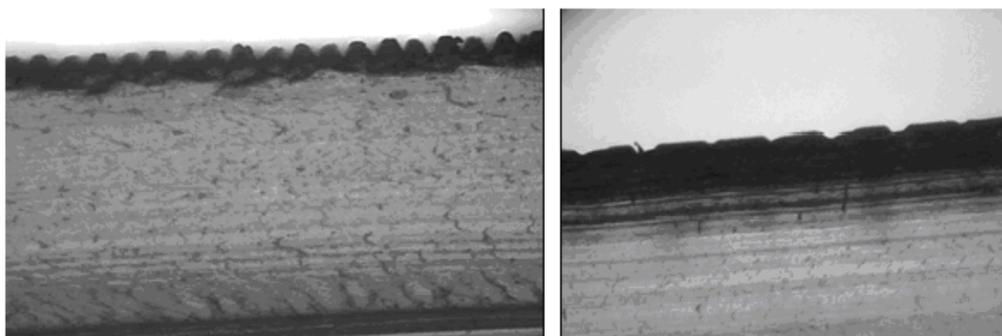


Рисунок 1. Изображение фотополимерной печатной формы в разрезе: слева Cyrel DFQ 67, справа FAB D 114.

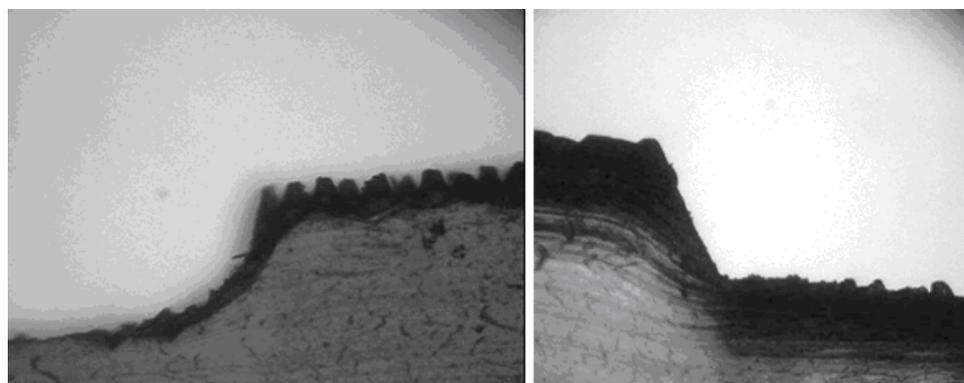


Рисунок 2. Изображение 5 % растровой точки фотополимерной печатной формы: слева Cyrel DFQ 67, справа FAB D 114.

Осмотр печатных форм показал, что печатный элемент на форме Cyrel DFQ 67 отличается от печатного элемента формы FAB D 114 более четким профилем, с почти прямоугольным цоколем и равномерной структурой поверхности печатных элементов. Следовательно, при печати эта форма должна обеспечить меньшую величину растискивания (физического увеличения печатного элемента).

Печать тестовых оттисков проводилась на печатной машине Mark Andy LP3000 (рабочая скорость печати: 15-20 м/мин, угол поворота раstra анилоксого вала 60° и линиятура 340 лин/см, липкая лента для монтажа форм Tesa Softprint 52117) печатной краской УФ- закрепления Flex cure force на полуглянцевой бумаге RAFLACOAT RP51 HG65.

При анализе тестовых оттисков использовались: лупа с 3-кратным увеличением, микроскоп с 30-кратным увеличением, спектрофотометр и линейка.

Анализ тестовой печати показал, что обе формы воспроизводят минимальный штрих (0,05мм), минимальную точку (0,3мм), кегль шрифта (2 пункта) с одинаковой точностью, а при воспроизведении полутонового изображения печатная форма, изготовленная на пластине Cyrel DFQ 67, обеспечивает почти линейную передачу градаций (рисунок 3).

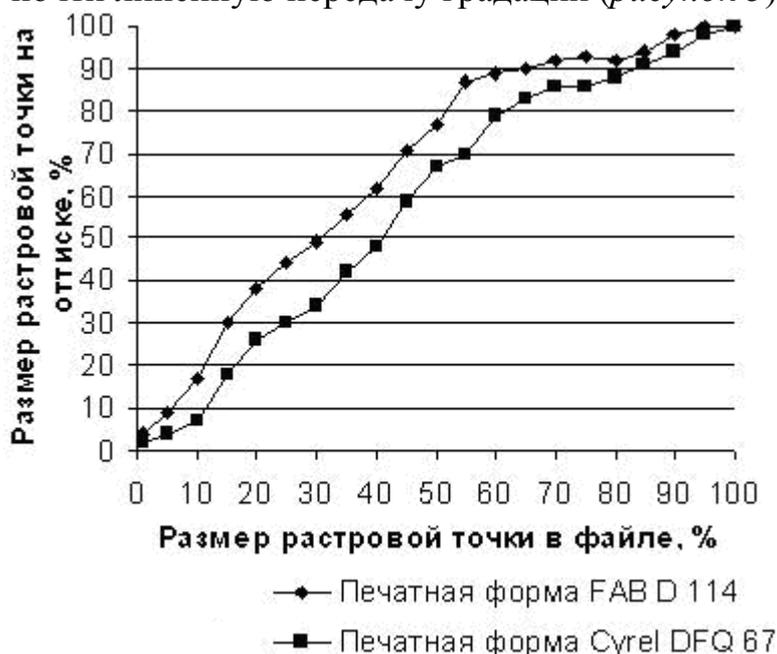


Рисунок 3. Влияние печатной формы на воспроизведение градаций на оттиске.

Следовательно, «термальная» технология проявления копии печатной формы не только повышает экологичность процессов и уменьшает количество операций, но и позволяет более точно контролировать тонопередачу.

## Литература

1. *Надилова, Е. Б.* Цифровые технологии в формных процессах глубокой и флексографской печати / Е.Б. Надилова. – М.: Моск. гос. ун-т печати, 2006. – 71с.
2. *Спилка, С. Н.* Прямое лазерное гравирование против лазерной абляции: преимущества и недостатки / С.Н. Спилка // Флексо Плюс. – 2004. - № 4. – С. 23-25.
3. *Информация* о продуктах фирмы DuPont // URL: <http://www2.dupont.com> (дата обращения 01.04.12).

УДК: 535.015

**В. А. Тропец, Е. Л. Виноградов**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### Подходы к определению макронеоднородности бумаги

Полиграфический продукт (оттиск) представляет собой результат сложного взаимодействия подложки, краски и печатающего устройства. Считывание информации с оттиска определяется его взаимодействием со световым потоком. Эти взаимодействия детально изучаются на протяжении многих десятилетий сотнями исследователей с очевидной целью – повысить качество печатной продукции, в том числе, за счет ужесточения требований к запечатываемым материалам (бумаге).

Одним из основных свойств бумаги, существенно влияющих на качество оттиска, является ее неоднородность, оцениваемая просветом бумажного листа. Существуют различные подходы к измерению этого показателя. Рассмотрим главные из них.

Часто неоднородность в миллиметровом масштабе (макронеоднородность) изучают гравиметрическим методом, основанным на учете колебаний массы небольших участков бумажного листа. Он заключается во взвешивании образцов бумаги выбранной площади и вычислении среднеквадратичного отклонения массы этих образцов от ее среднего значения [1]. Также известен экспертный способ оценки макронеоднородности, основанный на визуальном восприятии неоднородности листа группой лиц. При использовании данного способа применяется ранжирование объектов, их расположение в порядке предпочтения. Обычно наиболее неоднородный образец получает ранг 0, а самый однородный – 10. С ростом числа экспертов в группе точность оценки свойств изучаемых объектов повышается, а с увеличением числа рангов, наоборот, уменьшается. Качественный

состав экспертной комиссии – важное условие эффективности данного способа. При формировании экспертной группы целесообразно провести тестирование, взаимооценку и проверку согласованности мнений экспертов.

Тестирование состоит в решении экспертами задач с результатами, известными организаторам тестирования, но неизвестными экспертам. Самооценка сводится к тому, что каждый эксперт в ограниченное время отвечает на вопросы специально составленной анкеты. Такое испытание проводят на компьютере и затем тестируемые получают балльную оценку. Эксперты могут оценивать и друг друга, но для этого необходима доверительная обстановка и опыт их совместной работы.

Для подтверждения согласованности мнений экспертов рассчитывается коэффициент конкордации. Подбор квалифицированных экспертов, статистическая обработка результатов и сама организация экспертизы достаточно трудоемки. Данный способ целесообразно использовать дополнительно к методам, позволяющим получать точные количественные характеристики неоднородности [1, 2].

Еще одна группа методов (оптических) предполагает измерения колебаний светового потока, прошедшего через лист бумаги. Варианты этих методов исключительно разнообразны. Наиболее простой из них заключается в фиксировании колебаний белизны бумаги. Измерение указанного показателя производится в 5 точках, а затем вычисляется среднеквадратичное отклонение [1]. Как и в гравиметрическом способе, чем выше эта величина, тем неоднороднее бумага. Обсуждаемым методам невозможно получить размерные показатели неоднородностей.

К более сложным методам изучения неоднородности следует отнести рентгенографию. Но рентгеноструктурные исследования дороги, трудоемки и экологически небезопасны, поэтому они не нашли практического применения.

Разнообразие подходов к определению параметров неоднородности бумаги, отсутствие стандартизации измерительных процедур, малая оперативность и информативность известных методов приводят к несопоставимости результатов измерений и отсутствию объективного контроля свойств бумажных подложек. Как следствие, на полиграфических предприятиях оценка просвета осуществляется только визуально. Эта ситуация не меняется в течение многих лет, а стандарты на запечатываемые материалы ограничиваются качественным требованием к ним типа «просвет бумаги должен быть равномерным».

В настоящее время развитие измерительной техники позволило шагнуть далеко вперед в количественной оценке неоднородности бумаги по оптическим показателям. Современные оптические методы исследования этого материала основываются на применении сканирующих устройств, ЭВМ и статистической обработке полученной информации. Авторы одно-

го из таких методов использовали лазерную установку для непрерывного контроля неоднородности бумаги. При этом ширина просвечивающего светового пучка по их предложению не должна превышать половину минимального размера обнаруженной неоднородности, но и не быть слишком малой, чтобы сгладить микрон неоднородность [3].

Существует метод, в основе которого лежит использование телевизионной системы анализа изображений. В этом случае измеряется зернистость структуры по удельному периметру флокул (темных зон), т.е. отношению суммарного периметра флокул на рассматриваемом участке образца к площади исследуемой поверхности. Оказалось, что при возрастании площади обрабатываемого изображения происходит уменьшение указанного параметра. Авторы метода объясняют это тем, что «при отдалении объекта от камеры мелкие детали изображения сглаживаются» [4].

К известным подходам оценки макрон неоднородности не так давно добавился еще один, основанный на применении теории фракталов.

Фрактал — это сложная геометрическая фигура, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. Метод предполагает получение электронного образа изучаемого объекта, очищение его от шумов и бинаризацию оттенков серого. Затем на изображение «набрасывается сетка» и проводится подсчет ее ячеек, покрывающих его темные и светлые части. Существуют различные способы интерпретации полученных данных. Наиболее приемлемыми из них являются расчеты удельного периметра флокул и промоин, а также среднего линейного размера неоднородностей [5, 6].

В качестве недостатка применения теории фракталов к оценке неоднородности бумаги сами авторы отмечают следующее: «результаты измерений имеют явно выраженную зависимость от площади вводимого изображения». Также следует отметить сложность метода фракталов и неоднозначность получаемых с его помощью результатов.

Более простые подходы к исследованию неоднородности, которые могут найти применение на полиграфических предприятиях, основаны на измерении яркости образца бумаги в проходящем свете и построении координатной зависимости этого показателя.

Некоторые фирмы в качестве оценки величины яркостной неоднородности используют индекс формования, который рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{N_c}{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}},$$

где  $N_c$  — число точек, имеющих среднеарифметическую яркость  $\Phi$ ;  $\Phi_{\max}$  и  $\Phi_{\min}$  — соответственно максимальное и минимальное значение яркостей точек образца бумаги [6].

Поскольку эти подходы предусматривают статистическую обработку результатов большого количества измерений, они пока не нашли широкого применения. Но с развитием информационных технологий эта проблема оказывается решаемой.

Современные анализаторы просвета позволяют дать количественную оценку макроструктуры бумаги. В качестве примера рассмотрим прибор «АНФОР 02-2». В этом анализаторе с помощью осветителя создается ярко освещенный участок бумажного образца размером 150×150 мм, изображение которого в проходящем свете фиксируется цифровой видеокамерой и анализируется с помощью соответствующего программного обеспечения. Колебания яркости обрабатываемых точек характеризуют неоднородность структуры материала. Прибор позволяет получить следующие характеристики неоднородности: распределение яркости точек образца относительно среднего значения (светопропускание, неоднородность просвета; контрастность; индекс формования); геометрические характеристики неоднородностей [7].

С одной стороны, компьютерная обработка данных значительно упрощает процедуру получения показателей неоднородности бумаги, но с другой – вносит еще большую неразбериху в объеме информации о ее оптических свойствах. Рассчитанные параметры не всегда имеют определенный физический смысл и они не дают возможность сопоставить результаты разных исследователей.

Как отдельный класс оптических способов измерения показателей неоднородности можно выделить те из них, которые основываются на стремлении связать неоднородность бумаги со стандартными параметрами качества печати. При этом в качестве эталонов могут быть выбраны показатели качества по стандартам ISO 13660 или ISO 12647-2. Указанные методики также предполагают применение сканирующих устройств с последующей обработкой на ЭВМ.

Итак, по нашему мнению, современная методика исследования неоднородности бумаги должна отвечать следующим требованиям:

1. Она должна быть простой, максимально информативной, измеренные показатели должны иметь понятный физический смысл.
2. Методика должна реализовываться на доступном широко распространенном оборудовании, например, на сканирующем устройстве, работающем на отражение, а не светопропускание.
3. Методика должна включать программное обеспечение с удобным пользовательским интерфейсом.

### **Литература**

1. *Дубина, Н.* Просвет бумаги / Н. Дубина // КомпьюАрт. – 2001. – № 5. – С. 10–12.

2. *Шишкин, И. Ф.* Квалиметрия и управление качеством: учебник для вузов / И. Ф. Шишкин, В. М. Станякин. – М. : Изд-во ВЗПИ, 1992. – 208 с.
3. *Бойков, С. П.* Бумага. Неоднородность просвета. Номенклатура показателей: отраслевой стандарт / С. П. Бойков и др. – Л.: ЛТА, 1987. – 43 с.
4. *Jordan, B. D.* Specific perimetr – a graininess parametr for formation and print-mottl textures / B. D. Jordan, N. G. Nquen // Papperi ja Puu. – 1986. – № 6-7. – P. 239–254.
5. *Коряковская, Н. В.* Применение теории фракталов для оценки структурной неоднородности бумажного полотна / Н. В. Коряковская, В. К. Попов // Лесной журнал, 2007. – № 6. – С. 20–24.
6. *Леонтьев, В. Н.* Методы и средства совершенствования печатных свойств бумаг в системе «бумага-краска-оттиск»: учеб. пособие / В. Н. Леонтьев – СПб.: ГОУВПО СПбГТУРП, 2009. – 170 с.
7. *Казаков, Я. В.* Влияние неоднородности структуры на характеристики жесткости картонов-лайнеров / Я. В. Казаков, С. В. Зеленова, В. И. Комаров // Лесной журнал, 2007. – № 3. – С. 5–12.

**УДК. 676.1-035.42/.46-035.83**

**З. К. Галимова, Х. А. Бабаханова, Д. С. Набиев**

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

### **Характеристики и печатные свойства бумаги на основе хлопковой и солодковой целлюлозы**

Для приготовления бумаги годятся любые растительные волокна, обладающие гибкостью. Главная задача состоит не в выборе материала для производства бумаги, поставщиками которого являются все поля, луга и леса, а в использовании такого материала, которого хватит на мировые потребности и из которого можно изготовить бумагу вполне доброкачественную, белую, крепкую, не пропускающую чернил при письме и хорошо принимающую краску при печатании.

В условиях республики Узбекистан применение хлопковой целлюлозы для производства бумаги обеспечивает возможность изготовления различных видов, отличающихся высокой впитывающей способностью, химической чистотой и долговечностью.

Для понижения себестоимости и повышения качества хлопковой целлюлозы на протяжении многих десятилетий в Ташкентском институте текстильной и легкой промышленности проводятся исследования по применению недревесного сырья для производства различных видов бумаги и

картона. Результаты этих исследований показали пригодность и практическую возможность использования однолетних растений — солому злаковых культур, тростник, кенаф, лен, коноплю либо отходы их переработки в бумажном производстве.

В нашей республике в бассейне реки Амударьи произрастает один из видов солодки — солодка голая. Солодка уральская распространена в восточных и южных областях Казахстана, Киргизии, а также в южных степных районах Западной и Восточной Сибири.

Солодка — многолетнее травянистое растение, подземная масса которого несравнимо превышает массу стеблей. С годами корневая система солодки занимает большие пространства: быстро растущие побеги её могут тянуться на десятки метров, выбрасывая из своих почек стебли на поверхность земли.

Солодка получила широкое применение в медицине и в других отраслях, ведутся исследования по использованию отходов солодкового корня в целлюлозно-бумажной промышленности.

Использование отходов солодкового корня в качестве дополнительного источника сырья для производства бумаги высокого качества позволит в определенной степени заменить дефицит древесного сырья. Одновременно решается одна из экологических проблем утилизация отходов солодкового корня.

В данной работе в качестве основного сырья для получения бумаги использована промышленная янгиюльская хлопковая целлюлоза.

Опытные образцы солодковой целлюлозы получены на основе отходов солодкового корня в лабораторных условиях Ташкентского института текстильной и легкой промышленности. Солодковые корни были высушены до воздушно-сухого состояния, очищены от крупных посторонних примесей и разрезаны на фрагменты длиной 10-30 мм. Сырьё подвергали щелочной варке, отбеливали в щелочной среде раствором пероксида водорода. Затем отбеленную целлюлозу промывали, размалывали в воде до степени помола  $\sim 60^{\circ}\text{ШР}$  [1].

Процессы размола и отлива экспериментальных образцов осуществляли в основном на листоотливном аппарате в условиях технологической лаборатории ООО «Ташкенткогози». При изготовлении образца бумаги «С» массой  $80 \text{ г/м}^2$ , включающего хлопковую и солодковую целлюлозу при соотношении (10:1 – 10:5) в бумажную массу вводили все компоненты согласно утвержденному технологическому режиму. Образцы хлопковой и солодковой целлюлозы имели следующие характеристики: массовая доля альфа-целлюлозы, % (хлопковая – 99,2; солодковая – 85,0); степень белизны, % (хлопковая – 90,0; солодковая – 87,5); вязкость, мПа·с (хлопковая – 650; солодковая – 250); массовая доля сорных примесей, % (хлопковая – 0,03; солодковая – 0,02) [2].

В *таблице 1* приведены характеристики опытных образцов бумаги массой 80 г/м<sup>2</sup>.

**Таблица 1. Характеристики опытных образцов бумаги**

Показатели	Соотношение хлопковой : солодковой целлюлозы					
	10 : 0	10 : 1	10 : 2	10 : 3	10 : 4	10 : 5
Белизна, %	89,8	89,2	88,0	87,2	86,6	86,0
Непрозрачность, %	87,1	86,6	85,5	85,0	84,8	84,2
Шероховатость, мл/мин:						
- лицевая сторона	362	350	340	340	330	315
- сеточная сторона	631	618	600	594	581	580
Сопротивление раздиранию, мН	400	412	438	457	472	486
Разрушающее усилие, Н	85	80	76	72	65	59
Удлинение при разрыве, %	2,8	2,6	2,5	2,4	2,1	2,1

Известно, что качество полиграфической продукции зависит от оптических свойств печатной бумаги: белизны, лоска (глянца) и прозрачности. Белизна бумаги зависит от белизны исходных волокнистых материалов, белизны и количества вводимых наполнителей.

Как видно из *таблицы 1*, низкая белизна солодковой целлюлозы привела к некоторому снижению степени белизны опытных образцов бумаги, структура же солодковой целлюлозы увеличила гладкость бумаг.

Механическая прочность – одно из основных и важных свойств большинства видов бумаг. Стандарты на печатные виды бумаг предусматривают определённые требования механической прочности на разрыв. Эти требования определяются возможностью выработки на современных быстроходных машинах печатных видов бумаги без обрывов с последующим пропуском её через быстроходные перемотно-резательные станки и в дальнейшем на печатных машинах.

Достаточная механическая прочность бумаги должна обеспечивать безостановочную работу печатных машин на полиграфических предприятиях.

Наибольшей прочностью при растяжении обладают образцы с малым содержанием солодковой целлюлозы в композиции [3].

Анализ печатных свойств бумаги заключался в запечатывании образца бумаги на пробопечатном станке Rrifbau различными видами красок

(Rupf-test farbe Picking Test Ink) производства Michael Huber Munchen в лабораторных условиях Бергского Университета (Германия) при заданном режиме печати с последующим измерением оптической плотности оттиска для количественной оценки красковосприятости и однородности печати; оборотной стороны оттиска – для оценки просвечивания-пробивания изображения; получением следа отмарывания и измерением его оптической плотности для оценки закрепления краски; определением скорости печати, при которой начинается повреждение поверхности бумаги.

Стойкость поверхности экспериментальных бумаг к выщипыванию определяли минимальной величиной скорости печати, при которой началось повреждение поверхности бумаги. Запечатанные полосы экспериментальных бумаг рассматривали при освещении под углом  $30-45^{\circ}$ , и не было выявлено никаких повреждений.

Определением оптической плотности оттиска и количества краски, перешедшей на бумагу, характеризовали её красковосприятость. Результаты исследований показали, что композиция бумаги из хлопковой и солодковой целлюлозы имеет высокие показатели красковосприятости, по сравнению с бумагой из чистой хлопковой целлюлозы.

Переход краски с формы на бумагу увеличивается с повышением содержания в ней целлюлозы из солодкового корня.

Просвечивание-пробивание изображения – это уменьшение коэффициента отражения оборотной стороны оттиска после запечатывания образца. Изменение оптической плотности с оборотной стороны оттиска  $D_{\text{отт}}$  составляло от 0,03 до 0,08. Предельные отклонения между параллельными определениями не превышали 0,0002 мкм при доверительной вероятности  $p=0,95$ .

Полученные результаты позволяют заключить, что по значениям оптических плотностей экспериментальные образцы близки к бумагам машинной гладкости, типографской № 1, 2, 3 и офсетной № 1, согласно денситометрическим нормам ISO 12647-2 (1996).

Впитывающая способность бумаг стабилизируется при введении солодковой целлюлозы в количествах 10:2, 10:3. Бумаги близки по значениям оптических плотностей к бумагам машинной гладкости, офсетной №1. Эта зависимость должна учитываться при применении солодковой целлюлозы в промышленных условиях.

Таким образом, проведенные исследования показали, что добавка солодковой целлюлозы в состав бумаги из хлопковой целлюлозы оказывает положительное влияние на свойства: улучшаются показатели гладкости и печатные свойства бумаги.

### Литература

1. Шахидова, Ф. Н. Получение целлюлозы на основе отходов Ф. Н. Шахидова, Х. А. Бабаханова, Д. С. Набиев // Материалы Всерос. науч.-

техн. конф. студентов и аспирантов «Проблемы экономики и прогрессивные технологии в текстильной, легкой и полиграфических отраслях промышленности». – СПб.: СПГУТД, 2010. – С. 120–123.

2. *Бабаханова, Х.* Бумага на основе хлопковой и солодковой целлюлозы / *Х. Бабаханова, Ф. Шахидова* // Полиграфия, 2011. – № 2. – С. 58–59.

3. *Галимова, З. К.* Исследование влияния введения в состав бумаги солодковой целлюлозы на свойства бумаг / *З. К. Галимова, Х. А. Бабаханова, Д. С. Набиев* // Проблемы текстиля, 2011. – № 4. – С. 50–52.

**УДК. 676.1-035.42/.46-035.83**

**М. Б. Мирзаева, Х. А. Бабаханова**

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

### **Характеристики бумаг на основе хлопковой целлюлозы из однолетних растений**

Интенсивное социально-экономическое развитие полиграфии увеличивает объем печатной продукции, что сказывается на объеме потребляемой бумаги, изготавливаемой из различных видов целлюлозы.

В области целлюлозно-бумажного и полиграфического производств существует проблема получения бумаги требуемого качества, создания новых видов бумаги различного назначения и продвижения их как на внешний, так и на внутренний рынки.

Полиграфисты диктуют бумажникам повышенные требования к ведению технологического процесса производства бумаги, а именно к используемому основному сырью – целлюлозе.

В чистом виде целлюлоза в природе не встречается. Волокна хлопка содержат 90–95 % целлюлозы, волокна льна – 80–85 %, в различных видах древесины содержание целлюлозы колеблется в пределах 40–60 %, в стеблях соломы – 35–50 %.

Узбекистан – хлопковая страна. Хлопковый линт – волокно длиной 7-15 мм - непригоден для текстильной промышленности, но является бесценным сырьём для целлюлозно-бумажной промышленности.

Хлопковое волокно является относительно недорогим природным продуктом, так как волокно практически открыто лежит на поверхности коробочки, в то время как другие растительные волокна требуют сложного добывания и технической обработки (например, лен).

Исследования с помощью электронного микроскопа показывают, что отдельные слои хлопковой целлюлозы образованы из фибрилл, которые, в

свою очередь, представляют собой пучки микрофибрилл, состоящих из десятков и сотен цепей макромолекул целлюлозы. Отдельные молекулы в микрофибриллах и микрофибриллы в фибриллах расположены неплотно по отношению друг к другу и удерживаются силами межмолекулярного взаимодействия (главным образом – посредством водородных связей), а также благодаря тому, что длинные цепи макромолекул входят отдельными своими частями (звеньями) в разные микрофибриллы и фибриллы. Поэтому как в отдельных суточных слоях, так и между ними имеются неплотности – поры, микрощели – именно они оказывают большое влияние на поведение хлопковых волокон при различных процессах обработки, в частности при крашении.

Столь же ценны и бумагообразующие свойства хлопка. В процессе размола волокон, основополагающем в бумажном производстве, тонкие и мягкие волокна хлопка легко ослабевают, скручиваются, спутываются в клочки. Хлопку не свойственна легкая фибриллизация льна (то есть расщепление волокна на тонкие волоконца - фибриллы - вдоль оси волокна), но зато благодаря скручиванию хлопковых волокон бумага приобретает пухлость и непрозрачность, что в сочетании с мягкостью делает бумагу из хлопка наилучшим материалом для печатания гравюр с медных досок.

Бумаги на основе хлопковой целлюлозы отличаются высокой белизной, впитывающей способностью, химической чистотой, и их успешно применяют для печатания ценных бумаг. В Европе имеется несколько производителей хлопкового волокна (крупнейший из них – французская компания Thomas de la Rue).

В полиграфической отрасли появление новых видов печати потребовало бумаги иного качества, способной взаимодействовать как с жидкими красками, так и с тонером.

Одним из перспективных направлений в этом аспекте является разработка новых видов бумаги для конкретного вида процесса печати на основе местных целлюлозных и минеральных материалов, производимых в республике Узбекистан.

Получение новых видов бумаги на основе хлопковой целлюлозы с добавками целлюлозы из однолетних недревесных растений является актуальной и важной наукоёмкой задачей, имеющей большое значение для экономики страны.

К однолетнему недревесному растительному сырью относятся: лен, посевная конопля, солома, злаковые растения, травянистые растения, жмых сахарной свеклы – все они борются за второе место и удерживают определенные сегменты рынка. Ресурсы недревесных видов сырья, которые ежегодно возобновляются, достаточно велики, но в настоящее время для производства целлюлозы и других волокнистых полуфабрикатов не используются.

Недревесная целлюлозная масса характеризуется соответствующей формой волокон, химическим составом, а также типом и количеством клеток неволоконистых материалов. Поэтому бумага, производимая в соответствующей композиции с древесной массой, находит более широкие варианты применения в соответствии с прочностью, долговечностью, электрическими характеристиками, глянецом, стабильностью размеров и пригодностью для печати, причем количество таких вариантов использования постоянно возрастает.

Применение целлюлозы из пшеничной соломы, а также других злаковых культур для производства бумаги в условиях республики позволит частично заменить хлопковую целлюлозу и существенно уменьшить энергозатраты производства.

В Узбекистане запасы пшеничной соломы ежегодно накапливаются до 300 тыс. тон. Частично её используют как грубый корм и на подстилку скоту, частично измельчают и разбрасывают на полях с последующим запахиванием, но до 20 % солома злаковых культур остается неиспользованной [1].

Волокна соломы, образованные прозенхимными клетками междоузлий, имеют длину от 0,5 до 2,0 мм. Эти волокна тонкие (толщиной 0,01-0,02 мм) и имеют заостренные концы. Волокна соломы содержат короткие неволоконистые клетки эпидермиса зубчатой и спиральной формы, клетки паренхимы, колонец. Эти мелкие клетки в значительной части теряются при варке и промывке [2].

Солому варят сульфатным, натронным, нейтрально-сульфитным и хлорно-щелочным методами. Легкая растворимость лигнина однолетних растений в щелочных варочных растворах позволяет при натронной и сульфатной варках применять меньшие количества щелочи и более низкие температуры по сравнению с варкой листовенной древесины. Выход целлюлозы при сульфатной варке однолетних растений составляет 55,5 %. При этом целлюлоза имеет удовлетворительные механические свойства [3].

Целлюлоза из соломы легко размалывается и быстро повышает степень помола. Она отличается значительным сопротивлением водоотдаче, что исключает возможность ее использования на современных быстроходных бумагоделательных машинах из-за необходимости снижения скорости машины. Обычно такие виды целлюлозы применяют в композиции с другими видами волоконистых материалов в количестве от 15 до 60 % [4].

Целлюлоза из соломы используется в производстве газетной, а также писчих и печатных сортов бумаги. Крупный канадский производитель компания Smurfit Newsprint внедрила соломенную целлюлозу в производстве газетной бумаги для известной канадской газеты Oregonian.

Объектом настоящего исследования являются отливки бумаг на основе хлопковой и целлюлозы из пшеничной соломы. Изготовление бумаж-

ных отливок и их физико-механические испытания проводили в условиях технологической лаборатории ООО «Тошкент когози».

На первом этапе испытаний по физико-механическим показателям отливок определили оптимальный состав бумажной композиции, которая обеспечила достаточную механическую прочность.

На втором этапе бумажные отливки получены с введением различной процентной концентрации массы целлюлозы пшеничной соломы при изменении степени помола от 60<sup>0</sup>ШР до 42<sup>0</sup>ШР.

Исследования показали что, уменьшение степени помола и концентрации бумажной массы при 15 % добавке соломенной целлюлозы увеличило механическую прочность на 14 %, при этом получили равномерный тонкий лист с «безоблачным» просветом.

По данным эксперимента можно сказать, что применение в целлюлозно-бумажной промышленности целлюлозы из дешевого и ежегодного возобновляемого растительного сырья, а именно пшеничной соломы, обеспечит получение бумаги для полиграфической отрасли.

#### **Литература**

1. Мирзаева, М. Б. Бумага из целлюлозы однолетних растений / М. Б. Мирзаева, Х. А. Бабаханова // Проблемы текстиля, 2011. – № 2. – С. 63–65.

2. URL: <http://rvsq.net/diplom/>. Влияние соломенной и тростниковой целлюлозы (дата обращения 27.03.12).

3. URL: <http://chemanalutica.com/>. Получение целлюлозы из соломы и тростника (дата обращения 27.03.12).

4. URL: <http://coolreferat.com/>. Целлюлозобумажное производство (дата обращения 27.03.12).

**УДК 691**

**Н. И. Кашина, А. Ю. Баранов**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Методика расчета геосинтетических материалов**

В последние годы наметилась тенденция увеличения пассажирских и грузоперевозок с общим увеличением количества автотранспорта. Причем изменения носят не только количественный, но и качественный окрас: так значительно увеличилась грузоподъемность транспорта. Все это ведет к все увеличивающимся нагрузкам на дорожно-транспортную сеть. Износ уже существующих дорог значителен. Строительство новых крайне неудобно в нашей стране в связи с природно-климатическими условиями:

86 % всех грунтов относятся к «связным», то есть содержат глину, и лишь 14 % – к песчаным [1].

Наряду с требованиями по увеличению пропускной способности дорожно-транспортной сети, повышаются требования к эксплуатационным свойствам автодорог и применению ресурсосберегающих технологий и материалов. Как показывает практика последних лет, в России чаще стал применяться международный опыт в сфере дорожного строительства. Передовые технологии и материалы все шире используются в российских проектах (вантовые системы на искусственных сооружениях, разметка, автоматические системы управления дорожным движением, геосинтетические материалы в дорожных конструкциях и т. д.).

Применение передовых технологий и материалов ведет к снижению стоимости строительных работ, сокращению срока строительства и повышению качества дорог. При решении задач гражданского, промышленного, гидротехнического и транспортного строительства постоянно возникает необходимость поиска возможностей рационального применения геосинтетических материалов. Так значимыми факторами в выборе геосинтетических материалов становятся физико-механические свойства, поверхностная плотность и т. д.

Методика расчета технологических параметров основываемых решеток и полотен позволяет проектировать заданные свойства материала. Таким образом, оперируя свойствами сырья и видом переплетения можно получать множество различных структур, отвечающим конкретным задачам.

В основу метода вычисления технологических параметров легли формулы по методу Далидовича [2], исходя из геометрического строения петель переплетения, и поэлементный способ расчета основываемых переплетений.

К главным основываемым относятся переплетения, которые состоят из одинаковых элементов структуры (петель), соединенных в простейшем сочетании: цепочка, трико, атлас (одинарные и двойные). Цепочка – простейшее основываемое переплетение, образованное путем прокладывания нити на одну и ту же иглу во всех петельных рядах (*рисунок 1*). Она представляет собой отдельные столбики закрытых (*рисунок 1*,  $R_n = 1$ ) или открытых (*рисунок 2*,  $R_n = 2$ ) петель. Одинарную цепочку обычно применяют в сочетании с другими переплетениями.

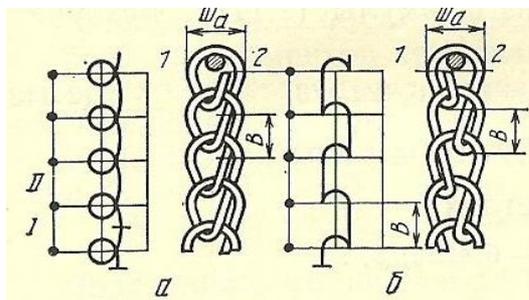


Рисунок 1. Одинарная цепочка и ее графические записи

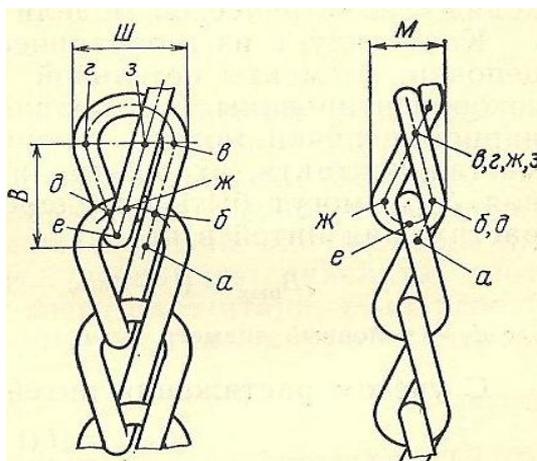


Рисунок 2. Геометрическая модель одинарной цепочки с закрытыми петлями

Одинарная цепочка в равновесном состоянии закручивается в спираль на лицевую сторону под действием сил упругости нитей, изогнутых в петли.

Длина нити в петле одинарной цепочки может быть определена по ее геометрической модели (рисунок 2). Длина нити в петле содержит сумму дуг и отрезков нитей:  $l = \overline{ab} + \overline{bv} + \overline{vg} + \overline{gd} + \overline{deж} + \overline{жз}$ .

Величина дуги  $vg$  равна половине окружности с диаметром  $Ш - d$ , т.е.  $\overline{vg} = 0,5\pi(Ш - d)$ , где  $Ш$  – ширина цепочки, мм;  $d$  – средний диаметр нити, мм.

Величина дуги  $deж$  также равна половине окружности с диаметром  $M - d$ , т.е.  $\overline{deж} = 0,5\pi(M - d)$ , где  $M$  – толщина цепочки, мм.

Приняв с небольшой погрешностью, что  $ab = 0,5 deж$ , получим  $\overline{ab} = 0,25\pi(M - d)$ .

Пренебрегая наклоном участков палочек и протяжек петли цепочки и принимая, что  $bv = gd = жз \cong B - d$ , будем иметь

$$l = 3(B - d) + 0,5\pi(Ш - d) + 0,75\pi(M - d).$$

Приняв, что для отделанной по натяжением цепочки  $Ш = 4d$ ,  $M = 3d$  и проведя преобразования, получим  $l = 3B + 3\pi d - 3d$ .

Разрывная растяжимость одинарной цепочки может быть определена при известных значениях высот петельного ряда  $B_{max}$  и  $B$ . Значения  $B_{max}$  могут быть установлены, исходя из геометрической модели растянутой це-

почки (рисунок 2). Как следует из геометрической модели растянутой одинарной цепочки, элементы петельной структуры этого переплетения высокоориентированы в направлении растяжения. Растяжение одинарной цепочки может происходить за счет смещения нитей в местах контакта, их сжатия и растяжения. В этом случае значения  $B_{max}$  могут быть определены из формулы. Без учета растяжения нитей в петлях

$$B_{max} = \frac{(l-3\pi d+3dy)}{3} = \frac{l-6,42dy}{3},$$

где  $dy$  – условный диаметр нити, мм;  $l$  – длина нити в петле, мм.

С учетом растяжения нитей в петлях  $B_{max} = \frac{l(1+\eta)-6,42dy}{3}$ , где  $\eta = 0,01\bar{\epsilon}$   $\phi$ ,  $\bar{\epsilon}$  – среднее разрывное удлинение нити при стандартной зажимной длине;  $\phi$  – коэффициент, учитывающий изменение удлинения нити при испытании ее петель и малой зажимной длине.

Высота петельного ряда одинарной цепочки в равновесном состоянии также может быть определена из формулы:  $B = (l - 6,42d)/3$ . Подставляя значения  $B_{max}$  и  $B$  в формулу  $\epsilon_d = \left(\frac{B_{max}}{B} - 1\right) \cdot 100$ , получим  $\epsilon_d = \left(\frac{l(1+\eta)-6,42dy}{l-6,42d} - 1\right) \cdot 100$ . Выражая длину нити в петле через ее модуль ( $l = \sigma d$ ), а средний диаметр нити – через градиент ее толщины и условный диаметр, имеем  $\epsilon_d = \left(\frac{\sigma(1+\eta)-6,42/K}{\sigma-6,42} - 1\right) \cdot 100$ .

Из формулы этой следует, что растяжимость цепочки увеличивается независимо от модуля ее петли при увеличении растяжимости нити  $\eta$  и градиент толщины нити  $K$  (степени ее сплющивания); очевидно также, что при использовании нерастяжимых и несплющивающихся нитей ( $\eta = 0$ ,  $K = 1$ ) одинарная цепочка не растягивается.

Разрывная нагрузка одинарной цепочки зависит от числа участков нитей, сопротивляющихся разрыву, величины проекций на плоскость которых определяют по геометрической модели растянутой цепочки. С увеличением модуля петли степень ориентации участков нити одинарной цепочки, участвующих в разрыве, увеличивается, следовательно, увеличивается и разрывная нагрузка цепочки.

При использовании одинарной цепочки в качестве элементов трикотажных сетеизделий, шнуров или нитей сложной структуры определяют суммарную линейную плотность цепочки  $T_c$ , текс. Она может быть рассчитана, если известны линейная плотность исходной нити  $T$ , текс, и уработка этой нити  $U$ :  $T_c = TU$ ;  $U = l/B$ .

Подставив в уравнение значение  $l$  из формулы, получим

$$U = 3 + \frac{(3\pi d - 3d)}{B} = 3 + \frac{6,42d}{B}. \text{ Тогда } T_c = T \left( 3 + \frac{6,42d}{B} \right).$$

Отсюда следует, что суммарная линейная плотность одинарной цепочки более чем в 3 раза больше линейной плотности исходной нити, примененной для ее выработки, причем она увеличивается при увеличении

плотности вязания. В заправочных данных одинарных цепочек, используемых вместо крученых нитей в сетеизделиях, уработку исходных нитей принимают постоянной, т.е.  $U = 3$ , и указывают условную линейную плотность цепочки  $T_{cy} = 3T$ .

Трико – основовязанное переплетение трикотажа, образованное одной системой нитей (рисунок 3); петли его располагаются поочередно в двух соседних петельных столбиках ( $R_b = 2, R_n = 2$ ). Все петли одинарного трико имеют только *односторонние* протяжки. Такое трико может состоять из открытых или закрытых петель, или закрытых и открытых петель, чередующихся по рядам (рисунок 3). Протяжки в трико видны с изнаночной стороны. Остовы петель в нем наклоняются относительно линии петельного ряда в сторону, обратную расположению протяжек, вследствие стремления нитей, изогнутых в петли, распрямиться. Степень наклона остова петли, определяемая углом  $\alpha$  (рисунок 3), увеличивается с увеличением упругости нити на изгиб и частоты трикотажа. В результате наклона петель петельные столбики имеют зигзагообразное строение.

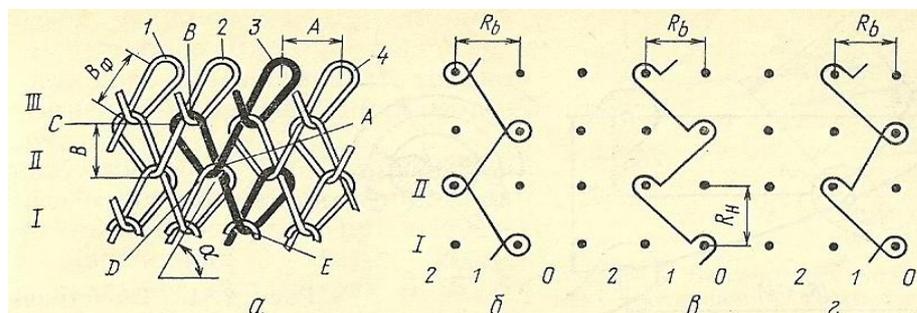


Рисунок 3. Одинарное трико и его графические записи

Связь между длиной нити в петле одинарного трико и геометрическими характеристиками его структуры  $A, B, d$  в равновесном состоянии может быть определена с использованием геометрической модели (рисунок 4).

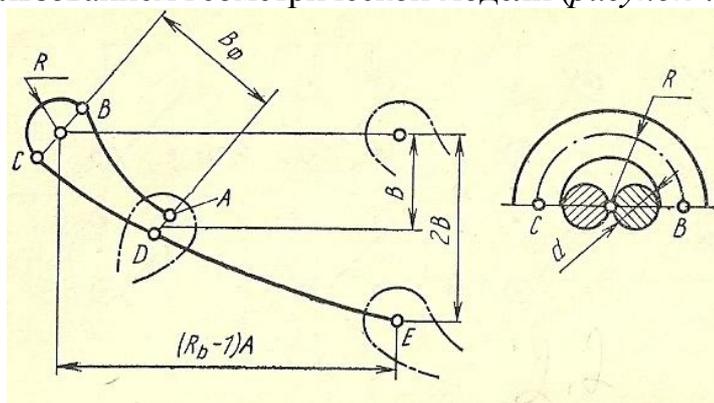


Рисунок 4. Геометрическая модель одинарного трико

Длина нити в петле одинарного трико  $l = \overline{BC} + \overline{AB} + \overline{CDE}$ . Длина дуги BC равна половине окружности с радиусом  $R = 3d/2$ , где  $d$  – средний диаметр нити, т.е.  $BC = 3\pi d/2$ . Дуги AB и CDE могут быть определены как

части эллипса с осями  $2a$  и  $2b$ , длина которого в общем виде равна  $\tau \cong \pi(a+b)$ . Дуга  $AB$  равна четверти эллипса с полуосями  $a = A/2$  и  $b = B$ , где  $A$  и  $B$  соответственно петельный шаг и высота петельного ряда, т.е.  $\overline{AB} \cong \left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{A}{2} + B\right)$ .

Дуга  $CDE$  (для переплетения, изображенного на рисунке 3, 4, протяжка  $DE$  соединяет соседние петельные столбики,  $n = 1$ ) равна четверти эллипса с полуосями  $a = A$ ,  $b = 2B$ , т.е.  $\overline{CDE} = \left(\frac{\pi}{4}\right) (A + 2B)$ . Следовательно,  $l = \frac{3\pi d}{2} + \left(\frac{\pi}{4}\right) \left(\frac{A}{2} + B\right) + \left(\frac{\pi}{4}\right) (A + 2B) = \frac{3\pi A}{8} + \frac{3\pi B}{4} + \frac{3\pi d}{2}$ . Коэффициент соотношения

плотностей для одинарного трико с принятием обеих гипотезы о стремлении петли в равновесном состоянии занять максимальную площадь по общей формуле  $C = \frac{B}{A} = \frac{\pi r}{\pi b} = \frac{l - 3\pi d}{\frac{3\pi}{2}} = \frac{x}{y}$  с учетом формулы (2.6) составля-

ет  $C = \frac{B}{A} = \frac{x}{y} = 3\pi \cdot \frac{4}{8 \cdot 3\pi} = 0,5$ . В соответствии с этим выражением коэффициент  $C$  для одинарного трико постоянен и не зависит от длины нити в петле, толщины и вида нити. В действительности форма петли, а, следовательно, и коэффициент соотношения плотностей в трикотаже изменяются с изменением модуля петли и вида применяемой для выработки трикотажа нити.

Для трикотажа переплетения одинарного трико растяжимость может быть определена при известных значениях  $A_{max}$ ,  $B_{max}$ ,  $S_{max}$ , а также параметрах  $A$ ,  $B$ ,  $S$  трикотажа в равновесном состоянии по формулам

$$\begin{aligned} \varepsilon_d &= \left( \frac{B_{max}}{B} - 1 \right) \cdot 100 \\ \varepsilon_m &= \left( \frac{A_{max}}{A} - 1 \right) \cdot 100 \\ \varepsilon_{д.в.} &= \left( \frac{S_{max}}{S} - 1 \right) \cdot 100 \end{aligned}$$

Значения  $A_{max}$ ,  $B_{max}$ ,  $S_{max}$  устанавливаются с помощью геометрической модели растянутого до разрыва трикотажа (рисунок 5).

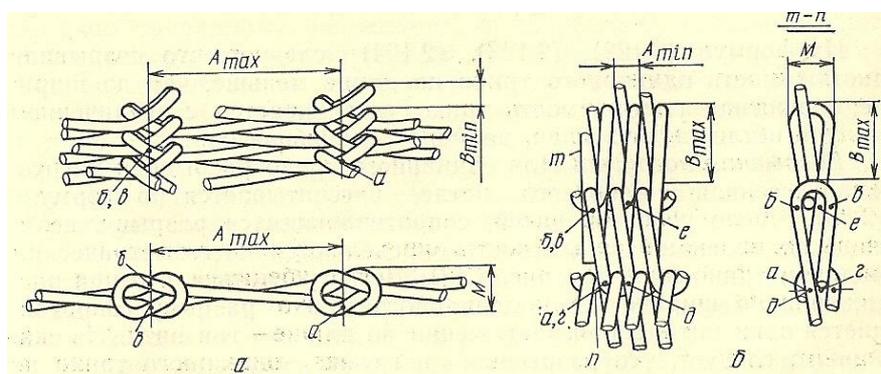


Рисунок 5. Геометрические модели растянутого трикотажа переплетения одинарное трико: а – по ширине; б – по длине

При одноосном растяжении одинарного трико по ширине остовы его петель, разворачиваясь, занимают положение, перпендикулярное плоско-

сти трикотажа, затягиваются в узлы. Высота петли при этом становится минимальной ( $B_{max} = 2d_y$ ), а толщина трикотажа – максимальной ( $M \cong 4d_y$ ). Петля растянутого по ширине трикотажа содержит протяжку  $ab$  и дугу окружности  $бв$ , которые могут быть выражены как  $ab \cong A_{max}$ ,

$бв \cong 3 \cdot \frac{3\pi d_y}{4} = 2,25\pi d_y$  длине остова его петель также разворачиваются в плоскости трикотажа, петельный шаг становится минимальным ( $A_{max} = 2d_y$ ), а толщина трикотажа – максимальной ( $M \cong 4d_y$ ).

Длина нити в петле содержит сумму отрезков и дуг  $\overline{ab}$ ;  $\overline{вг}$ ;  $\overline{де}$ ;  $\overline{бв}$ ;  $\overline{гд}$ . Длина палочек и протяжки равна  $B_{max}$ .

$$\overline{бв} = 3 \cdot \pi \cdot \frac{d_y}{2}; \overline{гд} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{d_y}{2}.$$

$$l = 3 \cdot B_{max} + 3 \cdot \pi \cdot \frac{d_y}{2} + 2 \cdot \pi \cdot \frac{d_y}{2} = 3 \cdot B_{max} + 2,5 \cdot \pi \cdot d_y.$$

$$B_{max} = (l - 2,5 \cdot \pi \cdot d_y) \cdot 3.$$

Максимальная площадь растянутого по ширине и длине одинарного

трико может быть определена по формуле  $S = \frac{(l-z \cdot d)^2}{4 \cdot x \cdot y}$ , причем средний диаметр нити  $d$  необходимо заменить условным ее диаметром  $d_y$ :

$$S_{д,о max} = \frac{(l-z \cdot d)^2}{4 \cdot x \cdot y} = \frac{l-4,71 \cdot d_y}{11,1}.$$

Определив значения  $A$ ,  $B$ ,  $S$  для одинарного трико в равновесном состоянии по формулам и  $A = \frac{l-z \cdot d}{2 \cdot x}$ ,  $B = \frac{l-z \cdot d}{2 \cdot y}$ , полу-

$$A = \frac{l-z \cdot d}{2 \cdot x} = \frac{l-3 \cdot \pi \cdot \frac{d}{8}}{2 \cdot 3 \cdot \frac{\pi}{8}} = \frac{l-4,71 \cdot d}{2,36}; B = \frac{l-z \cdot d}{2 \cdot y} = \frac{l-4,71 \cdot d}{4,71};$$

чим:

$$S = \frac{(l-z \cdot d)^2}{4 \cdot x \cdot y} = \frac{(l-4,71 \cdot d)^2}{11,1}.$$

Подставив известные значения в формулы, и упростив выражения, получим:

$$\varepsilon_d = \left( \frac{1,57 \cdot (l-2,5 \cdot \pi \cdot d_y)}{l-4,71 \cdot d} - 1 \right) \cdot 100;$$

$$\varepsilon_{ш} = \left( \frac{2,36 \cdot (l-1,5 \cdot \pi \cdot d_y)}{l-4,71 \cdot d} - 1 \right) \cdot 100;$$

$$\varepsilon_{д,о} = \left( \frac{(l-4,71 \cdot d_y)^2}{(l-4,71 \cdot d)^2} - 1 \right) \cdot 100.$$

Из формул следует, что разрывная растяжимость одинарного трико по длине меньше, чем по ширине; одноосная растяжимость трико увеличивается с увеличением модуля петли, а двуосная, наоборот, уменьшается.

Для одинарного трико разрывная нагрузка, отнесенная к одной его петле, рассчитывается по формуле  $P_{п} = \bar{q} \cdot (1 - 0,0375 \cdot H_p) \cdot \psi \cdot \lambda \cdot \sum_{i=1}^n \cos \alpha_i$ , где  $\bar{q}$  – средняя разрывная нагрузка нити при стандартной зажимной длине (500 мм),  $H$ ;  $H_p$  – коэффициент неровности при определении прочности нити;  $\Psi$  – коэффициент, учи-

тывающий изменение прочности нити при малой зажимной длине;  $\lambda$  – коэффициент, учитывающий потерю прочности нити при испытании с петлей;  $n$  – число нитей петли, сопротивляющихся разрыву при растяжении;  $\cos\alpha_i$  – степень ориентации участков нити, участвующих в разрыве.

Число участков нитей, сопротивляющихся разрыву, величины их проекций на плоскость определяются по геометрическим моделям трикотажа (рисунки 4, 5). Легко убедиться, что при растяжении по ширине пели одинарного трико разрыву, сопротивляется одна нить, а при растяжении по длине – три нити. Из сказанного следует, что разрывная нагрузка одинарного трико по длине значительно больше, чем по ширине.

Поверхностная плотность трикотажа переплетения трико, характеризующая его массу, может быть определена, если известны длина нити  $L$ , заключенная в  $1 \text{ м}^2$  трикотажа, и линейная плотность нити  $T$ . Длина нити  $L$ , м, в  $1 \text{ м}^2$  трикотажа может быть определена как произведение длины нити в петле  $l$ , мм, на число петель  $n$ :

$L = l \cdot \frac{n}{1000}$  Число петель в  $1 \text{ м}^2$  может быть найдено, если известны плотности трикотажа  $P_r$  и  $P_b$  (на 5 см):  $n = 1000 \cdot \frac{P_r \cdot P_b}{5 \cdot 5}$ . Тогда получим  $L = l \cdot \frac{P_r \cdot P_b}{25} = 0,4 \cdot l \cdot P_r \cdot P_b$ .

Масса нити, г, заключенная в  $1 \text{ м}^2$  трикотажа, т.е. поверхностная плотность трикотажа, при известной линейной плотности  $T$  может быть определена по формуле  $m_s = L \cdot T = \frac{0,4 \cdot l \cdot P_r \cdot P_b \cdot T}{1000} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot P_r \cdot P_b \cdot l \cdot T$ .

Поверхностная плотность трикотажа переплетения трико,  $\text{г/м}^2$ , если известны величины  $l$ ,  $A$ ,  $B$ ,  $T$ , может быть найдена по формуле  $\rho_s = \frac{l \cdot T}{A \cdot B}$ .

Геополотна должны обладать малым относительным удлинением, которое зависит от сырья и структуры переплетения. Степень растяжимости основовязанных переплетений [3] обуславливается их структурой и зависит в основном от межниточных промежутков, толщины нити, величины протяжек переплетений и величины угла наклона протяжек к линии петельного ряда. Таким образом, в качестве малорастяжимых структур геосинтетических материалов целесообразно использовать уточные нити. Трикотажем уточных переплетений называется такой, который вырабатывается двумя и более системами нитей, из которых одни прокладываются на иглы и образуют петли грунта, а другие вяжутся в петли грунта без прокладывания на иглы. Наличие уточных нитей влияет на технологические параметры геосинтетических материалов, а, следовательно, и эксплуатационные свойства.

### Литература

1. Сидоров, В. В. Изменилось ли что-нибудь в России за двести лет? / В. В. Сидоров // [www.netler.ru/articles/dorogi.htm](http://www.netler.ru/articles/dorogi.htm) (дата обращения 25.03.12).
2. Далилович, А. С. Основы теории вязания / А. С. Далилович. – М.: Изд-во «Легкая индустрия», 1970. – 432 с.

3. Марисова, О. И. Трикотажные рисунчатые переплетения / О. И. Марисова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 216 с.

**УДК 677.661**

**О. А. Вигелина, Л. П. Ровинская**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Выбор показателей качества чулочно-носочных изделий на основе экспертных оценок**

После кризиса 2008-09 гг. рынок чулочно-носочных изделий начал свое восстановление. По итогам трех кварталов 2010 г., объем производства чулочно-носочных изделий вырос на 7 % по сравнению с аналогичным периодом 2009 г.

По оценке «Экспресс-обзора» [1], на период до 2014 г. ежегодные темпы роста рынка чулочно-носочных изделий будут составлять 7-8 %. В связи с этим перед чулочно-носочным производством стоит задача по выпуску высококачественной, конкурентоспособной продукции, которая соответствует требованиям и спросу потребителей. Решению этой актуальной задачи посвящена данная работа на примере мужских носков.

Носки – это изделия, которые облегают нижнюю часть ног человека, включая щиколотку или щиколотку и часть икры. Они могут быть с удлиненным паголенком и коротким. Их изготавливают из хлопчатобумажной, шерстяной, смешанной пряжи, искусственных и синтетических нитей, натуральной пряжи в сочетании с химическими комплексными и текстурированными нитями.

Носки должны быть комфортными при эксплуатации, не вызывать болевых ощущений и неудобств при носке, должны обеспечивать оптимальное давление на ногу человека, они должны сохранять свои свойства при многократном растяжении и стирке.

Эти требования определяются эксплуатационными свойствами [2], которые характеризуют устойчивость изделий к климатическим и механическим воздействиям, износоустойчивость, художественно-эстетические и другие потребительские свойства. Выполнение этих требований непосредственно связано с технологическим процессом изготовления этих изделий.

Показатели качества чулочно-носочных изделий подразделяются на:

- общие – обязательные для всех видов изделий;
- дополнительные – обязательные для конкретных видов изделий в зависимости от их назначения и используемого сырья.

К общим показателям качества относятся следующие: состав сырья; линейная плотность пряжи или нити; плотность вязания; линейные размеры изделия; разрывная нагрузка; устойчивость окраски; художественно-эстетические показатели (колористика, модель, конструкция и др.).

К дополнительным показателям качества относятся следующие:

стойкость поверхности участков изделия к истиранию; устойчивость к образованию пилинга; масса изделия; липофильность; воздухопроницаемость; паропроницаемость; теплопроводность; электризуемость; стабильность формы и размеров и др.

Известно, что отношение потребителей к перечисленным показателям качества неоднозначно. Поэтому, для выявления значимости показателей, характеризующих качество изделий, была сформирована экспертная комиссия, в которую вошли как потребители, так и специалисты в области чулочно-носочного производства. Была составлена анкета, включающая выборку из 12 показателей:

- 1) растяжимость шва,
- 2) растяжимость борта (резинки),
- 3) растяжимость следа,
- 4) необратимая деформация,
- 5) устойчивость к истиранию (срок службы),
- 6) воздухопроницаемость,
- 7) гигроскопичность,
- 8) сырьевой состав,
- 9) цвет,
- 10) давление борта (резинки) на ногу,
- 11) усадка,
- 12) удельное электрическое сопротивление.

Эксперт должен был оценить сравнительную предпочтительность данных показателей, выставляя при этом ранги от 1 до 12, причем ранг 1 – должен принадлежать наиболее предпочтительному, а ранг 12 – наименее предпочтительному. Если какие-либо показатели были для эксперта неразличимы (однозначны), он мог расставить одинаковые ранги нескольким показателям.

Анализ данных анкет был произведен с использованием метода экспертной оценки [3], в результате которого были выявлены наиболее важные, по мнению экспертов, показатели.

Анализ экспертных оценок предложенных показателей представлен в таблице, где  $\mathcal{E}_1, \dots, \mathcal{E}_{12}$  – эксперты,  $\Pi_1, \dots, \Pi_{12}$  – показатели качества.

### Ранжировки, данные экспертами

	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>3</sub>	П <sub>4</sub>	П <sub>5</sub>	П <sub>6</sub>	П <sub>7</sub>	П <sub>8</sub>	П <sub>9</sub>	П <sub>10</sub>	П <sub>11</sub>	П <sub>12</sub>
Э <sub>1</sub>	12	3	6	5	4	7	8	1	10	2	9	11
Э <sub>2</sub>	9	2	7	11	3	6	5	4	10	1	8	12
Э <sub>3</sub>	10	2	3	11	1	9	8	4	7	2	9	12
Э <sub>4</sub>	10	1	9	3	2	4	7	6	12	1	11	12
Э <sub>5</sub>	9	3	11	7	2	4	5	6	12	1	8	10
Э <sub>6</sub>	11	5	6	7	3	9	4	1	10	2	8	12
Э <sub>7</sub>	9	5	10	8	1	3	2	4	6	7	11	12
Э <sub>8</sub>	11	8	10	9	6	2	3	1	7	4	5	12
Э <sub>9</sub>	1	3	11	10	5	4	7	8	6	2	9	12
Э <sub>10</sub>	8	2	7	9	4	6	5	3	10	1	11	12
Σ	90	34	80	80	31	54	54	38	90	23	89	117

Для сравнительной оценки весомости показателей, проверялась общая согласованность мнений экспертов по коэффициенту конкордации. Сначала находилась средняя сумма рангов для всех показателей по формуле 1:

$$\bar{S} = \sum_{i=1}^n S_i / n = 0,5(n+1) \quad (1)$$

где  $S_i$  – сумма рангов;

$n$  – число показателей качества;

$m$  – число экспертов.

А затем определялись значения отклонений  $(S_i - \bar{S})$  и  $(S_i - \bar{S})^2$ .

Как видно из *таблицы* у отдельных экспертов имеются одинаковые ранговые оценки, поэтому для них определялись показатели одинаковости по формуле 2:

$$T_j = \sum_1^u (t_j^3 - t_j) / 12 \quad (2)$$

где  $u$  – число оценок с одинаковыми рангами в  $j$ -й строке, равное числу слагаемых в сумме (2);

$t_j$  - число одинаковых рангов в каждой оценке  $j$ -й строки.

Как показали расчеты показатель одинаковости для третьего и четвертого экспертов  $T = 1$ .

Согласованность мнений экспертов выявлялась с помощью коэффициента конкордации по формуле 3:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^2 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (3)$$

где  $S$  — сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от среднего арифметического рангов;

Коэффициент конкордации, в зависимости от степени согласованности мнений экспертов, может принимать значения от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при полном единодушии).

Значимость коэффициента конкордации проверяют по критерию (формула 4):

$$\chi^2 = Wm(n-1). \quad (4)$$

Если  $\chi^2 > \chi_{0,05}^2$ , то величина  $W$  существенно значима. Значения  $\chi_{0,05}^2$  берут из таблицы для  $f = n - 1$  степеней свободы.

Коэффициент конкордации, рассчитанный по выше приведенным формулам, равен 0,69, критерий  $\chi^2 = 75,9$ .

Полученные величины коэффициента конкордации  $W$  и критерия  $\chi^2$ , были оценены по значимости с помощью табличных значений [3]. Так как критерий  $\chi^2$ , равный 75,9, по значению больше табличного  $\chi_{0,05}^2 = 19,7$ , то сделан вывод, что эксперты показали согласованную точку зрения.

В результате анализа данных экспертного опроса, для оценки уровня качества мужских носков, были выявлены наиболее значимыми показателями качества следующие: растяжимость борта ( $\Pi_2$ ), давление бортика на ногу ( $\Pi_{10}$ ), устойчивость к истиранию ( $\Pi_5$ ), сырьевой состав ( $\Pi_8$ ), и эти выявленные показатели являются предпочтительными для оценки уровня качества мужских носков.

### Литература

1. Рынок чулочно-носочных изделий // Легпромбизнес «Директор», 2011. – № 2 (128). – С. 9.
2. ГОСТ 8541-94 Изделия чулочно-носочные, вырабатываемые на круглчулочных автоматах. Общие технические условия. Введ. 1996-01-07 (с изменением 2009 г.).
3. Соловьев, А.Н. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов /А. Н. Соловьев, С. М. Кирюхин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 215 с.

Н. А. Бабина, А. О. Аксенова

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### Влияние способа нанесения ворса на производительность процесса флокирования

Электрофлокирование – это технология, с помощью которой можно получать ворсовые покрытия на различных материалах. Сущность ее заключается в ориентированном нанесении коротких заряженных волокон в электрическом поле на основу, покрытую клеевым составом. В настоящее время технологию флокирования применяют для производства широкого ассортимента продукции: искусственная замша, мебельные обивочные материалы, звукоизоляционные панели для стен и потолка, уплотняющие профили для автомобилей, декоративные материалы и многое другое.

Возрастание плотности ворсового покрова в процессе флокирования описывается известной зависимостью [1, 2]:

$$n = n_{\max} \cdot \left(1 - e^{-\frac{P}{n_{\max}} t}\right). \quad (1)$$

где  $n$  – плотность ворсового покрова,  $\text{г/м}^2$ ;  $t$  – время нанесения ворса, с;  $P$  – скорость подачи ворса или скорость поступления ворса к поверхности материала,  $\text{г/м}^2\text{с}$ ;  $n_{\max}$  – предельная или максимально достижимая плотность ворсового покрова,  $\text{г/м}^2$ .

Для реального производства задают значение необходимой плотности ворсового покрова  $n_0 < n_{\max}$  и, используя соотношение (1), рассчитывают время  $t_0$ , нужное для получения этой плотности

$$t_0 = -\frac{n_{\max}}{P} \ln\left(1 - \frac{n_0}{n_{\max}}\right). \quad (2)$$

Следовательно, продолжительность флокирования зависит от двух факторов  $n_{\max}$  и  $P$ . На производительность они влияют в целом одинаково: с их ростом производительность растет [2]. В свою очередь сами параметры зависят и от условий флокирования, и от характеристик ворса.

Традиционный вариант технологии электрофлокирования предусматривает подачу ворса в зону флокирования из бункера с сетчатым дном, т.е. сверху. Ворс движется «сверху-вниз»: от верхнего высоковольтного электрода к нижнему заземленному электроду, вдоль которого движется материал, покрытый клеевым слоем. При этом сетка, представляющая дно бункера, является препятствием для проникновения ворса в зону флокирования и может снижать скорость подачи, а значит увеличивать продолжительность процесса. С другой стороны, существует возможность подачи

ворса с нижнего электрода [3, 4] к материалу, движущемуся вдоль верхнего электрода. Такой способ имеет ряд преимуществ. Например, отсутствует сетка, ограничивающая скорость подачи, а, кроме того, к верхнему электроду может двигаться только хорошо заряженный ворс.

Для сравнения обоих вариантов были проведены эксперименты на установках, схемы которых приведены на *рисунках 1 и 2*.

Процесс получения материала с ворсовым покрытием выглядит следующим образом. Ворс, находящийся в бункере с сетчатым дном, за счет вибрации поступает в пространство между электродами 1 и 2. На электрод 1 подается потенциал высокого напряжения 3. За счет этого ворс заряжается и, ориентируясь по силовым линиям и ускоряясь под действием электрического поля, движется к электроду 2, который заземлен. Здесь ворс внедряется в клеевой слой материала 5, образуя ворсовую поверхность.

За счет силы тяжести ворс движется к клеевой поверхности с большим ускорением, повышая тем самым прочность закрепления ворса. Но в тоже время на материал попадает плохо заряженный и менее качественный ворс, ухудшая ориентацию ворсинок и снижая плотность ворсового покрытия.

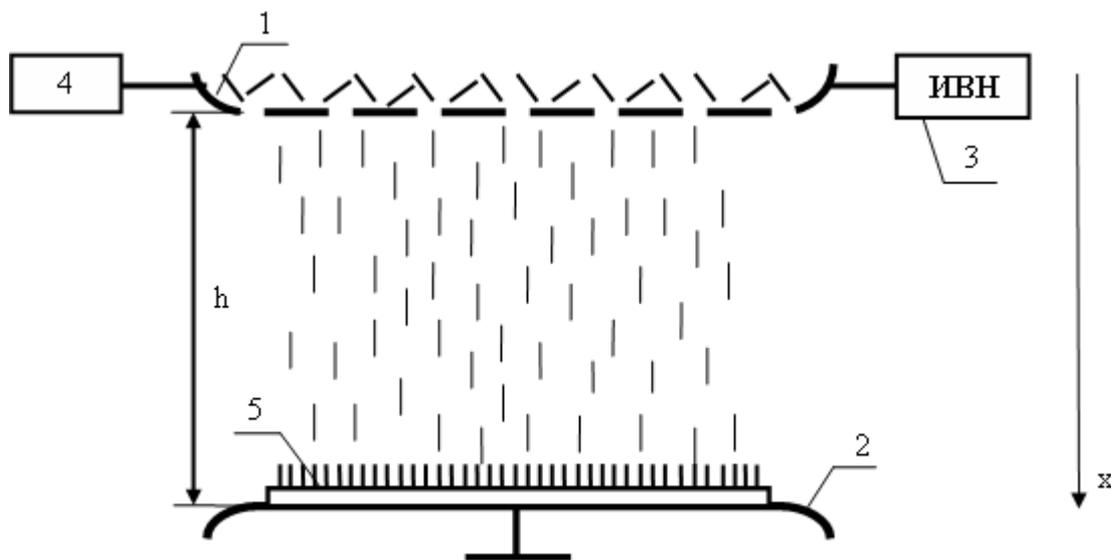


Рисунок 1. Схема установки для электрофлокирования при подаче ворса сверху: 1 – бункер с ворсом – верхний электрод; 2 – нижний электрод; 3 – источник высокого напряжения; 4 – двигатель, обеспечивающий вибрацию; 5 – образец

На *рисунке 2* представлена схема установки при подаче ворса в зону флокирования снизу.

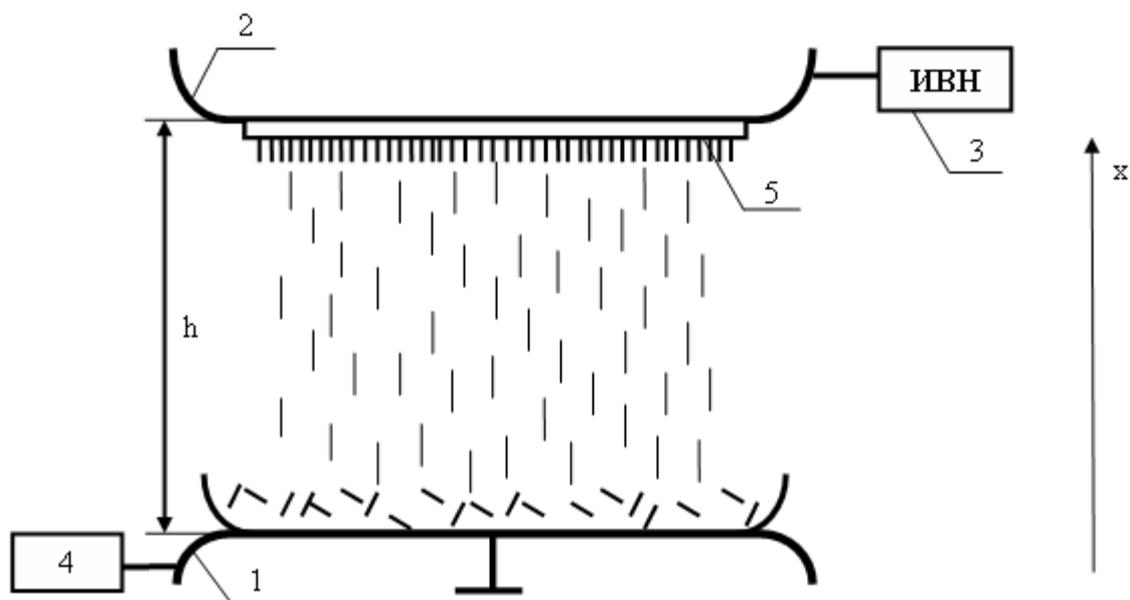


Рисунок 2. Схема установки для электрофлокирования при подаче ворса снизу: 1 – нижний электрод; 2 – верхний электрод; 3 – источник высокого напряжения; 4 – двигатель, обеспечивающий вибрацию; 5 – образец

Навеску ворса, гарантирующую получение необходимой плотности ворсового покрова, насыпают на нижний заземленный электрод 1. Включают вибрацию и подают потенциал высокого напряжения 3 на электрод 2. Волокна под действием электрического поля движутся от нижнего электрода 1 к верхнему 2, на котором расположен материал 5, покрытый клеевым составом, где ворс и закрепляется.

Технологические параметры процесса определяли на основе серии измерений плотности ворсового покрова от времени нанесения. Зная вид зависимости (1) и задавая диапазон, в котором находятся искомые параметры  $P$  и  $n_{\max}$ , с помощью программы Excel легко выбрать значения, обеспечивающие минимум суммы квадратов отклонений расчетных (3) и экспериментальных данных:

$$\sum_{i=1}^n [n_s(t_i) - n(t_i)]^2 = \min, \quad (3)$$

где  $n_s(t_i)$  – плотность ворсового покрова, полученная в эксперименте за время  $t_i$ ,  $n(t_i)$  – расчетное значение плотности ворсового покрова (1).

Эксперименты были проведены для ворса длиной  $l=0,5$  мм и линейной плотностью  $T=0,33$  текс при двух значениях напряжения (36 и 48 кВ).

В *таблице 1* представлен пример расчета технологических параметров при напряжении 36 кВ и подаче ворса в зону флокирования снизу.

**Таблица 1. Результаты эксперимента при напряжении  $U = 36$  кВ**

$t, c$	$n_0, г/м^2$	$n(t_i), г/м^2$	$(n_0 - n(t_i))^2$	$P, г/м^2c$	$n_{max}, г/м^2$
0	0	0	0	29,925	109,848
4	75,758	72,903	8,146		
8	94,192	97,423	10,438		
12	103,788	105,669	3,539		
20	108,333	109,375	1,086		
30	113,636	109,817	14,587		
			$\Sigma = 37,796$		

Изменяя время нанесения ворса, была получена серия образцов, при анализе которых были получены экспериментальные значения плотности ворсового покрова  $n_0$ . Зная вид зависимости (1), получили расчетные значения плотности  $n(t_i)$  для приближенных значений  $P$  и  $n_{max}$ . В столбце 4 представлены квадраты отклонений экспериментальных значений плотности от расчетных, и в конце приведена их сумма. Исходя из этих данных, используя опцию «поиск решения», были вычислены скорость подачи ворса и предельная плотность ворсового покрова, обеспечивающие минимальную сумму квадратов отклонений расчетных и экспериментальных значений.

Результаты расчета технологических параметров для обоих значений напряжения и вариантов подачи ворса (сверху и снизу) представлены в *таблице 2*. Здесь же рассчитана продолжительность флокирования (2), для плотности ворсового покрова  $n_0=70$  г/м<sup>2</sup>.

**Таблица 2. Результаты расчета технологических параметров**

	Подача ворса сверху		Подача ворса снизу	
	$U=36$ кВ	$U=48$ кВ	$U=36$ кВ	$U=48$ кВ
$P, г/м^2c$	11,368	14,968	29,925	26,578
$n_{max}, г/м^2$	112,646	122,261	109,848	108,799
$t_0, c$	9,624	6,942	3,722	4,221

Полученные данные свидетельствуют о существенном увеличении скорости подачи ворса при подаче ворса с нижнего электрода. При этом максимальная плотность ворсового покрова изменяется незначительно.

Таким образом, результаты эксперимента демонстрируют существенное преимущество способа флокирования при подаче ворса снизу. Продолжительность флокирования сокращается более чем в 1,5 раза. В такой же пропорции возрастает производительность технологического процесса.

### Литература

1. Бершев, Е. Н. Электрофлокирование (нанесение ворса в электрических полях) / Е. Н. Бершев. – М.: Легкая индустрия, 1977. – 232 с.
2. Иванов, О. М. Теоретические аспекты технологии электрофлокирования / О. М. Иванов. – СПб.: СПГУТД, 2004. – 165 с.

3. Андросов, В. Ф. Электростатическое ворсование / В. Ф. Андросов, Е. Н. Бершев. – М.: Легкая индустрия, 1965. – 64 с.

4. Семенов, В. А. Теория и практика электрофлокирования / В. А. Семенов. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 174 с.

**УДК 004.9:621.3**

**К. В. Зареченец, Е. Г. Маежов, В. Ю. Иванов**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Анализ путей повышения качества продукции прядильного производства**

Основным видом полуфабриката прядильно-ниточных производств является бесконечно длинное тело, состоящее из текстильных волокон соединенных между собой силами сцепления и крутки. Данное тело, иначе говоря, пряжа получается из волокон в результате множества технологических переходов. Существует несколько основных технологий получения пряжи, выбор которых зависит от целей использования пряжи. В свою очередь, пряжа является полуфабрикатом для получения различных продуктов в текстильной и легкой промышленности. Следовательно, контроль за параметрами данного продукта носит наиважнейший характер, так как пороки пряжи передаются далее по технологической линии того или иного производства, понижая качество продукции. Сама по себе пряжа – сложный продукт имеющий множество свойств определяющих ее качество. К подобным свойствам относится влажность пряжи, крутка, разрывная нагрузка, разрывное удлинение пряжи а так же ее равномерность и чистота. Но все эти свойства либо непосредственно зависят от качества работы прядильных машин, либо являются вторичными, по отношению к основному свойству пряжи – линейной плотности. Данное свойство во многом определяется предыдущими технологическими переходами. Но наибольший вклад в данный параметр пряжи вносится на чесальном переходе [1]. Что и явилось причиной выбора чесальной ленты в качестве объекта исследований.

Произведем более подробный анализ процессов происходящих на чесальных машинах. Причиной возникновения неровноты продуктов прядения является нестационарность технологических процессов. К которым может относиться неравномерность загрузки гарнитуры, рабочих органов, различная степень разъединения, очистки волокон. Сама по себе неровнота чесальной ленты является сложным явлением, и для его дальнейшего

анализа требуется систематизация видов неровноты. Сегодня принята следующая классификация неровноты: по линейной плотности, по массе отрезков равной длины или по числу волокон в сечении продукта, по динамико-механическим свойствам (прочности, растяжимости, упругости, влажности, воздухопроницаемости, величине электростатического заряда, электросопротивлению). В свою очередь изменения в строении продукта определяют существование двух групп неровноты: качественной структурной неровноты и геометрической структурной. В качестве основного параметра регулирования наибольший интерес для нас представляет вид качественной структурной неровноты, который определяется изменением кривых распределения волокон по свойствам и их характеристике в последовательных сегментах продукта. Данный вид структурной неровноты вызывает возникновение неровноты по линейной плотности продукта, по колебанием которой возможно производить регулирование процесса работы чесальной машины.

Рассмотрение вопроса контроля параметров чесальной ленты логично производить в привязке к машинам, на которых осуществляется выработка чесальной ленты. На отечественных предприятиях наибольшее распространение получили машины типа МК-5 фирмы «CROSROL», 1455/1 фирмы «WIRKBAU», DK-803 фирмы «TRUTZSCHLER» а так же отечественные машины типа ЧМ. Все они имеют аналогичные конструкции базовых узлов и зон их функционального взаимодействия. Общей же чертой большинства машин является отсутствие системам контроля или регулирования линейной плотности ленты. Что отрицательно сказывается на качестве продукции.

Контроль параметров полуфабриката, производимого на данных агрегатах, осуществляется весовым методом. На машинах при производстве чесальной ленты получаемый полуфабрикат укладывается в тазы, для дальнейшей транспортировки по технологической линии. Число тазов, отбираемых с каждой машины, и число отрезков, отбираемых из каждого таза, для осуществления операций контроля, устанавливают в зависимости от числа чесальных машин на которых вырабатывается лента одного сорта. Пробы ленты отбирают спустя полчаса после очесывания. Для получения отрезков ленты и ровницы применяются автоматические и ручные мотовила. Полученные отрезки ленты взвешивают на технических весах или на весовых квадрантах с точностью до 0,5% среднего веса отрезка. По полученным результатам взвешивания отрезков определяют средний вес в граммах одного отрезка полуфабриката. На основании полученных данных производится определение номера ленты и коэффициента вариации. Но данный подход весьма трудоемок и не отражает всей картины изменения линейной плотности в связи с малым объемом выборки.

С целью исправить сложившуюся ситуацию, на кафедре Автоматизации Технологических Процессов велась разработка системы контроля параметров чесальной ленты. Были рассмотрены различные физические принципы построения системы контроля: механический, электрический, оптический, ультразвуковой и методы, основанные на эффекте радиоизлучения. Механические методы, к которым относят измерение плотности парой или несколькими парами роликов, измерение путем протаскивания ленты сквозь уплотняющую воронку и методы, базирующиеся на измерении силы вытягивания оказывают сильное влияние на саму ленту либо требуют отдельных лабораторных испытаний, поэтому, данный вид измерения для нас не актуален. Электрические методы сводятся к измерению электропроводимости или емкости ленты. Результаты измерений, полученные электрическими методами, имеют сильную зависимость от внешней среды, в особенности от влажности воздуха, что соответственно негативно сказывается на результатах дальнейших изысканий. А так же совершенно неприемлемы при измерении свойств ленты из токововодящих волокон. В силу сложности организации метод радиоактивного анализа в данной работе не рассматривается. В результате проведенного анализа сделан вывод о наибольшем приоритете для данной работы ультразвуковых и оптических методов измерения линейной плотности. По причине широкого распространения оптоэлектроники и обширной элементной базы приборов, действие которых основывается на явлении фотоэффекта, выбор был сделан в пользу последнего.

Оптический датчик, расположенный с металлическом корпусе монтируется на машину, после узла формирования ленты в районе модуля формирования паковки. Данные с датчика поступают в блок обработки, где происходит их усиление и оцифровка. Полученные таким образом массивы данных сохраняются на носителе. В экспериментальной установке роль носителя данных выполняет ноутбук. На основании результатов экспериментов, произведенных на прядильно-ниточном комбинате ОАО «Советская Звезда». С чесальных машин «Unegia» были сняты диаграммы линейной плотности продукта, изображенные на *рисунке 1*.

Как мы видим, характер колебаний линейной плотности чесальной ленты соответствует характеру колебаний полученных ранее на лабораторных механических системах контроля [2].

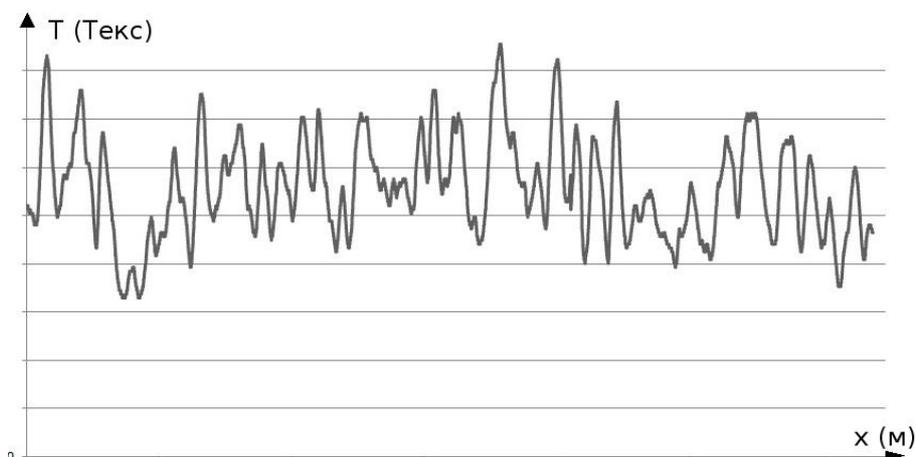


Рисунок 1. Диаграмма линейной плотности

Данные результатов измерений, представленные таким образом мало информативны как в целях оперативного контроля параметров, так и в целях определения причин и характера существующих неравномерностей, что и обуславливает необходимость их дальнейшего анализа.

Если речь идет о оперативном контроле параметров и дальнейшей их индикации, то можно ограничиться вычислением коэффициента вариации на определённых участках ленты и отображением номера текущей ленты. Но для более подробного анализа свойств ленты необходимо прибегнуть к инструментарию корреляционного, спектрального анализа и вычислению градиента неровноты. Эти исследования помогут определить причины и характеристики колебаний, что позволит построить интеллектуальную систему контроля, производящую не только контроль но и определяющую возможные причины возникновения пороков.

На данный момент реализована лишь часть из вышеописанного функционала. В тестовом режиме датчик был запущен на рабочей машине по выработке чесальной ленты. В течении одного часа производился непрерывный мониторинг линейной плотности вырабатываемой продукции. В результате проведенного эксперимента было отснято более 4,5 км чесальной ленты. На основании данных экспериментального пуска производился анализ корреляционной функции с целью выявления периодических, почти периодических и вытяжных волн среди сложных колебаний.

Алгоритм корреляционного анализа имеет следующий вид. Диаграмму длиной  $S$  разделили на  $m$  равных частей, и середины полученных участков обозначили за  $x_1, x_2, \dots, x_m$ . Затем измерили соответствующие им значения ординат  $T(x)$ . Далее определив среднее значение  $T$  произвели вычисление корреляционной функции для значений  $0, \Delta x, 2\Delta x, 3\Delta x$  и до  $r\Delta x$ . Причем расчет производится до такого значения  $r$ , при котором корреляционная функция становится практически равной нулю или начинает совершать небольшие нерегулярные колебания около нуля.

Далее по значениям нормированных корреляционных функции, полученных путем деления вычисленных на дисперсию  $T$ , был построен график искомой корреляционной функции, изображенный на *рисунке 2*.

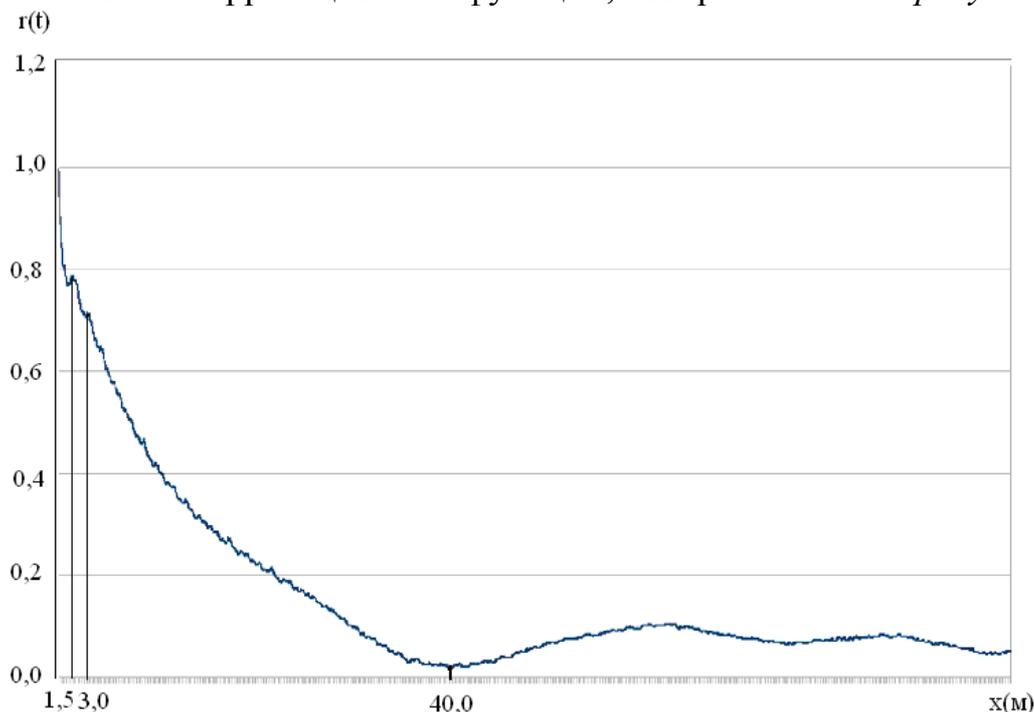


Рисунок 2. Коррелограмма с шагом в 50 см

Анализируя коррелограмму мы видим, что колебания линейной плотности чесальной ленты носят случайный характер. Для подтверждения истинности данного графика были построены коррелограммы для шагов различной длины. Совпадение формы колебаний которых подтверждает надежность измерений, что видно из *рисунка 3*.

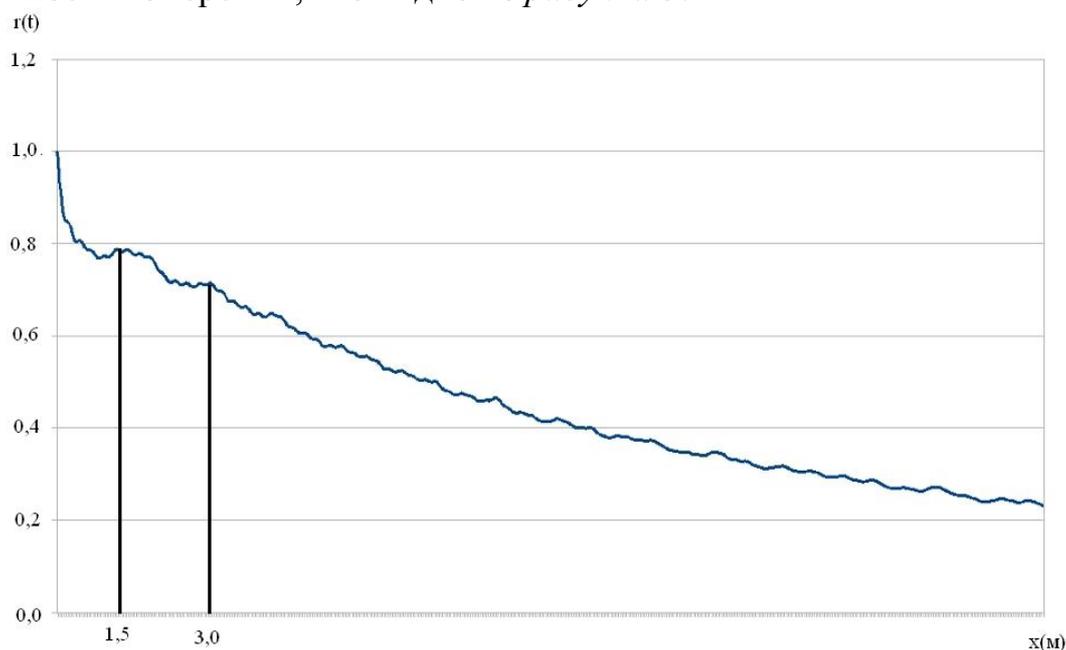


Рисунок 3. Коррелограмма с шагом в 2 см

Дальнейшим шагом является анализ коррелограммы после приближения к точке  $0.05r(x)$ . Для чего в обозримом будущем будут произведены повторные тестовые пуски.

### **Литература**

1. *Хавкин, В. П.* Оценка нестабильности процессов и продуктов прядильного производства льняной промышленности / В. П. Хавкин. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 374 с.

2. *Севостьянов, А. Г.* Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности / А. Г. Севостьянов. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 392 с.

**УДК 677.051**

**Ю. Н. Нефедов**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Оптимизация технологических процессов прядильного производства на основе математического моделирования**

Современная модернизация предъявляет повышенные требования к приготовлению всех видов полуфабрикатов по технологическим переходам прядильного производства. Это имеет своё отражение в сегодняшних тенденциях разработки новых изделий и технологий их производства.

Проектирование технологических процессов требует комплексной оптимизации параметров всего парка оборудования, используемого в производственном процессе, в соответствии, как с техническими, так и с экономическими и временными требованиями конкретного заказа. Подобный подход требует рассмотрения процесса оптимизации не только с точки зрения подбора наилучших технических и эксплуатационных параметров пряжи, но и одновременного удовлетворения коммерческих интересов в каждом отдельном случае, что зачастую носит противоречивый характер.

В этом контексте представляет интерес применение методов математического моделирования и математической статистики, для разработки общих баз правил комплексной оптимизации производственных процессов. При этом необходимо отметить, что при всей очевидной важности раскрытия физической сущности технологических процессов, для целей оптимизации вполне достаточно в качестве параметров оптимизации рассматривать реакции отдельных подсистем на различные входные воздействия (факторы), обусловленные вектором параметров входящего продукта.

В самом общем виде процесс оптимизации какого либо параметра конечного продукта  $y$  может быть сведён к отыскиванию оптимального значения некоторой в общем случае нелинейной функции  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – факторы, влияющие на данный параметр, при наличии ряда условий или ограничений. Применительно же к предмету рассмотрения, имеет смысл говорить не о функциональной, а о корреляционной зависимости параметров оптимизации с использованием в большинстве случаев уравнений линейной регрессии.

Несмотря на то, что в прядельном производстве продукт, полученный на одном технологическом переходе, является входящим продуктом для последующего перехода, и процесс прядения в целом можно считать единым с волокнистой массой на входе и пряжей на выходе, практическое применение такого подхода весьма затруднительно, так как приводит к необходимости построения и решения системы уравнений с несколькими десятками факторов и условий, при наличии также большого количества не учитываемых факторов (т. н. шумов), оказывающих, однако, существенное суммарное влияние на конечный результат. Поэтому наиболее рациональной является методика, предусматривающая расчленение всего процесса на составные части по технологическим переходам с оптимизацией параметров каждого полуфабриката в отдельности.

Рассмотрим для примера разрыхлительно-очистительный агрегат, состоящий из нескольких единиц оборудования (АП-18, ОН-6-4, ДО, ГР-7, ПРЧ-2), имеющих свои индивидуальные параметры оптимизации и шумовые факторы. Анализируя его, легко придти к выводу, что даже в рамках одного технологического перехода мы сталкиваемся с большим количеством факторов влияния, определяемых всеми машинами, входящими в его состав, что опять же затрудняет построение единых уравнений регрессии для всего перехода. Следуя принятой методике, необходимо разделить агрегат на отдельные машины, выделив ряд машин (ОН-6-4, ДО, ГР-7) в качестве объекта управления, то есть объекта, имеющего регулируемые технические параметры, и описать работу каждой машины в отдельности при помощи относительно несложных регрессионных уравнений, учитывающих в качестве факторов влияния, как вектор параметров входящего продукта, так и вектор параметров машин – для объекта управления, и только вектор параметров входящего продукта – для остальных машин.

Свойства волокна, поступающего на вход любой машины могут быть выражены через вектор параметров  $X(\eta, p, l)$ , где  $\eta$  – сумма пороков,  $p$  – разрывная нагрузка,  $l$  – штапельная длина. Принимая в качестве критериев оптимизации количество сора, выделяемого на машине, и количество волокна, выпадающего в отходы, можно построить уравнения регрессии, связывающие эти параметры с параметрами входящего продукта и рабочими параметрами машины.

Для примера приведём уравнения, полученные проф. В. Г. Гончаровым для наклонного очистителя ОН-6-4 [1]:

$$\delta = -11,5 + 2,6 \eta + 0,0135 n + 0,391 \Delta \text{ (кг)}$$

$$S = -2,175 + 0,226 \eta + 0,00926 n + 2,07 \Delta \text{ (кг)}$$

где  $\delta$  и  $S$  – соответственно количество сора и волокна, выпадающего в отходы,  $\eta$  – сумма пороков входящего продукта,  $n$  и  $\Delta$  соответственно частота вращения рабочих органов и разводка между колосниками.

Переведя для удобства уравнения в кодированную форму можно сделать краткий анализ интенсивности влияния факторов на параметры оптимизации.

Подобный анализ показывает, например, что наиболее существенное влияние на количество выделяемого сора оказывает засорённость входящего продукта, что, однако, не является характеристикой оборудования. Из двух других параметров, частота вращения рабочего органа  $n$ , очевидно, оказывает значительно большее влияние (в 3,5 раза), чем разводка между колосниками. Это легко объяснимо, если принять во внимание, что размеры сорных примесей значительно меньше разводки, а увеличение центробежной силы и интенсивности ударного воздействия вследствие возрастания частоты вращения рабочего органа существенно способствует их выпадению в отходы.

Анализ уравнения, полученного для волокна, показывает иное соотношение интенсивности влияния аргументов. Влияние засорённости входящего продукта на порядок ниже, тогда как влияние разводки между колосниками на порядок выше. Влияние скоростного режима рабочих органов ниже приблизительно вдвое. Это также легко объяснимо, учитывая соотношения размеров клочков, их веса и величин разводов. Столь небольшое влияния степени засорённости входящего продукта на выпадение волокна можно объяснить отсутствием прямой связи между этими характеристиками. Некоторое влияние, всё же имеющее место, может в данном случае определяться наличием небольшого количества сора, крепко закреплённого на волокнах и частично увлекающего их с собой в отходы. Общее увеличение засорённости волокнистой массы естественно влечёт за собой и увеличение количества такого сора, а, следовательно, и некоторое увеличение выпадения волокна в орешек.

Можно, также, отметить и то, что влияние разводки между колосниками, как на выделение сора, так и на выпадение волокна, уменьшается по мере увеличения засорённости входящего продукта.

Таким образом, напрашиваются следующие выводы:

Увеличение частоты вращения рабочих органов в большей степени способствуют выделению сора, нежели выпадению волокна в отходы.

Уменьшение разводки между колосниками приводит к существенному уменьшению выпадения волокон и незначительно снижает выделе-

ние сора. В особенности это проявляется при высокой и средней степени засорённости хлопкового волокна, что является наиболее частым случаем.

Аналогичные аналитические действия можно провести по каждой машине агрегата, строя уравнения для разных параметров оптимизации таких, как разрывная нагрузка, штапельная длина, обрывность пряжи и т. д.. Впоследствии, путём по-членного сложения легко вывести уравнения регрессии для всего агрегата в целом, а по отдельным параметрам и для всего технологического процесса.

Таким образом, очевидно выявление некоторых правил, совокупность которых по машинам и переходам приведёт к формированию базы правил для оптимизации технологических процессов в различных условиях.

Однако очевидно, что сделанных выводов недостаточно для однозначных решений по оптимизации процесса. Например, выделение сора и волокон в отходы, хоть и определяется разной интенсивностью влияния факторов, однако, имеет прямую пропорцию и оптимальное соотношение между этими процессами невозможно определить чисто механическим путём. Необходимо привлечение аппарата экономических расчётов, основанного на оценке материальных потоков, который включает в себя расчёт стоимости всех выходящих продуктов производства (пряжи и всех видов оборотов и отходов) и позволяет произвести адекватное сравнение результатов различных вариантов технологических решений для конкретных случаев проектирования. Совокупность полученных результатов для различных входящих продуктов и требований к конечному продукту (пряже) образует дополнительную базу правил, позволяющую учитывать при оптимизационных решениях и экономические (коммерческие) аспекты производственной деятельности предприятий.

### **Литература**

1. *Гончаров, В. Г.* Сокращённые системы прядения хлопка / В. Г. Гончаров. – М., Легпромбытиздат, 1991.

О. В. Бондаренко, Д. В. Васильева, А. В. Шибанова, С. В. Шидловская  
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

## Исследование структурных характеристик и воздухопроницаемости нетканых материалов

Работа посвящена исследованию зависимости воздухопроницаемости НМ различного волокнистого состава и различных способов производства от показателей их строения.

В качестве исходных характеристик использованы поверхностная плотность  $G$  и толщина  $h$ . Поверхностная плотность определена по ГОСТ 3811-72 [1] на весах ВЛКТ-500-М с точностью до 0,1 г по трем пробам. Толщина измерена при разных величинах сжимающего усилия между платформами толщиномера ТЭМ с точностью до 0,01 мм. Количество замеров по каждому образцу при каждой выбранной величине давления составило 10. Коэффициент воздухопроницаемости  $V_r$  определен на приборе FF-12 при перепаде давления 49 Па. Количество измерений по каждому образцу составило 15. Общая характеристика исследованных НМ и результаты определения поверхностной плотности, толщины и коэффициента воздухопроницаемости приведены в *таблице 1*.

Зависимость толщины НМ от величины усилия их сжатия (давления) при измерениях в диапазоне от 0,1 до 50 гс/см<sup>2</sup> иллюстрируется *рисунком 1*.

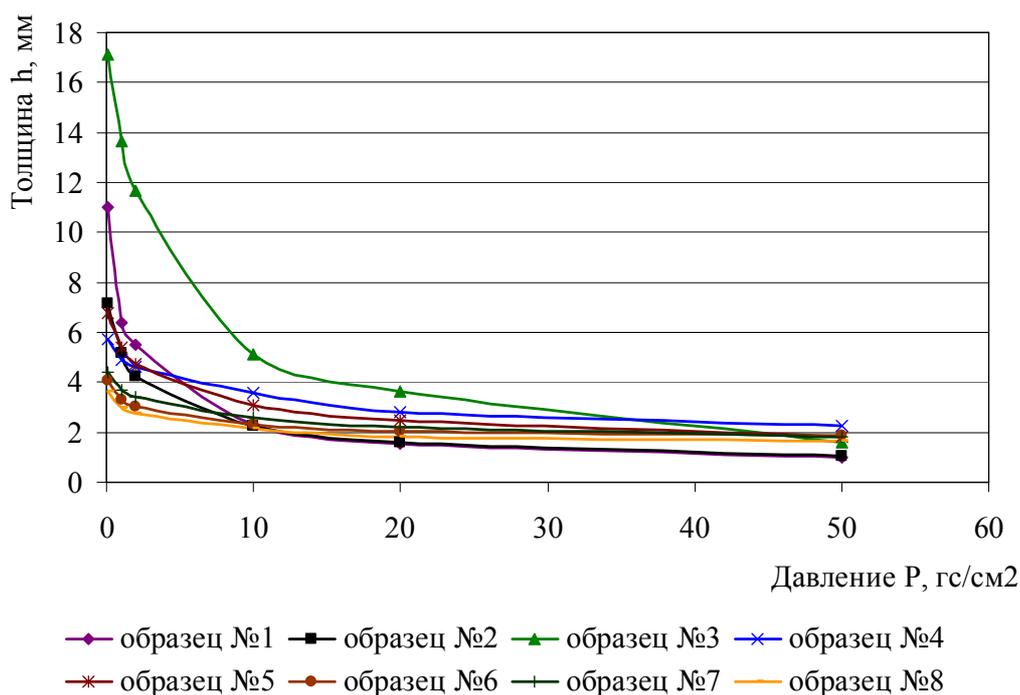


Рисунок 1. Зависимость толщины нетканых материалов от давления

**Таблица 1. Характеристика образцов исследованных НМ**

№ образца	Вид нетканого материала, название	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Толщина h, мм при давлении P, гс/см <sup>2</sup>						Коэф. воздухопроницаемости, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с при P=49 Па
				0,1	1	2	10	20	50	
1	Синтепон	100% ПЭ	112,6	11,01	6,38	5,51	2,31	1,53	1,01	3041
2	Синтепон-люкс		100,0	7,15	5,15	4,24	2,24	1,57	1,07	2485
3	Синтепон-супер люкс		200,0	17,11	13,64	11,69	5,11	3,61	1,59	2148
4	Иглопробивной	50% Шрс 50% ПЭ	198,1	5,73	4,88	4,64	3,56	2,79	2,24	1399
5	Холстопршивной	95% Шрс 5% ПЭ	217,1	6,75	5,37	4,75	3,09	2,47	1,84	1505
6	Термостойкий фильтровальный иглопробивной 1	100% Арселон	597,0	4,09	3,31	3,01	2,31	2,014	1,85	185
7	Термостойкий фильтровальный иглопробивной 2		494,7	4,40	3,69	3,42	2,61	2,18	1,81	264
8	Термостойкий фильтровальный иглопробивной 3	100% Арселон-С	432,2	3,65	2,97	2,73	2,14	1,82	1,67	200

Внешний вид волокон, использованных для производства НМ, изучен с помощью микроскопа «Микромед-2». На *рисунке 2* представлены, в качестве примера, поперечный срез и боковой вид ПЭ волокон образца № 3.

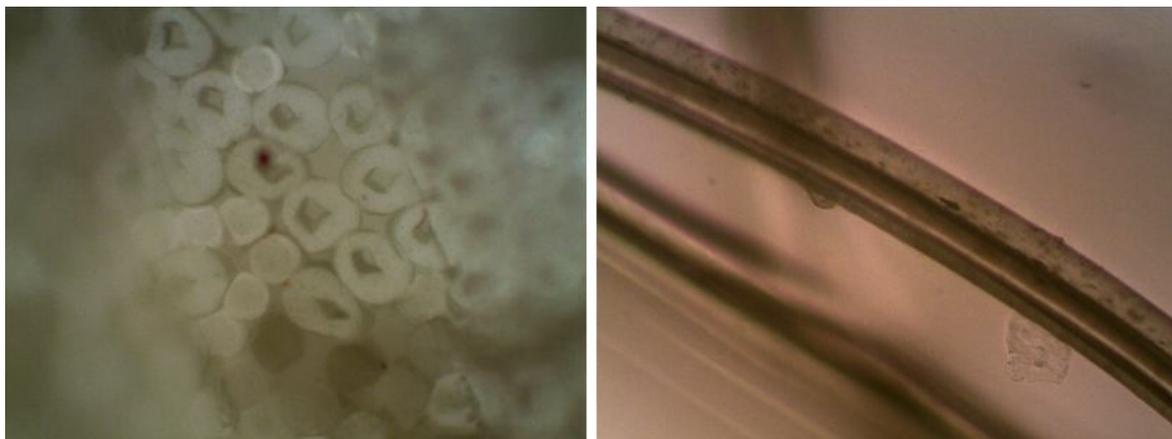


Рисунок 2. Боковой вид и поперечный срез ПЭ волокон (x400) образца № 3

Характеристика внешнего вида волокон исследованных НМ и результаты измерений их поперечника приведены в таблице 2.

Отличия в размерах поперечника и характере поверхности ПЭ волокон, входящих в состав образцов № 1-3, объясняются использованием модифицированных волокон или их дополнительной отделкой.

Исследована зависимость воздухопроницаемости НМ от характеристик их строения. Установлено отсутствие прямой зависимости воздухопроницаемости от толщины исследованных НМ, что связано с существенными отличиями в их пористой структуре. Коэффициент корреляции воздухопроницаемости НМ с их толщиной составил  $r(v_p \sim h) = 0,56$ .

Зависимость воздухопроницаемости  $V_p$  от поверхностной плотности  $G$  (*рисунок 3*) выражается экспоненциальной функцией вида  $V_p = 5341,4e^{-0,0062G}$ . Коэффициент корреляции  $r(v_p \sim G) = -0,92$ .

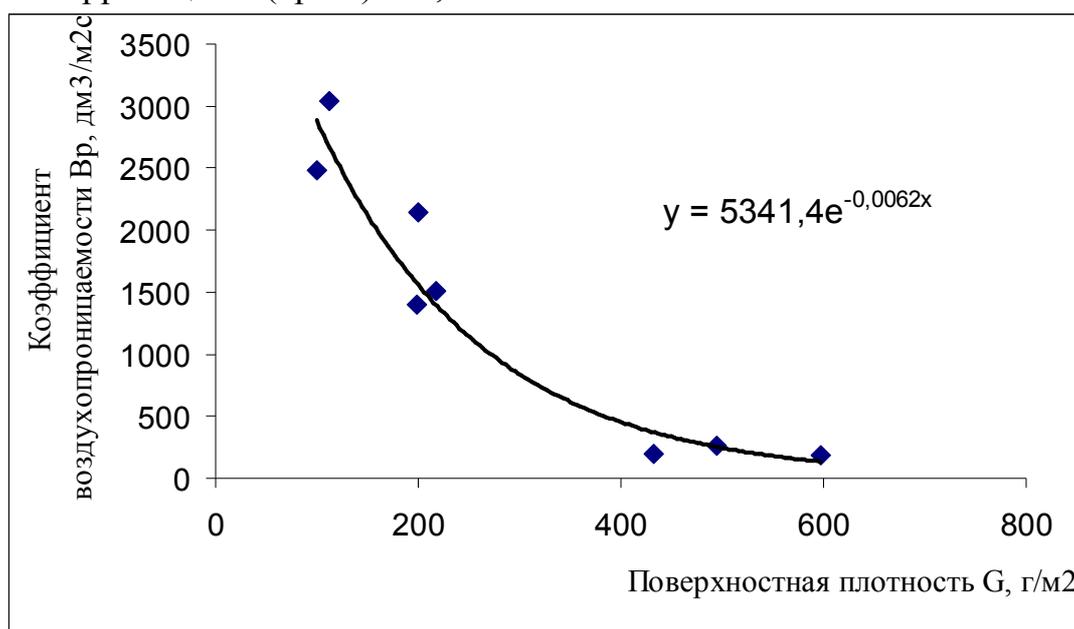


Рисунок 3. Зависимость воздухопроницаемости от поверхностной плотности

**Таблица 2. Характеристика волокнистого сырья НМ**

№ п/п	Характеристика внешнего вида волокон		Характеристики поперечника волокон (число замеров n=25)		
	Поперечный срез	Боковой вид	dcp, мкм	dmax- dmin, мкм	Cd, %
1	Поперечное сечение представляет собой круглую форму	Волокна прямые, на отдельных участках имеют утолщения	27,9	5	5,8
2	То же	Волокна имеют гладкую поверхность с порами, на отдельных участках с поперечными полосами	23,5	5	6,0
3	Поперечное сечение в-н большего диам. круглой или овальной формы с каналом, меньшего – круглой	Волокна большего диаметра полые, со смещенным каналом внутри. Волокна меньшего диаметра монолитные. Поверхность волокон гладкая с порами	42,5	10	6,0
			22,9	5	7,9
4	Поперечное сечение волокон представляет собой круглую форму	Волокна шерсти (пух) состоят из двух слоев: наружного – чешуйчатого и внутреннего – коркового Поверхность ПЭ волокон гладкая с порами	17,5	10	16,2
			18,1	12,5	16,7
5	То же	То же	17,3	10	18,7
			20,4	5	9,0
6	Поперечный срез почти круглой формы	Волокна имеют гладкую поверхность	17,9	7,5	10,2
7			16,9	7,5	12,6
8			Поверхность в-н гладкая с поперечными полосами	17,4	7,5

Приведение величин коэффициента воздухопроницаемости и поверхностной плотности (масса 1 м<sup>2</sup>) НМ к единице их толщины позволяет оценить влияние особенностей расположения волокон, как структурных элементов НМ. Это также дает возможность сопоставить влияние этих особенностей на воздухопроницаемость материалов, исключив из рассмотрения влияние толщины, по которой исследованные материалы существенно отличались. Зависимость  $V_p/h = f(G/h)$  представлена на рисунке 4 и выражается функцией вида  $V_p/h = -190,3 \ln(G/h) + 1015,7$

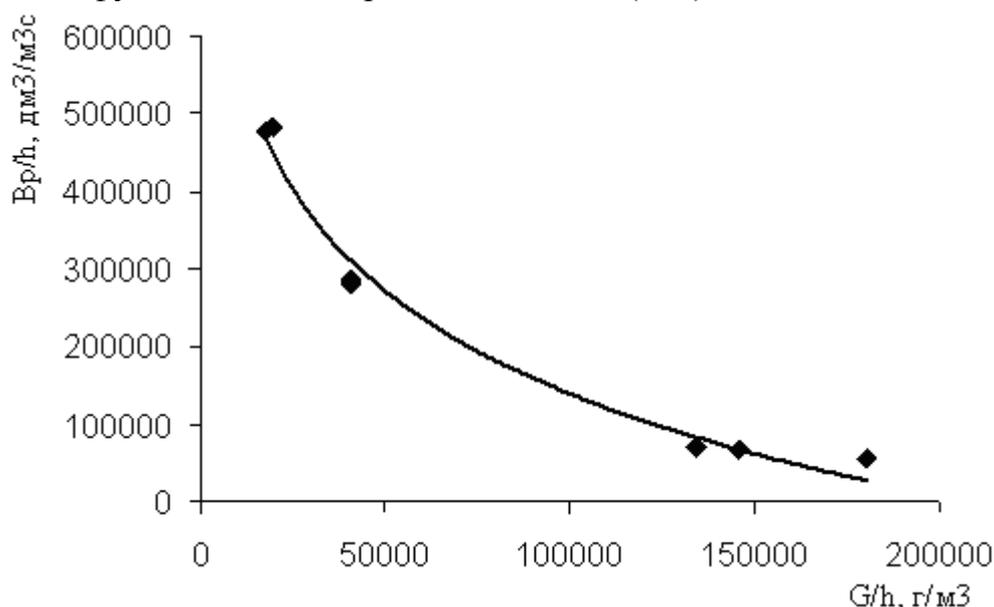


Рисунок 4. Зависимость воздухопроницаемости, приведенной к единице толщины, от поверхностной плотности, приведенной к единице толщины (коэффициент корреляции  $r(v_p/h \sim G/h) = -0,93$ )

Кроме указанных структурных характеристик, рассчитан комплексный показатель «заполнение-толщина»  $1/(E_m \cdot L)$ , ранее предложенный в [2]. Этот показатель учитывает влияние на воздухопроницаемость НМ заполнения их волокнами, а также объемной массы (средней плотности) НМ и представляется в большей мере информативным для прогнозирования воздухопроницаемости НМ [2]. Проведенный корреляционный анализ связи коэффициента воздухопроницаемости с комплексным показателем подтвердил высокий уровень этой связи -  $r(v_p \sim 1/(E_m \cdot L)) = 0,93$ .

В результате проведенной работы получены аналитические выражения зависимостей воздухопроницаемости НМ от показателей их строения. Наиболее тесная связь установлена между воздухопроницаемостью и комплексным показателем «заполнение-толщина». Полученные зависимости могут быть учтены при прогнозировании воздухопроницаемости НМ на этапе их проектирования.

## Литература

1. *ГОСТ 3811-72* Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей. – Введ. 01.01. 1973.

2. *Куличенко, А. В.* Подходы к разработке моделей, описывающих взаимосвязь между строением и свойствами текстильных материалов на примере воздухопроницаемости полотен / А. В. Куличенко // Мат-лы науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы и направления развития материаловедения изделий сервиса, текст. и легкой пром-ти». – М., 2010. – С. 112–155.

## УДК 675

**Л. К. Шинтарь, С. И. Жулина**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

## Современные материалы в производстве бельевых изделий

Высокие технологии внедряются во все сферы нашей жизни - от бытовой техники до инноваций в области искусства. Производство материалов для нижнего белья, не является исключением. Им характерен высокий контакт с кожей человека. Бельевые изделия изготавливают из натуральных материалов и материалов, содержащих синтетические и искусственные волокна, причем доля последних с каждым годом увеличивается. Это можно объяснить тем, что по основным свойствам они не уступают натуральным. Современные материалы из этих волокон улучшают тактильные, эстетические, эргономические свойства изготавливаемого белья. Производители стараются создать функциональные нововведения, по-настоящему новые разработки. К примеру появились различные виды эластана решающие проблему желтизны нижнего белья (эластан Roica® FW, разработанный фирмой Asahi), или наоборот черный эластан, окрашенный в своей массе, придает нижнему белью насыщенный черный цвет (эластан Creoga® Black H-100D и H-300D, Roica® DS и Black Lycra®).

Новый вызов эластану - эластомультиэстер состоит из различных полимеров. Введение полимеров с различными характеристиками в одно и то же волокно (нить) позволяет получить изделие с новыми свойствами, не прибегая к особым обработкам. Эластомультиэстер может растягиваться по меньшей мере в 1,5 раза от своей первоначальной длины, возвращаясь к исходному состоянию сразу же, после того как натяжение пропадает. Это волокно можно использовать в различных видах эластичных тканей. При

соединении с другими волокнами минимально нужно 20 % эластомультиэстера для получения материала с эластичными характеристиками. Это волокно разрабатывается компанией под названием Lycra® T400®.

Недавно появился другой модифицированный полиэстр – РТТ (политриметилен терефталата), который задуман для использования в одежде, особенно в нижнем белье. Его особенно ценят за такие свойства, как нежность, растяжимость и особенно за красильные свойства (окрашивание при более низких, чем у полиэстера, температурах). В РТТ соединились удобство полиамида (нежные тактильные ощущения) и легкость стирки (быстрая сушка, сопротивляемость пятнам). Его способность к деформации делает ткани с ним стретчевыми, что позволяет снизить, даже убрать совсем, содержание эластана. Последние разработки в получении РТТ позволили использовать возобновляемые природные ресурсы, например на основе маиса. Этот биополиэстер отличается от классических полиэстров тем, что позволяет в значительной степени отказаться от производных нефти как первичного материала.

Благодаря новым технологиям появилась возможность использовать дерево, воздух, растения и водоросли.

Марка Airvantage® использует воздух, как природную составляющую для изоляции, мембрану PTFE и полиэфир, как синтетическую составляющую для внутреннего и внешнего слоев, что придает материалу свойство регулируемой теплоизоляции. Принцип действия похож на двойное застекление окон, так как воздух один из лучших теплоизоляторов. Воздух помещен в герметично запаенные ячейки, превращаемые в дышащую слоеную мембрану PTFE. Используется для термобелья.

Meryl Nexten® использует полиамид 6.6, воздух, длинные волокна. Волокно используется с применением уникальной технологии полых пересекающихся секций (hollow cross section). Внутренняя часть волокна наполнена воздухом, который делает полиамид значительно легче. Воздух, инкапсулированный в волокне, служит регулятором температуры (на 25% эффективнее, чем обычный полиамид). Nylstar – единственная компания, с успехом применившая новую технологию для полиамида. Процесс производства держится в строжайшем секрете. Комфортность этого легкого волокна (на 25-30% легче традиционного полиамида при эквивалентном диаметре), мягкость и способность регулировать температуру делают его идеальным для нижнего белья. Meryl Nexten® хорошо сочетается с натуральными волокнами, такими как шелк и хлопок, очень быстро сохнет, а термоизолирующие свойства этого волокна на 25% выше обычного. Ткань разрабатывается на Riedel Textil, Sofileta, Feinjersey, Greuter Jersey, Willy Hermann и TVB и т. д.

Еще одна разработка – нижнее белье из регенерированной бамбуковой целлюлозы. Такой материал обладает бактериостатическими, дезодо-

рирующими, антистатическими свойствами. Бамбуковое волокно оказывает абсорбирующее влияние (в 4 раза больше чем хлопок) и стимулирует обменные процессы в коже. Материал мягок, отвечает стандартам экологической безопасности Oekotex 100, производится из возобновляемых ресурсов, находящихся в достаточном количестве, является биоразлагаемым.

Благодаря новым технологиям появилась возможность использовать кукурузу в текстильном производстве. Материал, изготавливаемый из ферментированного кукурузного сахара дает возможность естественной регуляции температуры посредством удаления влаги. Волокно Ingeo, производится из кукурузного крахмала, при помощи простого процесса ферментации, похожего на процесс производства йогурта. Продукт превращается в полимер под названием полиактид и экструдируется. Волокно обеспечивает прекрасное поглощение влаги, быструю высыхаемость, превосходную устойчивость красок, устойчивость к действию УФ излучения, гипоаллергенные свойства, высокую прочность, низкую горючесть, высокую мягкость. Ткань разрабатывается на Itochu Corporation.

Соя тоже используется в производстве бельевых материалов. Волокна из чистого белка соевых бобов или в смеси с хлопком придают материалу повышенные термоизоляционные свойства.

Волокна SeaCell Active<sup>®</sup> производятся из исландских водорослей, применяются в чистом виде или в смеси с Lyocell, хлопком или полиэфирными волокнами, обладают природными антибактериальными свойствами. Волокна SeaCell производятся добавлением тонко измельченных водорослей к раствору перед вытягиванием нитей. Для максимального эффекта смесь должна содержать минимум 25 % SeaCell. Аминокислоты и минералы принимают участие в восстановлении баланса кожи. Водоросли, содержащиеся в SeaCell, реминерализуют кожу. Так как SeaCell Active представляет собой волокно Lyocell, смешанное с волокнами из водорослей и серебром, то оно обладает антибактериальным эффектом, благодаря серебряной составляющей. Минимальное высвобождение частиц серебра приводит к долговременному антибактериальному действию, в то время как целлюлозное волокно остается мягким и комфортным. Чистый продукт обладает сертификатом Oekotex 100, продукт 1-го класса. Достоинствами такого волокна являются высокая антибактериальная и фунгицидная эффективность (60 стирок), и стимулирующий эффект, вызванный обновлением клеток кожи. Ткани разрабатываются на Greuter Jersey, Julius Boos, Hndel + Diller, Louis Vidon и др.

Волокна Crabyon<sup>®</sup> – это совершенно новое волокно, производимое из панцирей крабов (хитозана) и целлюлозы. может быть использовано как в чистом виде, так и в смесях 80 % Modal / 20 % Crabyon<sup>®</sup> или 80 % хлопок / 20 % Crabyon<sup>®</sup>. Экстракты крабовых панцирей, богатых хитином, белком и кальцием, пришли из пищевой промышленности. Белок и кальций уда-

ляются перед созданием волокон. Благодаря специальной технологии становится возможным получение вискозы. Эта вискоза, содержащая хитин, смешивается с целлюлозной вискозой и затем происходит процесс вытягивания волокна Crabyon<sup>®</sup>. Волокно обладает высокой антибактериальной эффективностью, гомеостатическими, антиаллергенными свойствами, подвергается биоразложению на 100 %, экологически чистое и обладает высокой абсорбционной способностью. Ткань разрабатывается на Louis Vidon.

Волокна Maytech Chitosante<sup>®</sup> также используется из панцирей крабов. Chitosante используется в смеси с натуральными (хлопок, лен, шерсть), синтетическими (полиамид, полиэфир) и искусственными (вискоза, Modal, Tencel и др) волокнами.

Chitosante – это натуральный антибактериальный агент, получаемый из экстрактов кожи, взятой с панцирей крабов, живущих в глубинах северной части Тихого океана. Материал придает свежесть и комфорт, обладает бактериостатическими свойствами, превосходной воздухопроницаемостью, низкой проводимостью для статического электричества, хорошей стойкостью к стирке: выдерживает от 50 до 80 циклов стирок.

Новое волокно LF позволило компании Lenzing успешно продвигать на рынке продукцию, включая нижнее белье и одежду для дома, обеспечивая достойную альтернативу волокнам Modal, которые пользовались до последнего времени большим успехом в данном секторе. Ткань разрабатывается на Greuter Jersey, Handel+Diller, Be Be Cotton и т. д.

Волокно Tencel – это первое целлюлозное волокно, в котором используется процесс формования волокон (close-loop process) с применением нетоксичного растворителя, благодаря процессу фибриллирования, уникальному для Standard Tencel, это волокно ощущается на коже как персик. Управление процессом фибриллирования позволяет компании Acordis предлагать красивую, с эффектом замши, или шелковистую продукцию. В результате обработки каустической содой это волокно может растягиваться на 25 %.

Волокно Lenpur<sup>®</sup> – древесную смесь, для получения этого волокна получают из большой канадской благородной пихты. При этом деревья не вырубают, лишь обламывают ветви. Высокая чистота таких волокон придает им хорошую восприимчивость к красителям, что улучшает равномерность окрашивания. Волокно обладает прекрасной абсорбционной способностью, поглощает неприятные запахи и не электризуется. Это природная ткань, известная также как «растительный кашемир». В ней сочетаются ощущение прохлады льна и мягкость шелка. Ткань разрабатывается на Louis Vidon и др. [2].

Применение современных материалов позволяет получить изделия с исключительными свойствами. Они предохраняют тело человека от повышенных или пониженных температур, обеспечивают поддержку форм,

улучшают гигиенические свойства белья и повышают комфортность ношения изделий.

### **Литература**

1. URL: <http://www.modnoe.ru/node/8491> (дата обращения 27.03.12).
2. URL: [http://zetday.ru/ru/survey/detail.php?ELEMENT\\_ID=536](http://zetday.ru/ru/survey/detail.php?ELEMENT_ID=536) (дата обращения 27.03.12).

### **УДК 685**

**В. В. Смирнова, А. П. Красавчикова**

Костромской государственной технологической университет

## **Современные искусственные и синтетические материалы для кожевенно-обувных и галантерейных товаров**

В настоящее время для производства обуви и галантерейных товаров используют как натуральные, так и синтетические и искусственные материалы. Обувь из натуральных материалов всегда пользуется спросом, имеет хорошие гигроскопические, эксплуатационные характеристики, но имеет недостаток – высокую стоимость.

Современные технологии позволяют создавать материалы искусственных и синтетических кож, внешне неотличимые от натуральных. В сравнении с натуральными при производстве искусственной кожи возможно большее разнообразие по фактуре, отделке поверхности. По своим эксплуатационным характеристикам некоторые типы современных искусственных и синтетических материалов превосходят натуральные кожи.

Выпускаемые в настоящее время искусственные кожи обладают огромным разнообразием, отличаются друг от друга по внешнему виду, строению и структуре, применяемому сырью, способам получения и другим признакам.

В действующую в настоящее время в России классификацию искусственных кож положены их эксплуатационные и потребительские свойства. Из нескольких существующих классификаций основные – по технологическому признаку (или характеру производства) и назначению [1].

По характеру производства различают мягкие искусственные и синтетические кожи, синтетические материалы для низа обуви, искусственные жесткие кожи типа картона. По назначению выделяют галантерейные, обувные, одежные, обивочные, декоративно-хозяйственные, технические, переплетные материалы и клеенку. Кроме того, материалы

классифицируют по виду применяемого для их изготовления полимера. Различают материалы на основе полиуретанов (ПУ), поливинилхлорида (ПВХ), полиамидов (ПА), нитроцеллюлозы (НЦ), термоэластопластов (ТЭП), каучуков или их смесей.

По строению и структуре искусственные кожи могут быть пористыми, монолитными и пористо-монолитными, одно- и многослойными, безосновными и на волокнистой основе, армированными. По условиям эксплуатации делят на обычные, морозо-, тропико-, огне-, кислото-, щелоче-, водо-, жиро-, масло-, озono-, бензо-, термо- и раздиростойкие, виброгасящие, шумозащитные, электропроводящие, антистатические и т. д. По цвету различают черные и цветные материалы. По виду волокнистой основы: на ткани, на трикотаже, на нетканых материалах, на бумаге.

Важное место среди мягких искусственных кож занимает большая группа материалов на основе полиуретанов, создание, производство и использование которых постоянно развиваются и совершенствуются. Особое место занимают микропористые искусственные материалы, напоминающие по своему виду натуральную кожу, в наибольшей степени приближающиеся к ней по комплексу показателей гигиенических свойств и обеспечивающие наибольший комфорт при их использовании в качестве материалов для производства одежды и обуви. Такие кожи часто называют поромерными, а в России – синтетическими кожами. Отличительной особенностью их является наличие в структуре сообщающихся пор различной величины по всем слоям, что дает возможность материалу «дышать». Следует отметить, что у нас в стране практически нет собственных разработок производства синтетических кож. Наша промышленность работает по импортным лицензиям, на импортном оборудовании и сырье [2].

К современным материалам, используемых для производства кожевенно-обувных и галантерейных товаров можно отнести так называемую «прессованную кожу». Прессованная кожа изготавливается под давлением из обрезков и лоскутков натуральной кожи с использованием синтетических материалов (полиэфира, полиэтилена). Один из компонентов, применяемых при изготовлении «прессованной кожи», – это обрезки и лоскутки, хромовая стружка, кожевенная пыль и другие отходы, остающиеся после выработки и раскроя натуральной и самой «прессованной» кожи. Второй компонент – синтетические связующие волокна (полиэфир, полиамид, полиэтилен). Третий компонент – синтетические термопластические смолы. Они вводятся для дополнительного склеивания и упрочнения волокнистой структуры. Сначала кожевенные отходы измельчают на грануляторе. Затем смесь волокон очищают от околотоволоконных элементов. На следующем этапе добавляют в состав синтетические связующие волокна, синтетические термопластические смолы и другие добавки. На формующем аппарате смесь превращается в плоский лист. Следующий этап – сушка листа в су-

шильной печи. Затем сухой лист прессуют при температуре, превышающей точку плавления смолы на 17 градусов, в течение 15–60 с. При этом смола плавится и пропитывает волокнистую структуру. После охлаждения получается кожеподобный материал, который и называют «прессованной кожей». На заключительном этапе традиционно проводят отделочные операции.

Внешне прессованная кожа практически не отличается от натуральной, даже имеет запах, характерный для натуральной кожи, но при этом не обладает теми же свойствами, что и натуральная. Часто потребителя вводит в заблуждение само название – «прессованная кожа». Качество и свойства натуральной кожи не имеют никакого отношения к этому материалу. «Прессованную кожу» можно сравнить с искусственной кожей, какую делали 20–30 лет назад. Использование значительного количества синтетических смол, которые пропитывают всю структуру, дает материал с низкой воздухо- и влагопроницаемостью, обеспечивает низкие гигиенические свойства.

Прессованная кожа обладает теми же свойствами, что и синтетическая, и состоит из тканевой основы с лицевым слоем, имитирующим поверхность натуральной кожи. Прессованная кожа имеет целый ряд недостатков: она воздухонепроницаемая, ломкая и неустойчивая к износу, при низких температурах прессованная кожа покрывается морщинами и трещинами. По показателям гигиеничности этот материал также не может соперничать с натуральной кожей. Проводились исследования, показавшие пониженную разрывную нагрузку и предел прочности при растяжении образцов «прессованной кожи» в сравнении с образцами натуральных кож аналогичной толщины. Единственным ее преимуществом является низкая стоимость.

Следует отметить, что на данный материал нет никакой нормативно-технической документации. Анализ отзывов потребителей показал, что обувь, изготовленная из «прессованной кожи», имеет ряд характерных дефектов – трещины, морщины, низкую морозостойкость, низкую прочность и, как следствие, небольшой срок службы.

### Литература

1. *Иванова, В. Я.* Товароведение и экспертиза кожевенной продукции: учебник / В. Я. Иванова, О. А. Голубенко. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>0</sup>», 2006. – 355 с.

2. *Магомедов, Ш. Ш.* Товароведение и экспертиза обуви: учебник / Ш. Ш. Магомедов. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>0</sup>», 2009. – 380 с.

## Разработка классификации компрессионных изделий

Компрессионные изделия – это изделия, создающие на поверхности тела человека дозированное давление, распространяющееся на глубжележащие органы и ткани, что приводит к развитию лечебного и/или профилактического эффекта.

В результате анализа научных исследований и разработок выявлено, что проблеме систематизации информации, касающейся изделий компрессионного назначения, уделяется большое внимание [1–4]. Производились попытки их классификации, но данные схемы охватывают узкие области использования компрессионных изделий или используют небольшое количество классификационных признаков.

Н. Л. Корниловой составлена подробная схема, отражающая все многообразие корсетных изделий [1]. Каждому корректируемому «недостатку» фигуры соответствует свой метод воздействия, результат которого охарактеризован автором как *корректирующий эффект*. Его величина определяет уровень функциональности изделия.

Классификация корсетных изделий, разработанная А. И. Антиповой [2] содержит большое количество конструкций изделий с описаниями и иллюстрациями. По назначению автор классифицирует корректирующее белье в зависимости от возрастного признака. Предлагается деление корсетных изделий по виду применяемых материалов.

В ГОСТ Р 51219-98 [3] приведена классификация компрессионных изделий медицинского назначения. Медицинские эластичные фиксирующие и компрессионные изделия классифицируют по конструкции, назначению, степени компрессии. По назначению изделия подразделяют на три вида: изделия фиксирующие, предназначенные для фиксации перевязочных средств; изделия профилактические, способные предотвратить развитие заболевания; изделия лечебные, способные при наличии развившегося заболевания оказать полезный терапевтический эффект.

Основываясь на исследовании давлений эластомерных изделий различного назначения, В.Н. Филатов классифицировал изделия по оптимальным давлениям [4]. Все эластомерные изделия по давлению, оказываемому ими на тело, разделены на пять групп: комфортные (5–10 мм рт. ст.), профилактические (10–25 мм рт. ст.), компенсационные (25–50 мм рт. ст.), компрессионные (50–100 мм рт. ст.), специальные (более 100 мм рт. ст.).

Целью данной работы является систематизация существующей информации и разработка информативной классификации компрессионных изделий. Предлагаемая классификация включает следующие классификационные признаки: область применения изделий, наименование изделий, способ производства, степень компрессии, корректируемый недостаток или заболевание, способ воздействия, участок тела, подвергающийся компрессионному воздействию (*рисунок*). По области применения компрессионные изделия подразделены на бытовые, медицинские, спортивные и спортивно-медицинские.



Классификация компрессионных изделий

**Бытовые** компрессионные изделия более известны как корректирующее белье. Оно используется для того чтобы скрыть недостатки женского тела и подчеркнуть достоинства. Действие корректирующего белья заключается в том, что его конструкция способствует перемещению жира в другие участки тела, например, в область груди или ягодиц. Осанка при этом становится ровной и, благодаря этому, женщина выглядит болеестройной и привлекательной. Некоторые виды корректирующего белья не

только помогают добиться более эстетичного внешнего вида фигуры, поскольку могут визуально приподнять и увеличить грудь, подтянуть живот и ягодицы, но также способствуют улучшению самочувствия. Эргономика и эстетика рассматриваемых изделий обеспечиваются их конструктивными особенностями и применением высокотехнологичных материалов, свойства которых позволяют обеспечить комфорт при носке. Ассортимент компрессионных изделий бытового назначения разнообразен и постоянно расширяется. По степени компрессии бытовые изделия подразделяются на комфортные и компенсационные (*рисунок*).

**Медицинские** компрессионные изделия используются для профилактики и лечения варикозного расширения вен, фиксирования опорно-двигательного аппарата, изготовления перевязочных средств, протезирования кровеносных сосудов, ускорения постоперационной регенерации тканей и др.

Среди компрессионных изделий медицинского назначения преобладают трикотажные изделия, предназначенные для профилактики и лечения варикозного расширения вен. Медицинские профилактические изделия предназначены для предупреждения вероятного развития заболеваний и рекомендуются широкому слою населения. Давление, оказываемое этими изделиями, должно снижать нагрузку на стенки вен при вертикальном положении тела, препятствуя расширению вен. Медицинские лечебные изделия, как правило, применяются в случае развившегося заболевания в комплексе с другими видами лечения. В зависимости от развиваемого давления и стадии заболевания, при которой показано их применение, лечебные изделия делятся на компенсационные и компрессионные изделия. К лечебно-вспомогательным относятся изделия, применяемые в качестве сопутствующих средств. К группе медицинских специальных отнесены изделия, функции которых не ограничены. В частности, показанием для их применения может служить профилактика и лечение повреждений связочного аппарата конечностей [4].

Компрессионные изделия **спортивного назначения** в последнее время завоевывают все большую долю среди всего ассортимента спортивной одежды. Высокая растяжимость используемых при их изготовлении материалов позволяет обеспечить необычайно большую свободу движений спортсмена, а плотное облегание фигуры - исключить образование морщин и складок, приводящих к потертостям и даже травмам, и повисить «обтекаемость» одежды для скоростных видов спорта. Высокие упругие свойства высокоэластичных материалов позволяют создавать определенное давление одежды на тело, обеспечивая тем самым необходимый тонус мышц. Спортивные компрессионные изделия также обеспечивают лучшую оксигенацию мышц, снижение токсинов, способствуют повышению выносливости и уменьшению травм спортсменов.

Спортивно-медицинские изделия в зависимости от назначения, области применения и типа изделия разделяются на пять компрессионных групп. Каждая компрессионная группа предусматривает не только различное давление на ткань и различную степень фиксации опорно-двигательного аппарата, но и большое разнообразие типов изделий [4].

Профилактические спортивно-медицинские изделия предназначены для лиц, занимающихся спортом, с целью предупреждения возможных повреждений и травм. Компенсационные лечебно-профилактические изделия предназначены для лечения лиц, получивших травм средней тяжести. Правильно подобранная компрессия способствует сокращению срока восстановления нарушений функций. Компрессионные лечебные изделия применяются с целью лечения тяжелых травм с другими лечебными мероприятиями. Специальные изделия применяются в качестве сопутствующих средств лечения.

Классификация изделий по виду воздействия на участок тела осуществлена в соответствии с градацией, предложенной в работе [1]. Корректирующее (силовое), ограничивающее, поддерживающее воздействия должны обеспечиваться изделиями спортивно-медицинского и медицинского назначения. Для корректирующего белья наиболее важны моделирующее и маскирующее воздействия. Поддерживающий эффект должен обеспечиваться изделиями бюстгальтерной группы.

По способу производства все компрессионные изделия делятся на сшитые и цельновязанные. Сшитыми чаще бывают изделия, изготовленные из комбинации различных материалов. Цельновязанные модели более актуальны, особенно в ассортименте корректирующего белья, так как швы чаще всего выглядят не эстетично и могут приносить неудобства.

Проведенные исследования показали, что в течение последних нескольких десятилетий развитие ассортимента компрессионных изделий идет быстрыми темпами. Современные научные разработки в текстильной области позволяют создавать материалы с уникальными свойствами, сочетающие в себе высокие гигиенические показатели и создающие необходимый компрессионный эффект.

### Литература

1. *Корнилова, Н. Л.* Разработка классификации корсетных изделий / Н. Л. Корнилова // Изв. вузов. Технология текст. пром-сти. – 2008. - № 4С. – С. 80–81.

2. *Антипова, А. И.* Конструирование и технология корсетных изделий: учебник для кадров массовых профессий / А. И. Антипова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 160 с.

3. *ГОСТ Р 51219-98* Изделия медицинские эластичные фиксирующие и компрессионные. Общие технические требования. Методы испытаний

4. *Филатов, В. Н.* Упругие текстильные оболочки / В. Н. Филатов. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 248 с.

**УДК 677.017**

**Н. Н. Добрынина, М. В. Томилова, Н. А. Смирнова**

Костромской государственной технологической университет

### **Исследование способности льнохлопковых тканей к сдвигу нитей**

В производстве швейных изделий свойства тканей сохранять геометрию взаиморасположения нитей основы и утка играют важную роль. Ткани в процессе изготовления из них швейных изделий и при носке одежды испытывают деформацию сдвига. Однако определить способность тканей к сдвигу нитей не представляется возможным по причине отсутствия стандартных и общепринятых методов.

Информация о способности тканей сопротивляться изменению взаимоперпендикулярного расположения нитей при действии внешней силы дает возможность оценки и прогнозирования технологичности материалов, а также надежности материалов и изделий при их эксплуатации.

В Костромском государственном технологическом университете разработано автоматизированное устройство [1], которое позволяет определять усилия, затрачиваемые на сдвиг нитей в ткани с записью зависимости усилия сдвига от величины изменения угла между нитями. Датчик усилия, входящий в данное устройство, позволяет фиксировать малую по величине деформацию, что обеспечивает точность результатов измерения усилия, вызывающего сдвиг. Автоматизированное устройство работает под управлением ЭВМ, что позволяет автоматизировать обработку результатов измерений.

Сущность испытаний заключается в том, что приготовленная проба 10x10см, закрепляется в верхнем подвижном зажиме и в нижнем неподвижном зажиме. При включении установки верхний зажим вместе с закрепленной пробой под действием силы начинает перемещаться в вертикальной плоскости относительно нижнего неподвижного зажима. Система нитей, закрепленная в зажимах, сдвигается относительно противоположной системы нитей. Угол 90 ° между нитями уменьшается. Способность ткани к сдвигу нитей оценивалась значением усилия, приложенного для образования заданного угла.

Для изучения влияния строения тканей на их способность к сдвигу нитей были выработаны на одном ткацком станке СТБ-2-180 льнохлопковые ткани с одинаковой плотностью из одинаковой хлопчатобумажной пряжи в основе 25 текс x 2 и льняной в утке 56 текс девяти разных переплетений (таблица 1). Ткани 1 и 9 простых переплетений, остальные мелкоузорчатых. Раппорт 1-8 тканей по основе и утку равен шести. Сатиновое переплетение представляет собой неправильный сатин с последовательностью сдвигов 2, 3, 4, 4, 2. Ромбовидная саржа выполнено на базе саржи 1/3. Креповое переплетение восьмого варианта построено методом вращения. Коэффициент переплетения [2], рассчитанный по Н. С. Ереминой, варьировал от двух до шести.

**Таблица 1. Результаты исследований льнохлопковых тканей на сдвиг**

№ п р о б	Вид переплетения	Коэф-ты переплетения, $F_n=2R_oR_y/(t_o+t_y)$	Усилия сдвига, Н (для разных углов сдвига)					
			2°		5°		10°	
			по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку
1	сатиновое	6	1,7	0,5	3,6	1,3	6,6	5,0
2	саржа ромб.	3,6	2,4	1,2	5,2	3,3	9,7	10,0
3	саржа 3/3	6	1,1	0,7	2,3	2,7	5,5	8,3
4	рогожка	6	0,7	1,2	3,3	2,7	6,7	6,1
5	креповое	4	1,7	0,7	3,3	2,3	7,1	6,7
6	саржа 2/4	6	0,7	1,3	2,3	3,2	6,7	6,8
7	саржа лом.	3,6	2,1	1,5	4,1	3,8	8,0	6,9
8	креповое	3	2,4	2,2	5,1	5,3	10,2	11,9
9	полотняное	2	3,0	2,6	6,5	6,0	14,2	13,0

Исследования показали, что неоднородная структура льнохлопковых тканей обуславливает разную способность систем нитей к сдвигу. Анализ величин усилий сдвига для тканей различных переплетений показал, что эти усилия изменяются от 0,5 до 14,2 Н. На способность тканей к сдвигу нитей, существенное влияние оказывает переплетение. Степень рыхлости переплетения определяет коэффициент переплетения. Установлено, что наибольшие значения усилий характерны для тканей с наименьшим значением коэффициента переплетения. Это ткани крепового и полотняного переплетения, образцы № 8 и № 9. Ткани с короткими перекрытиями и более связной структурой нитей в переплетении изменяют взаимно перпендикулярное расположение систем нитей при приложении больших усилий сдвига. Для тканей саржевого переплетения и рогожка усилия меньше, что обусловлено более длинными перекрытиями.

Для сравнительного анализа способности тканей к сдвигу нитей целесообразно использование относительных характеристик. Поэтому введено понятие модуля сдвига  $\eta$ :

$$\eta = P / \Theta, \quad (1)$$

где  $P$  – сила сдвига, Н;

$\Theta$  – угол сдвига, рад.

Наибольшие величины модуля сдвига имеют образцы ткани №8 и №9 с самой плотной структурой, с меньшими значениями коэффициентов переплетения (таблица 2)

**Таблица 2. Величины модуля сдвига льнохлопковых тканей**

№	Вид переплетения	Коэффициенты переплетения, $F_n = 2R_o R_y / (t_o + t_y)$	Величины модуля сдвига
1	сатиновое	6	31,5
2	саржа ромб.	3,6	51,6
3	саржа 3/3	6	25,8
4	рогожка	6	27,3
5	креповое	4	34,4
6	саржа 2/4	6	28,7
7	саржа лом.	3,6	51,6
8	креповое	3	65,9
9	полотняное	2	80,2

Сведения о способности льнохлопковых тканей к сдвигу, позволяют выбрать оптимальное конструктивное решение одежды. Исследования показали, что для придания одежде требуемой формы за счет изменения углов между нитями основы и утка лучше всего использовать ткани мелкоузорчатых переплетений с коэффициентов переплетения более трёх. Создание формы одежды за счет использования свойств сетчатой структуры текстильных материалов является одним из перспективных и экономически выгодных способов формообразования, так как обеспечивает повышение качества одежды и рост производительности труда при сокращении материальных затрат.

### **Выводы**

Экспериментально определена способность льнохлопковых костюмно-платьевых тканей к изменению угла между нитями основы и утка, характеризующая усилием сдвига.

Предложено понятие модуля сдвига, определяемого отношением силы сдвига к величине угла.

Установлено влияние переплетения на способность льнохлопковых костюмно-платьевых тканей к сдвигу нитей.

## Литература

1. *Патент РФ* на полезную модель № 45189 от 27.04.2005. Устройство для определения формовочных свойств тканей / Н. А. Смирнова, В. В. Лапшин, Л. В. Морилова [и др.]. Оpubл. 27.04.2006. Бюл. № 12.
2. *Справочник по хлопчаткачеству* – М.: Легкая индустрия, 1968. – 570 с.

## УДК 685

**Н. А. Колзеева, Ю. А. Камакова**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Современные технологии в изготовление малых серий пластмассовых каблучков эксклюзивной формы**

В данной статье рассматривается процесс создания каблучков различных форм для модельной обуви, изготовленных с помощью вакуумного литья в силиконовые формы. Вакуумное литье пластмассовых изделий применяется в случае, если нужно изготовить небольшое количество отливок или опытных образцов изделий. При этом создание прототипа модели по технологии 3d печати повышает точность изготовления образцов. В дальнейшем происходит создание силиконовых форм для литья и непосредственное литье пластмассовых изделий.

Наличие готовой 3d модели каблучка позволяет изготовить силиконовые формы, необходимые для вакуумной отливки малых серий каблучков из различных пластмасс. В настоящее время литье в силиконовые формы приобрело значительную популярность. Главным его достоинством является то, что можно относительно быстро и просто получить серию деталей, которые будут иметь форму и текстуру поверхности полностью совпадающую с оригиналом [1].

3D прототипирование в настоящее время получает все большее распространение. Это идеальное решение создания моделей промышленного дизайна, архитектурных концептов, а также изделий, необходимых в области образования, искусства, медицины и картографии и т. д. Оно широко используется при создании ювелирных украшений, обуви, при автомобилем, аэрокосмическом проектировании, градостроительстве, а так же во многих других областях [2].

3D система создает объемные физические прототипы путем отверждения слоев полимера. Она чрезвычайно универсальна и быстра, позво-

ляет получать прототипы сложной геометрии из различных материалов (рисунок 1).

Инженер, после завершения работы на CAD-станции над идеей или проектом, может дать команду "печать" и после нескольких часов или дней (в зависимости от размера объекта) получить физическую модель спроектированного в цифровом виде изделия.

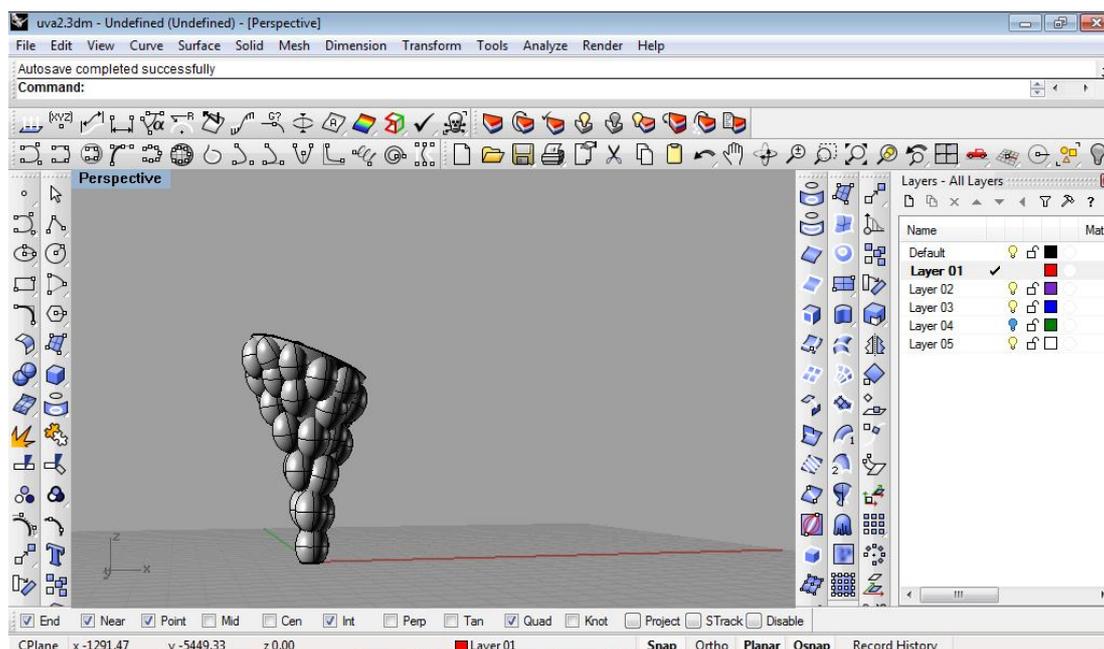


Рисунок 1. 3D моделирование каблука в виде грозди винограда в Rhinoceros

Изначально моделирование формы объекта происходит в программе для CAD Rhinoceros 3D, позволяющей создавать, анализировать кривые, поверхности и тела. Система эффективно работает с объектами любой сложности и размеров. Далее 3D принтером реализуются три этапа:

- считывание трёхмерной геометрической информации из CAD-систем в формате STL. Все CAD-системы моделирования твердого тела способны транслировать файлы в формате STL;

- разбиение трёхмерной цифровой модели на поперечные сечения (слои) с помощью специальной программы, поставляемой с оборудованием; на *рисунке 2* зеленым цветом представлены части рабочего листа, куда, в данном сечении, будет нанесен полимер;

- построение сечений детали слой за слоем снизу вверх до тех пор, пока не будет получен физический прототип цифровой модели. Обычно толщина одного слоя составляет около 0.1 мм. Построение прототипа продолжается до тех пор, пока поступают данные о сечениях CAD-модели [3].

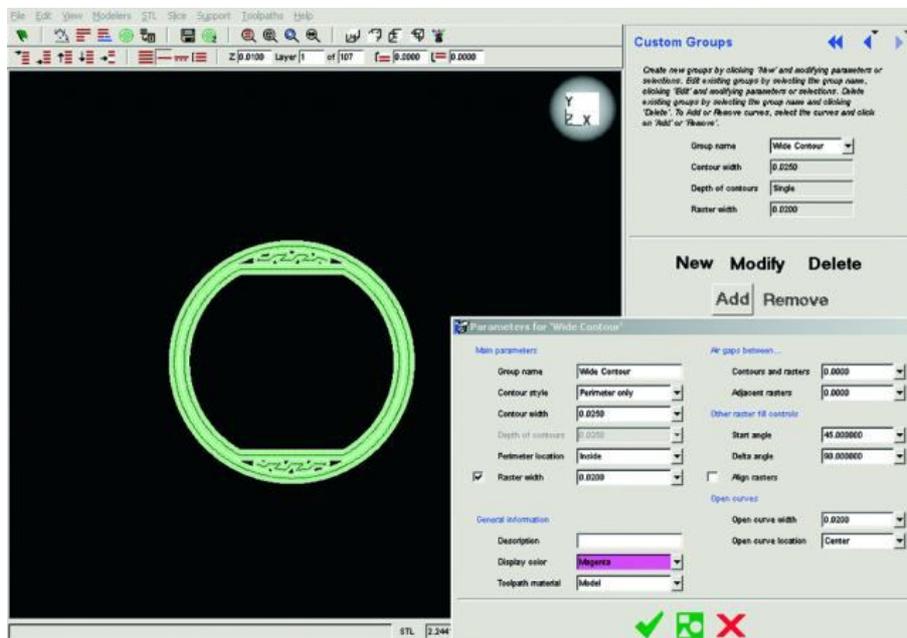


Рисунок 2. Разбиение системой объекта на слой

Примером таких 3D принтеров может служить система Fortus 400mc, позволяющая изготавливать детали сложной геометрической формы из различных термопластиков промышленного уровня, таких как ABS-M30, PC, PPSF, ULTEM 9085, PC-ABS и других. Fortus 400mc представляет собой конфигурируемую высокопроизводительную систему, идеальную для создания реальных деталей для концептуальных моделей, функциональных прототипов, оснастки и конечных изделий.

Технология литья каблук в силиконовые формы состоит из трех этапов:

#### 1. Подготовка прототипа каблука.

На данном этапе производится необходимая доводка поверхностей для достижения специальных требований по шероховатости и точности. В качестве прототипа может использоваться прототип каблука, полученный методом быстрого прототипирования, или любой готовый образец каблука, изготовленный из пластмассы и пр.

2. Изготовление силиконовой формы. Для того чтобы изготовить силиконовую матрицу для отливки каблука прежде необходимо построить короб, в который будет заливаться силикон. Для этого используются гладкие панели из пластмассы. Идеальным вариантом является использование такого полимера как *plastyglass*, т.к. он имеет абсолютно гладкую как у стекла поверхность, что позволит в дальнейшем получить почти прозрачную силиконовую матрицу

Прототип помещается в специальную опалубку и фиксируется в ней. Существуют определенные правила, соблюдение которых обязательно для достижения желаемого результата. Габаритные размеры короба должны со всех сторон минимум на 3 см превышать габаритные размеры модели,

скрепленной клеем дополнительными функциональными элементами, к которым относятся цилиндр из полимера диаметром 1 см, соединенный с основанием прототипа через тонкую пластмассовую пластину и металлические спицы для отвода воздуха при последующем литье. Металлические спицы крепятся с помощью клея к наиболее выступающим сверху частям прототипа, как показано на *рисунке 3*.

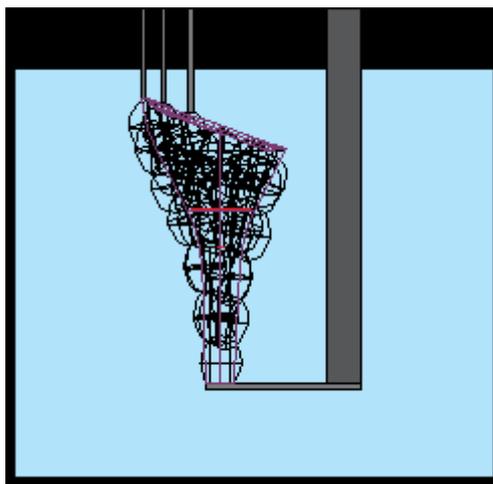


Рисунок 3. Позиционирование прототипа в коробе

Для отливки силиконовых матриц используют жидкие низкомолекулярные силиконовые каучуки. Благодаря низкой вязкости они хорошо заполняют все особенности поверхности исходной модели и передают их готовой модели.

Однако вследствие своей особой химической структуры, силикон для изготовления форм отличается целым рядом свойств, позволяющих ему занимать особое место среди резиновых эластичных материалов. Силикон для изготовления форм сохраняет свою эластичность при низких температурах до  $-100^{\circ}\text{C}$ , остается работоспособным до  $+250^{\circ}\text{C}$ . Общий диапазон рабочих температур – от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+300^{\circ}\text{C}$ . Он обладает устойчивостью к солям, спиртам, фенолам, маслам, слабым кислотам и щелочам, к перекиси водорода, к высокому давлению (вакууму), высокой прочностью и долговечностью [4].

В силикон необходимо добавить 10 % отвердителя и аккуратно смешивать в течение 15–20 мин так, чтобы избежать появления пузырьков воздуха в массе. Температура выше  $+25^{\circ}\text{C}$  и повышенная влажность воздуха существенно сокращают "время жизни" компаунда (время до начала отверждения). Для удаления воздушных пузырей рекомендуется использовать вакуумную камеру, при этом смесь будет увеличиваться в объеме в 2–3 раза, а затем оседать. Поэтому необходимо использовать достаточно большую емкость. После 1-2-минутного вакуумирования смесь должна быть проверена и, при отсутствии воздушных пузырей, может использоваться далее. Далее короб разбирается, изготовленный силиконовый блок

разрезается по волнистой линии по поверхности разъема формы, прототип удаляется из блока.

3. Изготовление партии пластмассовых каблучков.

В изготовленную вышеуказанным способом форму, предварительно разогретую в духовом шкафу, в вакуумной установке заливаются соответствующие полимерные композиции. При использовании одной новой литевой формы можно получить до 20-30 каблучков.

Примеры каблучков, выполненных с использованием описанной выше технологии приведены на *рисунке 4*.

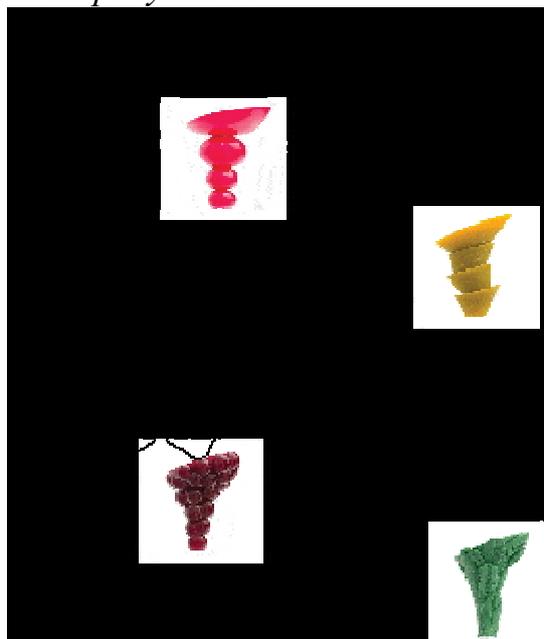


Рисунок 4. Коллекция каблучков на ягодно-растительную тематику

#### Литература

1. URL: <http://www.midgart.ru/litie-silikon.html> (дата обращения 23.03.12).
2. URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_printing](http://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing) (дата обращения 23.03.12).
3. URL: <http://www.comprice.ru/articles/detail.php?ID=41410> (дата обращения 23.03.12).
4. URL: <http://direct.spb.ru/engineer/pour.html> (дата обращения 23.03.12).

## Влияние высоты каблука на осанку и параметры фигуры

При проектировании одежды необходимо учитывать множество факторов, в том числе особенности положения тела в пространстве, назначение и различные условия, их формирующие. Среди таких факторов, коренным образом влияющих на посадку и баланс плечевых и поясных изделий, является высота каблука обуви потребителя. На формирование осанки оказывают влияние возрастные изменения, связанные с изменением центра тяжести фигуры, трудовая деятельность человека и мышечный тонус. В литературе встречаются отрывочные сведения об изменении надкорпусной и поясничной части фигуры при использовании обуви на каблуке. Что касается нижней части тела, то такие данные практически не встречаются, есть лишь наработки в ортопедии, в то же время они являются основополагающими при посадке брюк на фигуру [1].

Обувь на высоком каблуке приводит к перемещению центра тяжести фигуры вверх и несколько вперёд, что приводит к нарушению равновесия. Для восстановления равновесия верхняя часть туловища отклоняется назад и угол наклона таза к вертикали увеличивается. Вследствие этого уменьшаются проекционные измерения положение корпуса (Пк) и глубина талии первая (Гт1), а глубина талии вторая (Гт2) увеличивается. Фигура становится более выпрямленной, с большим выступанием ягодиц по отношению к лопаткам (рисунок 1).

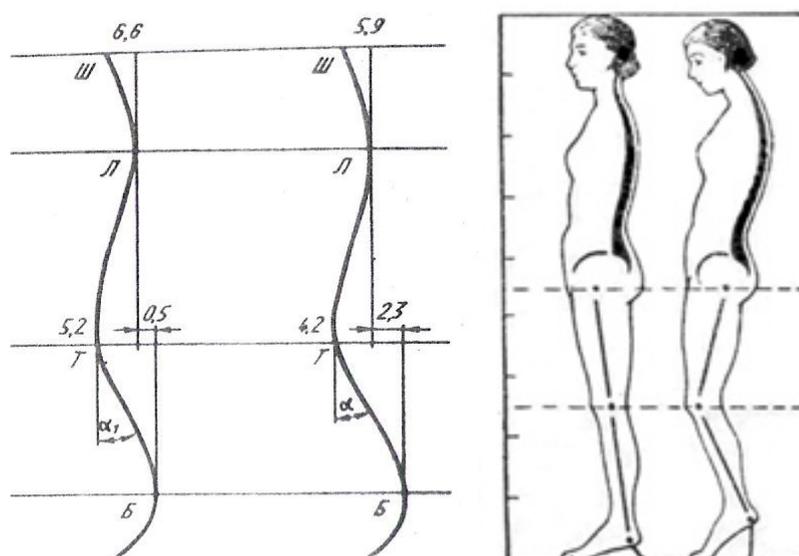


Рисунок 1. Изменения осанки фигуры без обуви и с каблуком

Следствием изменения осанки фигур в обуви на высоком каблуке является увеличение размерного признака длина переда до талии (Дт.п) и уменьшение длины спины до талии (Дт.с) [2].

Осанка – это не только выравнивание позвоночника и туловища, это – также выравнивание нижних конечностей и стопы. Высота каблука обуви существенно меняет схему выравнивание тела и обязательно должна учитываться при коррекции осанки.

Рассмотрим осанку женщины в обуви на низком (справа) и на высоком каблуке (рисунок 2). При высоком каблуке пятка поднимается и, в связи с этим, перегружается передний отдел стопы. Коленный и тазобедренный суставы принимают положение легкого сгибания, и устойчивость вынужденно поддерживается уступающей работой мышц бедра и голени. Таз наклоняется вперед, грудной отдел соответственно – назад. Зато шейный отдел выравнивается более вертикально, так что голова принимает более сбалансированное положение. Женщина выглядит стройнее. Одежда скрывает избыточный поясничный лордоз и выпяченные дуги грудной клетки, подчеркивая контуры выступающих ягодиц. (Выпячивание ребер происходит за счет наклона грудной клетки назад, а выпячивание ягодиц за счет переднего наклона таза). Эстетический эффект высоких каблуков очевиден [3].

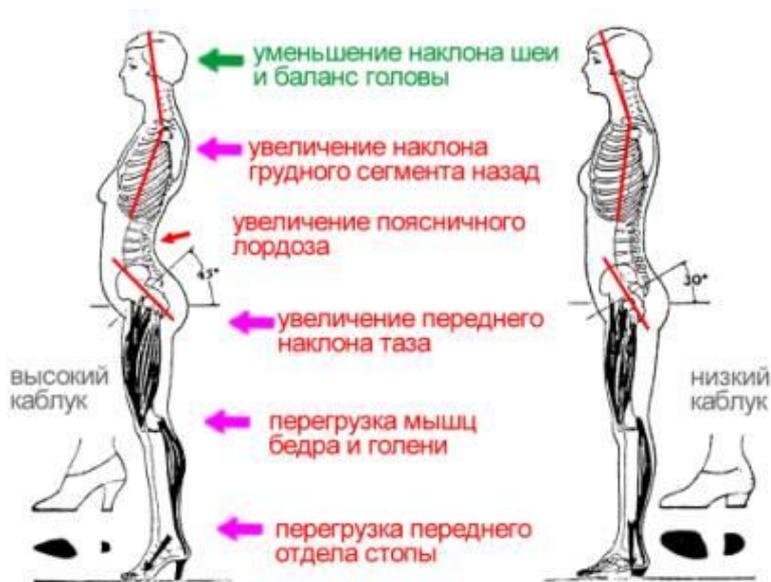


Рисунок 2. Изменение осанки фигуры при различной высоте каблука

При исследовании фигуры при различной высоте каблука (2; 4; 5; 6; 8; 10 см) были выделены наиболее характерные изменения телосложения (таблица).

### Относительная разница параметров

	Без каблук		2см		4см		5см		6см		8см		10см	
Положение корпуса Пк	6,4	0	5,8	-0,6	5,7	-0,7	5,6	-0,8	5,9	-0,5	4,7	-1,7	4,5	-1,9
Глубина талии 1 Гт1	6,1	0	4,8	-1,3	5,3	-0,8	5	-1,1	5,6	-0,5	4,6	-1,4	5,7	-0,4
Глубина талии 2 Гт2	4,7	0	5,1	0,4	5,3	0,6	5,3	0,6	4,9	0,2	5,4	0,7	4,7	0
Расстояние между ягодичной и икроножной точкой	4,4	0	2,8	-1,6	2	-2,4	3,9	-0,5	3,5	-0,9	3,3	-1,1	1,4	-3
Расстояние между ягодичной точкой и пяточной точкой	0,7	0	0,4	-0,3	0	-0,7	0,3	-0,4	0	-0,7	-0,5	-1,1	<b>-1,5</b>	-2,6
Проекционное расстояние между икроножной точкой и выступающей точкой бедра	22,3	0	23	0,8	23,1	0,9	22,6	0,4	22,5	0,3	22,6	0,4	23,2	1,0

Тазовый пояс и бедро смещается вперед, сокращается выпуклость ягодиц относительно икроножной точки и пятки, при каблуке 10 см выпуклость ягодиц находится на одной вертикали с пятками, а без обуви выступание ягодиц в проекции составляет 5,5 см. Разница между положением корпуса Пк фигуры без обуви и каблуком 10 см составляет 2 см. На графике (рисунки 3) отображена разница изменения параметров фигуры, за «0» взяты величины размерных признаков фигуры без каблука, «-» означает уменьшения измерения на указанную величину, «+» - измерение увеличилось относительно базового.

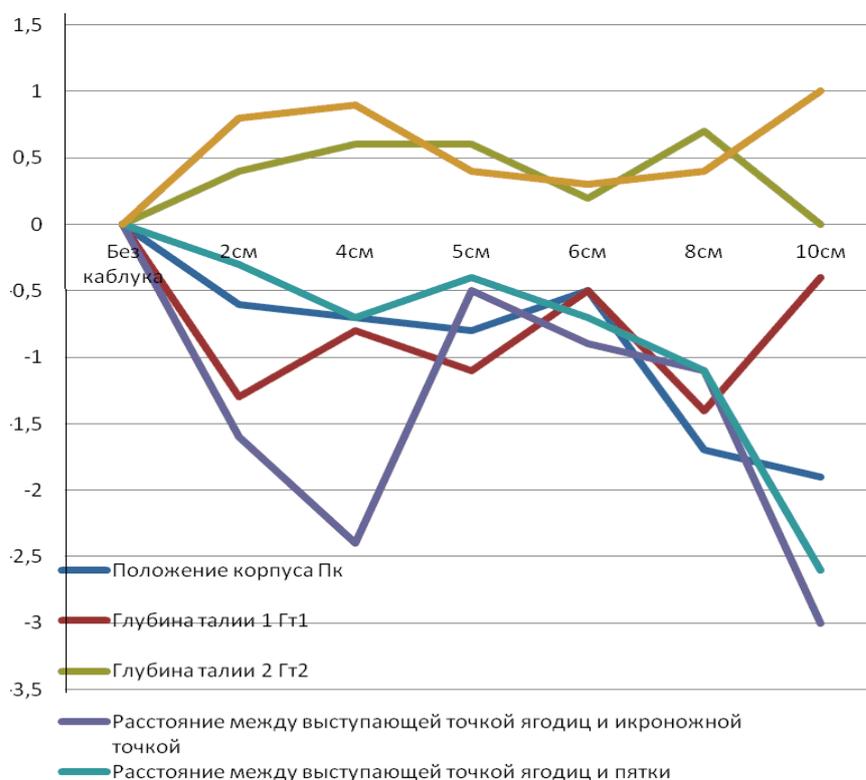


Рисунок 3. Диаграмма разницы изменений параметров фигуры

На рисунке 4 показано наложение абриса фигуры без обуви и с каблуком 10 см. Совмещение произведено относительно горизонтали пола, и относительно линии талии. Важным изменением является увеличение угла между выпуклостью бедра и икроножной точкой (рисунки 4). В посадке брюк это будет заметно из-за углового залома, увеличится натяжение материала в области бедра и икры. Смещение таза вперед является причиной сокращения выпуклости ягодиц, что выявится в посадке как свободные складки в области ягодичной складки. Изменяется положение заднего и переднего контура ноги относительно выступающей точки ягодиц и бедра, это ведет к перераспределению ширины шага и изменению длины среднего среза задней и передней детали (рисунки 5).

Общая тенденция женской моды поставила обувь на высоком каблуке в ряд постоянного использования, а ширина брюк становится макси-

мально зауженной. Для хорошей посадки узких брюк каждый сантиметр становится ценным, поэтому при проектировании важно учесть, с какой обувью будет носиться данное изделие, и как высота каблука влияет на изменение осанки.

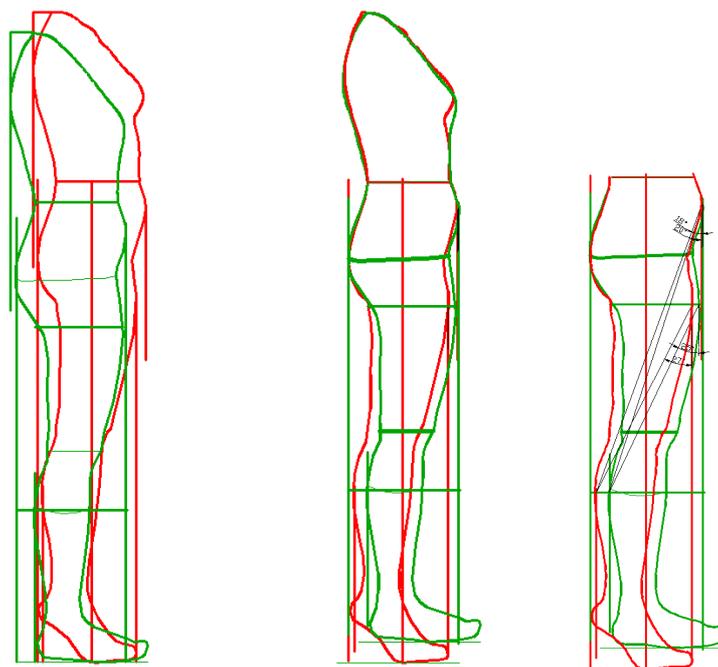


Рисунок 4. Наложения абрисов фигуры без обуви и с каблуком 10 см

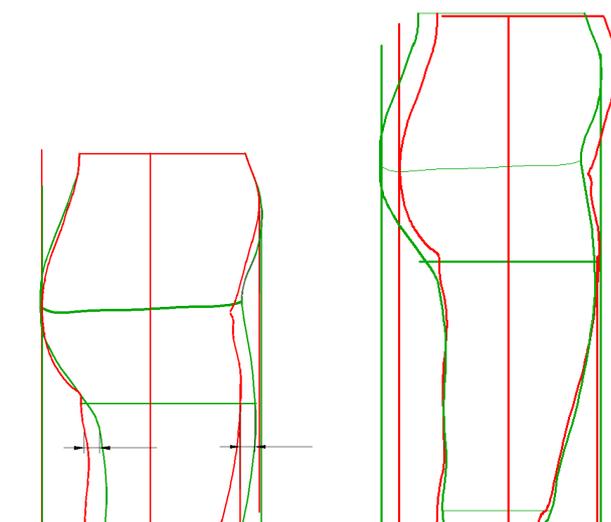


Рисунок 5. Изменение контура ноги относительно выступающей точки ягодиц и живота

### Литература

1. Дунаевская, Т. Н. Размерная типология населения с основами анатомии и морфологии / Т. Н. Дунаевская, Е. Б. Коблякова. – М.: Академия, 2001. – 288 с.

2. URL: <http://wellconstruction.ru/konstr1/osanka-figuryi-eyo-vliyanie-na-protsess-razrabotki-konstruktsii> (дата обращения 01.03.12).

3. URL: <http://v-ugnivenko.narod.ru/med/posture3.htm> (дата обращения 22.02.2012).

**УДК 687.02:004.42**

**И. А. Жукова<sup>1</sup>, Н. Н. Жуков<sup>2</sup>, Н. П. Крысько<sup>1</sup>**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна<sup>1</sup>

Санкт-Петербургский государственный университет<sup>2</sup>

## **Сравнительная характеристика технологических возможностей системы автоматизированного проектирования одежды**

Развитие швейной промышленности зависит от множества факторов, одним из которых – высокие технологии.

Неоспоримым является тот факт, что только при использовании компьютерных технологий можно обеспечить производство качественной конкурентоспособной продукции. Проблема подобного подхода к проектированию одежды связана с необходимостью разработки большого количества проектно-конструкторской документации, что требует значительных временных и материальных затрат не всегда экономически оправданных. Автоматизация процесса проектирования позволяет оптимизировать процесс производства одежды, повысить трудовую культуру, уменьшить материальные и трудовые затраты, предложив покупателю качественную и недорогую одежду [6].

Процесс производства изделий легкой промышленности проходит несколько этапов – от замысла художника, конструкторской разработки, изготовления изделия до его реализации. Неотъемлемым элементом этого процесса стали компьютерные системы автоматизированного проектирования – САПР. Использование САПР приобрело массовый характер, и в настоящее время автоматизированное проектирование используют не только крупные предприятия, но и индивидуальные предприниматели [1].

Наиболее развитые системы проектирования одежды включают дизайнерские программы, позволяющие разрабатывать внешний вид изделий, подбирать наиболее удачные сочетания расцветок ткани, конструкторские программы, реализующие творческий замысел дизайнера в лекалах, технологические программы оптимизации раскладки лекал на материале и проектирования процесса раскроя и пошива изделий, учитывающие особенности конкретных производств.

Особое внимание было выделено разработке программы для технологической подготовке раскройного и швейного производств, управлению работой швейных цехов. В состав САПР входят такие модули, как АРМ «Технолог» и АРМ «Мастер».

Программный модуль АРМ «Технолог» предназначен для автоматизации работы технологов экспериментального и швейного цехов производства, решая следующие задачи:

- составление технологической последовательности изготовления швейных изделий;
- нормирование времени выполнения операций;
- расчет стоимости отдельных операций и технологической последовательности в целом;
- компоновка организационных операций в соответствии с тактом процесса (разработка схем разделения труда);
- составление индивидуальных заданий рабочим на основе технологической последовательности;
- расчет используемого сырья.

Программный модуль АРМ «Мастер» позволяет эффективно управлять работой швейного цеха. Он используется как для формирования планового задания работы цеха (задача руководителя швейного цеха), так и для составления индивидуальных заданий работникам (задача мастера цеха или бригадира). Индивидуальные задания составляются с учетом predispositionности каждого работника к выполнению конкретных операций. АРМ «Мастер» наиболее эффективно применяется в мелкосерийном производстве и позволяет вести контроль выполнения работ при одновременном производстве до 20 изделий [2].

На рынке представлено достаточно большое число САПР отечественного и импортного производства. На первый взгляд функционально все системы очень похожи и незначительные отличия вызваны лишь степенью проработки той или иной программы. Рассмотрим две программы SSD5 и Комтенс.

Разработчиком программы SSD5 является финская консультационная компания AJ-Consultants, которая уже более 30 лет занимается разработкой комплексных проектов организации швейного производства.

SSD5 – это пятое поколение компьютерной системы по нормированию труда при изготовлении любого ассортимента в швейной промышленности. Первая программа была установлена в 1982 г. Сегодня более 500 предприятий во всем мире используют систему SSD5 [3].

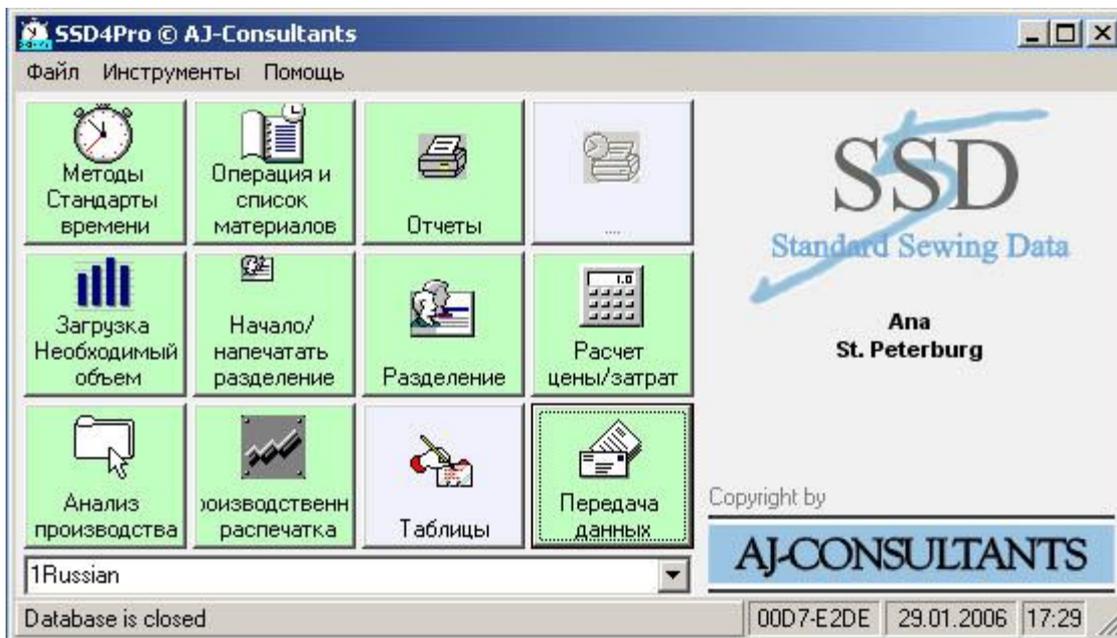


Рисунок 1. SSD5 – Standard Sewing Data

SSD5 – это инструмент который представляет из себя замечательное решение для разработки методов с определением точной нормы времени на операцию. Программа не только работает с методами и операциями, но еще позволяет создавать последовательности технологических операций.

Программа включает в себя компьютерные программы и базу данных, включающую стандартные наборы элементов с предопределенной нормой времени.

SSD5 состоит из 3 стандартных систем разработанных AJ-Consultants, при использовании всемирно признанной технологии MTM-2 (Methods Time Measurement - 2):

- SSD – (Standard Sewing Data element set) Набор стандартных швейных элементов с предопределенной нормой времени для абсолютно любой швейной операции.
- SWD – (Standard Work Data element set) Набор стандартных рабочих элементов позволяет пользователю анализировать все ручные операции или операции при помощи инструмента. Имеет применение на упаковочном, раскройном участках и на складе.
- SFD – (Standard Finishing Data) включает в себя макро элементы для окончательной обработки и ВТО.

В базу также включены микро элементы системы MTM-2: взять и разместить; разместить; вспомогательные элементы; пошив; работа с ножницами; отложить; взять и положить; движения руками; идти, нести и двигать; читать, писать; машинное время и время на применение инструмента; утюжка, прессование; вспомогательные элементы и др. (рисунок 2).

SSD-5	Взять и разместить			
Взять деталь	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять деталь, легкий захват	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять деталь с разворотом	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять деталь с разворотом, легкий захват	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять две детали				
Взять две детали одновременно	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять две детали одновременно, легкий захват	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять две детали одной рукой		16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять две детали одной рукой, легкий захват		16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять и разместить				
Вз. дет и разместить на другой	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Вз. дет и размес на другой, легкий захват	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Вз. дет с развор-ом и разм-ть на другой	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Вз. дет с развор-ом и разм-ть на др, легк захв	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять и разместить под лапкой				
Взять деталь и разместить под лапкой	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять деталь и разм-ть под лапкой, легк захв	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Взять деталь и разместить под лапкой точно	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80
Вз. дет и разм-ть под лапкой точно, легк захв	0 - 15	16 - 30	31 - 45	46 - 80

Рисунок 2. Набор элементов с подробным описанием и нормами времени

Помимо предложенных вариантов есть возможность создания своих микро или макро элементов.

Создание базы данных включает в себя формирование основных методов и подметодов, прикрепление технологических схем рабочего места и видео клипов операций (рисунок 3).



Рисунок 3. Фрагмент видеоклипа операции стачивания двух деталей

Последовательность технологических операций: списки операций по изделию или по компоненту; создание списка операций из готовых компонентов; прикрепление рисунков изделий или компонентов (рисунок 4).

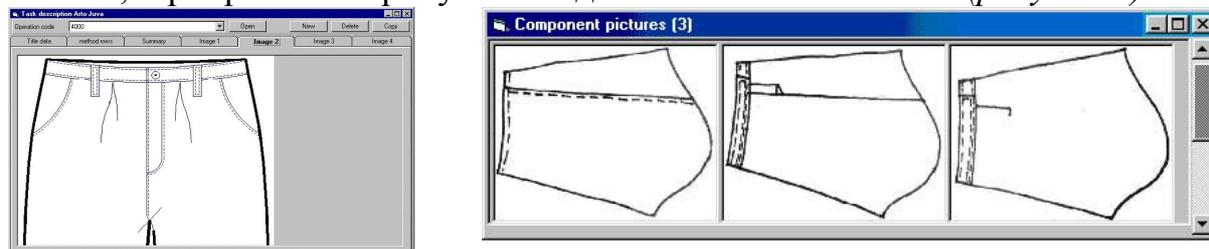


Рисунок 4. Рисунки изделия и компонентов

SSD используется на швейных фабриках по всему миру. Элементы системы SSD явились базой для ряда известных систем, таких как Gerber Impact, Lectra Cost и Kurt Salmon KSDII и других систем [4].

САПР «Комтенс» – одна из наиболее популярных и доступных отечественных систем, обладающая высокой степенью универсальности. Это свойство позволяет использовать ее как на крупных предприятиях, так и в небольших ателье, в разных областях легкой промышленности. Модули программного обеспечения (ПО) дают возможность автоматизировать проектирование, а также настроиться на особенности конкретного производства. В зависимости от объемов и ассортимента выпускаемой продукции можно использовать отдельные модули системы. Полный набор программ САПР охватывает все этапы проектирования, как и в рассмотренной ранее программе SSD5. Важным свойством системы является простой механизм обмена информацией, осуществляющий взаимосвязь модулей. Такая структура системы обеспечивает возможность нескольких вариантов поставки, позволяет использовать отдельные модули с перспективой наращивания и дальнейшего развития САПР [1].

Составление технологической последовательности изготовления швейных изделий в программе в настоящее время возможно 3-мя способами: с помощью модификации существующей ТП на однотипное изделие; "Быстрый" набор ТП из операций и узлов, имеющих в Базе Данных; последовательный набор ТП с возможностью одновременного пополнения Базы Данных технологических операций.

Нормирование времени выполнения операции основано на использовании существующих методик, доработанных с учетом требований современного производства. Оно позволяет технически обосновать время выполнения операции, разделяя общее время на составляющие части, доступные для анализа и коррекции. В расчете стоимости операций возможно изменять стоимость секунды не только в зависимости от «разряда операции», но и от вида работ (ручные, машинные, автоматические, ВТО и т. д.).

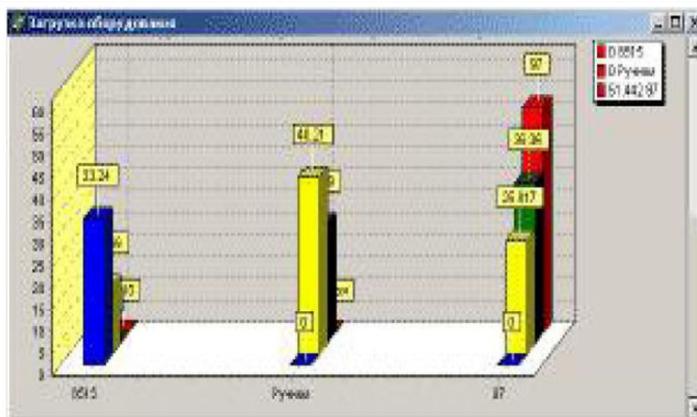
Разбиение технологической последовательности на организационные операции может проводиться автоматически (желаемый результат достигается путем настройки исходных параметров), вручную и комбинированным способом. Эффективность работы автомата разбиения определяется гибкостью настройки исходных параметров (*рисунок 5*).

Составление индивидуальных заданий рабочим на основе технологической последовательности может осуществляться аналогично разбиению по такту процесса, но с учетом некоторых особенностей «небольшого» производства.

На основе неделимых операций в программе могут быть сформированы организационные. Для этого предусмотрен специальный режим, при котором используются средства оперативного контроля с возможностью фильтрации и сортировки неделимых операций. Это позволяет минимизировать ошибки и упростить сам процесс формирования ТП.



№ пп	Наименование операции	Наим. оборуд. изд. №
1.00	Заготовка воротника	
1.01	Притачать отрезную стойку к в. воротн.	
1.02	Разутюжить шов притачивания	Ут.
1.03	Настрочить нижний ворот. на верхний	
1.04	Обтачать концы воротника.....	
1.05	Подрезать шов обтачивания концов воротника	Ручн.
1.06	Вывернуть и выправит углы воротника	
1.07	Приутюжить воротник по отлёту и концам	



		100.0	0	15.00	3	1.0
чс	20	200.00	0	36.36	3	0.0
чм	20	0.0	0	11.00	3	1.0
кр	21	00.0	0	31.24	4	0.0

Участок:	1	Стоимость работ:	2.3 руб.	Время:	51.4 мин.
Участок:	2	Стоимость работ:	1.1 руб.	Время:	63.3 мин.
Участок:	3	Стоимость работ:	4.6 руб.	Время:	89.8 мин.
Участок:	4	Стоимость работ:	2.7 руб.	Время:	33.2 мин.
		Общая стоимость работ:	10.7 руб.	Время:	237.7 мин.

Рисунок 5. Настройка исходных параметров

В настоящее время программа применяется на трикотажных фабриках и швейных предприятиях (ассортимент: мужские брюки, корсетные изделия, пальто, спецодежда) [5].

Внедрение программ САПР включает в себя: установку программы; адаптацию азы данных и системы чтобы она отвечала индивидуальным требованиям клиента (предприятия); учение работе с программой и работе со стандартными швейными элементами.

Для адаптации создается индивидуальная база данных, т. е. будут заполнены таблицы базы данных с учетом данных предприятия (типы операций, типы оборудования, бригады и т. д.). Предлагаются варианты кодификации операций.

Наиболее сложным при разработке программ САПР является создание корректной и удобной в эксплуатации базы данных. Достаточно сложно составить единую систему операций, учитывающих режимы обработки при смене сырья. Нет возможности добавления в технологическую последовательность поузловой системы операций при однообразии методов обработки. При внедрении САПР на производство возникает необходимость доработки модулей системы для более эффективного использования с учетом особенностей данного предприятия, что предполагает дальнейшее усовершенствование программы.

## Литература

1. *Галицкая, Т.* Comtense: Проектирование. «Комтенс»: массовое производство индивидуальной одежды / Т. Галицкая // Ателье, 2011. – № 04. – С. 46–47.
2. *Использование компьютерных технологий в швейной промышленности* // URL: <http://www.cniishp.ru/articles/use-computer-technologies.html> (дата обращения 30.0.12).
3. URL: [http://www.aj-consultants.com/index\\_ru.html](http://www.aj-consultants.com/index_ru.html) (дата обращения 30.0.12).
4. URL: <http://www.ssd5.spb.ru/main.htm> (дата обращения 30.0.12).
5. URL: <http://www.comtense.ru> (дата обращения 30.0.12).
6. URL: [http://abc.vvsu.ru/Books/komp\\_tehnolog/page0008.asp](http://abc.vvsu.ru/Books/komp_tehnolog/page0008.asp) (дата обращения 30.0.12).

**УДК 677.024.04**

**М. В. Комиссарова, Н. М. Сокерин**

Ивановская государственная текстильная академия

## **Нитенатяжной прибор фирмы KARL MAYER серии KFD- В**

Фирма KARL MAYER производит нитенатяжные приборы для шпульников сновальных машин различных разновидностей – серий. Каждая серия отличается друг от друга конструктивным исполнением и предназначена для различных видов пряжи.

Данный прибор в целом схож с предыдущими приборами. Он имеет на входе нити экран, зону одношайбового нитенатяжителя и на той же несущей плоскости несколько столбиков: подвижных на поворотном рычаге и неподвижных – на плоскости. Ось поворотного рычага с обратной стороны плоскости несет на себе лопасти, находящиеся в специальной ванночке, которая может быть пустой или наполненной тонкосуспензионной масляной жидкостью. На лицевой стороне все столбики несут на себе направляющие для нити глазки. С обратной стороны поворотная ось рычага контактирует со спиральной цилиндрической пружинной, выполняющей функции гибкого двухопорного стержня с сосредоточенной нагрузкой. Цилиндрическая пружина имеет контакт с регулировочным лимбом на лицевой стороне плоскости для задания необходимой величины сопротивления поворотному рычагу при его повороте от действия движущейся натянутой нити. Лимб имеет индикацию для установки соответствующего натяжения нити от «0» до «1».

На предприятии ОАО «Родтекс» (Ивановский регион) снование гладких текстурированных филаментных нитей проводят при натяжении в пределах до 50 сн (замер – ручным тензомером), а пряжу штапельную и хлопчатобумажную с масляным компенсатором при натяжении до 70–90 сн.

Нами было проведено исследование названного нитенатяжителя в лаборатории кафедры ТТИ ИГТА на перематывающей установке с использованием осциллографической установки при трех скоростях перематывания с пустой компенсаторной емкостью и с наполненной приборным тонкосуспензионным маслом. Результаты эксперимента представлены таблицей для двух линейных плотностей пряжи.

В результате эксперимента установили, что выравнивающая способность исследуемого ННП явно заметна и во всех почти случаях получились коэффициенты вариации по неровноте натяжения (*таблица*).

### Результат эксперимента с прибором фирмы KARL MAYER

V, м/с	Обознач.	T <sub>x</sub> 23,8(№42)		T <sub>x</sub> 42(№23,8)	
		без масла	с маслом	без масла	с маслом
«0» V <sub>1</sub> =5,6	$\bar{x}_{сн}$	30,28	29,15	34,40	37,26
	$s_{сн}$	2,33	2,19	2,46	2,84
	C %	7,69	7,5	7,16	7,62
«0» V <sub>2</sub> =6,5	$\bar{x}_{сн}$	21,65	34,87	37,98	32,73
	$s_{сн}$	2,39	2,36	2,7	2,61
	C %	11,22	6,77	7,1	7,98
«0» V <sub>3</sub> =7,3	$\bar{x}_{сн}$	32,75	32,73	38,79	43,36
	$s_{сн}$	2,18	2,33	2,65	2,68
	C %	7,57	7,11	6,83	6,19
«1» V <sub>1</sub> =5,6	$\bar{x}_{сн}$	31,61	33,86	41,12	34,03
	$s_{сн}$	2,43	2,54	2,86	2,77
	C %	7,67	7,5	6,96	8,15
«1» V <sub>2</sub> =6,5	$\bar{x}_{сн}$	35,58	35,37	41,89	39,04
	$s_{сн}$	2,34	2,53	2,5	2,81
	C %	6,58	7,17	5,97	7,19
«1» V <sub>3</sub> =7,3	$\bar{x}_{сн}$	39,26	36,31	80,44	42,81
	$s_{сн}$	2,72	2,36	2,92	2,80
	C %	6,92	6,5	3,62	6,54

**В. А. Гречин, А. Н. Смирнов**

Ивановская государственная текстильная академия

## **Исследование текстильного технологического оборудования**

Машины в условиях работы испытывают значительные динамические нагрузки, что приводит к возникновению различного рода деформационных и колебательных процессов, следствием которых является ускоренный износ и нарушение нормативно-технологического процесса работы машины и ее исполнительных органов. Одним из важных вопросов проектирования машин и механизмов является разработка наиболее рациональной конструкции, следовательно, более надежной и долговечной в своей последующей эксплуатации.

Для полноценной и качественной реализации процесса исследования и проектирования актуально и целесообразно применять компьютерные технологии, а именно системы автоматизированного проектирования (САПР или CAD/CAM/CAE technology).

Ключевыми особенностями САПР являются:

- сокращение трудоемкости и сроков проектирования;
- возможность быстрого изменения параметров проектируемой модели;
- возможность проведения анализа и испытаний проектируемой модели в компьютерной среде;
- использование нормативно-справочной информации;
- автоматизация оформления документации.

Была поставлена задача исследования конструкции передвижных раскройных машин вертикального типа и поиска наиболее рациональной. С помощью применения САПР были получены следующие результаты:

1. Реализован твердотельный аналог машины «ЭЗМ-2», выполненный в программной интегрированной среде «T-flexCAD» (рисунки 1, 2).



Рисунок 1. Фотореалистичная модель «ЭЗМ-2»

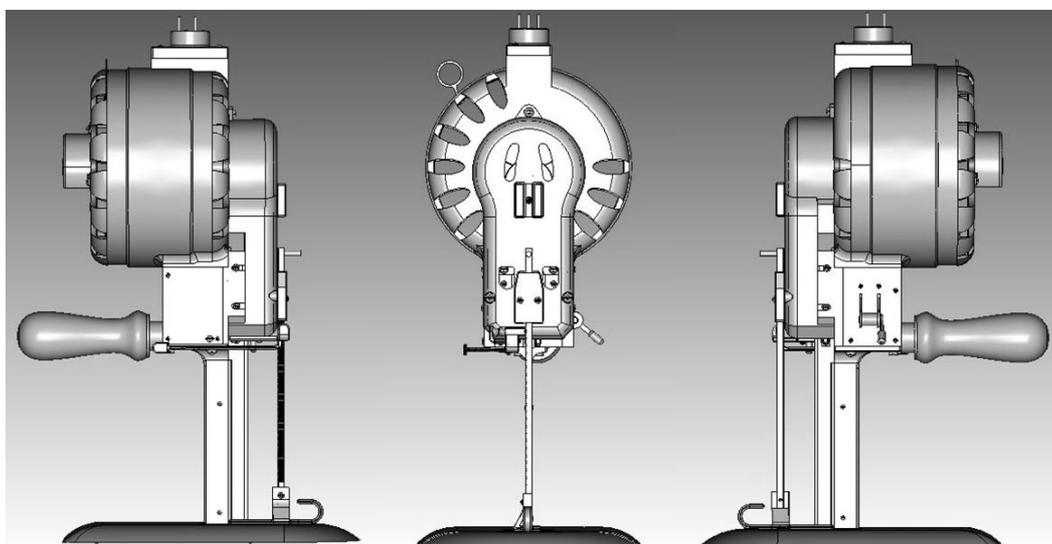


Рисунок 2. Твёрдый аналог машины «ЭЗМ-2» (виды: слева, спереди, справа)

Твёрдая модель даёт более наглядное представление о машине, посредством различного рода манипуляций, а именно анимации работы машины, её разборки и сборки (рисунок 3). А также позволяет в кратчайшие сроки изменять параметры деталей сборки (их геометрические, физические свойства) и, следовательно, самой машины, что крайне важно при проектировании.

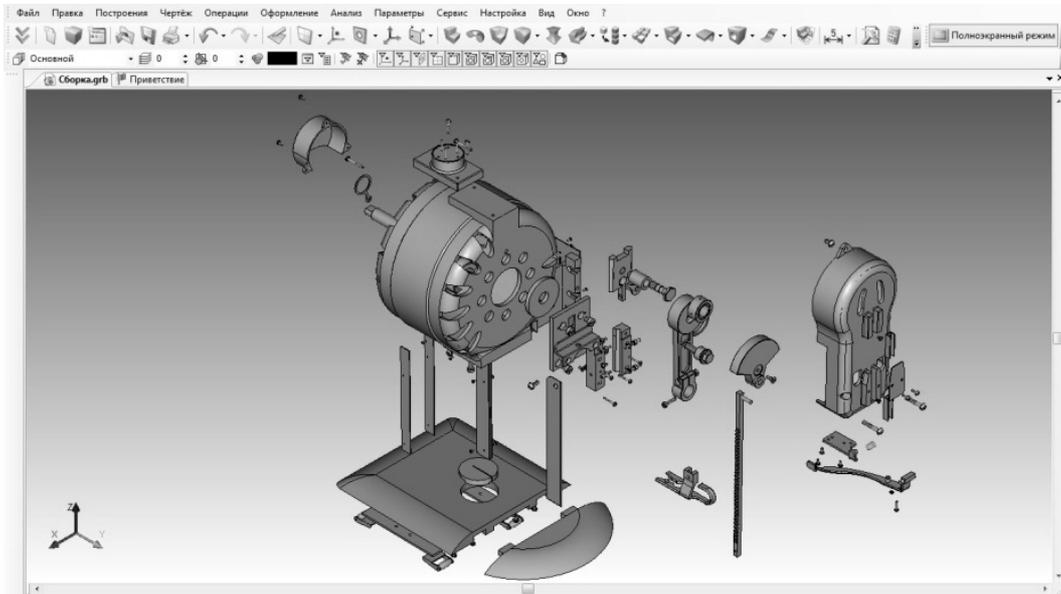


Рисунок 3. разнесенный вид конструкции машины «ЭЗМ-2»

2. На основании твердотельной модели получены рабочие чертежи и конструкторская документация машины (рисунок 4).

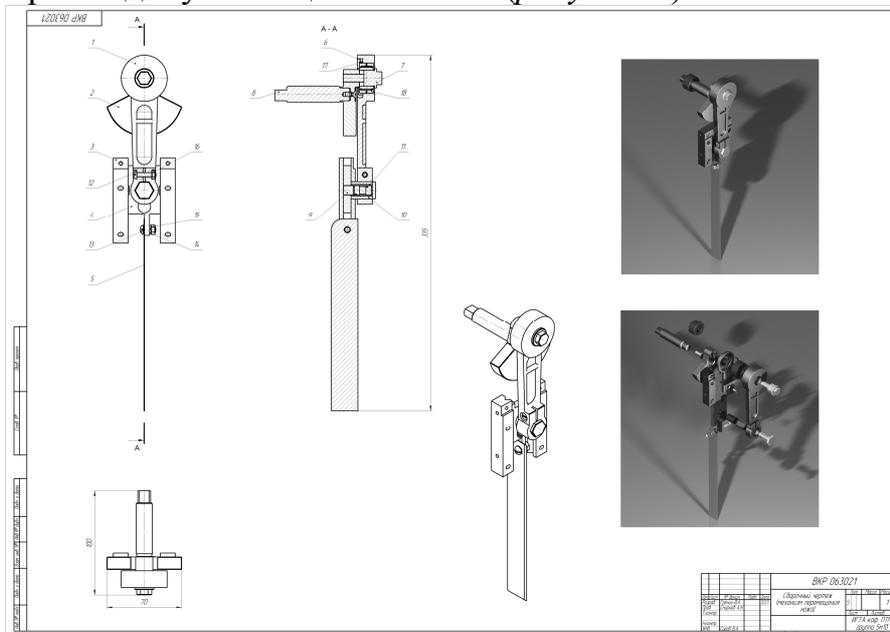


Рисунок 4. Рабочий чертеж механизма передвижения ножа машины «ЭЗМ-2»

3. С целью выявления критических напряжений, возникающих в процессе ее эксплуатации, проведен статический анализ некоторых деталей исполнительного механизма машины (рисунок 5).

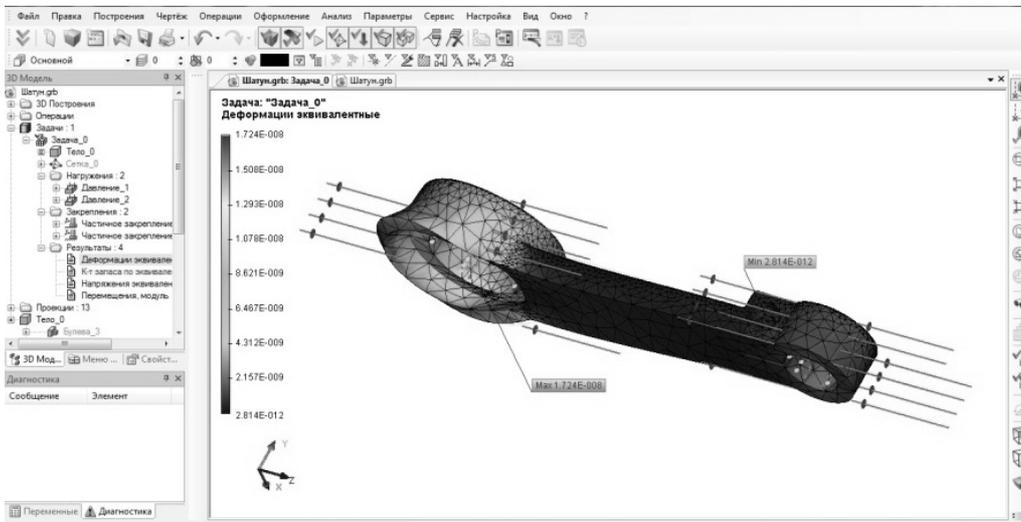


Рисунок 5. Утрированное представление деформированного состояния детали шатун

Результаты статического анализа показали достаточный запас прочности исследуемых деталей.

4. Для исследования работы машины выполнены кинематический, силовой и динамический анализы исследуемой машины в программном комплексе «Universal Mechanism» (рисунок 6).

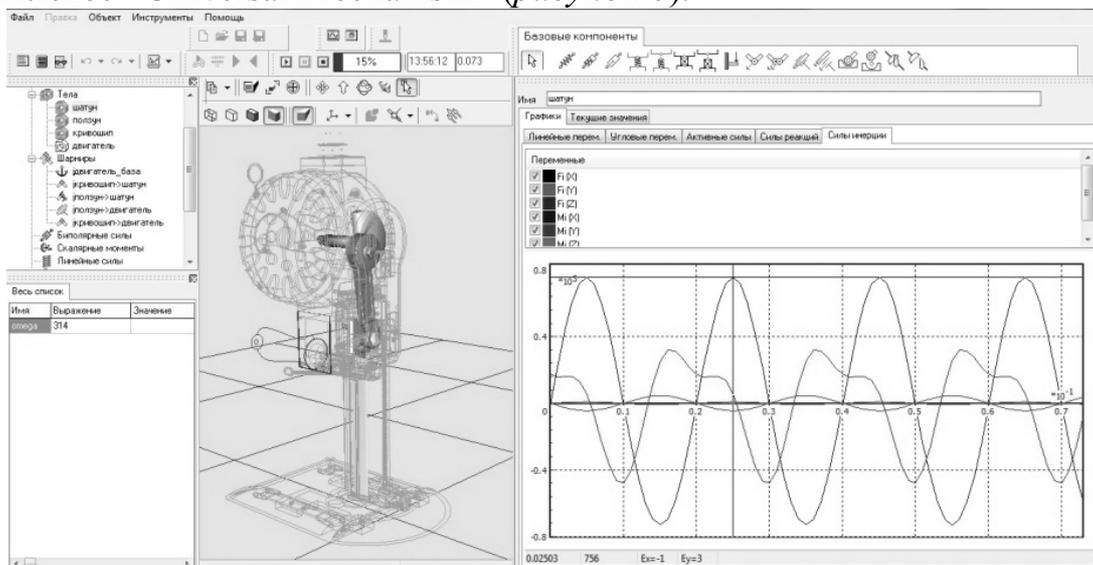


Рисунок 6. Динамическое исследование твердотельного аналога машины «ЭЗМ-2»

Полученные результаты дали представление о возникающих динамических нагрузках в процессе работы машины и позволили выявить места на направляющих ползуна, подверженные максимальному изнашиванию в процессе длительной эксплуатации машины. В связи, с чем была поставлена и реализована задача технологии восстановления данных направляющих.

## Пределы интенсификации отжима

Валковый отжим предназначен для удаления жидкости из пор ткани. Объем пор и жидкости, содержащейся в ткани, связан с прикладываемой нагрузкой деформационной компрессионной характеристикой ткани. Предельный отжим ткани может быть достигнут при полном закрытии пор ткани в одном из ее поперечных сечений (точка *A*, рисунок 1)

В случае, когда не удастся сжать ткань в одном из сечений до предельного состояния, необходимо минимизировать длину и гидравлическое сопротивление (деформацию по толщине) участков ткани, прилегающих к сечению минимальной толщины. Это обеспечивает снижение до минимума гидравлического давления в жале валов.

При малых скоростях движения ткани, когда величина гидравлического давления невелика в сравнении с прикладываемой технологической нагрузкой, эффективность отжима достаточно точно определяется компрессионной характеристикой (рисунок 1) и геометрией поперечного сечения жала (рисунок 2).

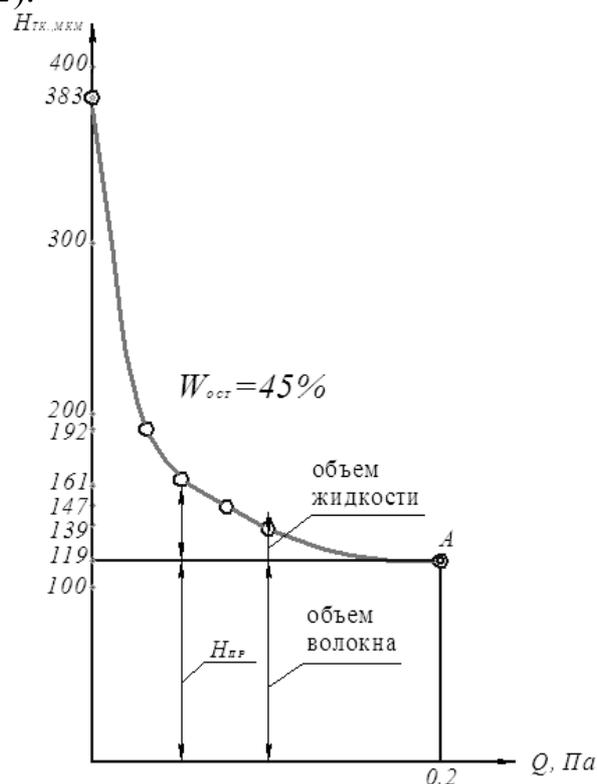


Рисунок 1. Типичная компрессионная характеристика ткани (сатин):  
*A* – толщина сжатой ткани.

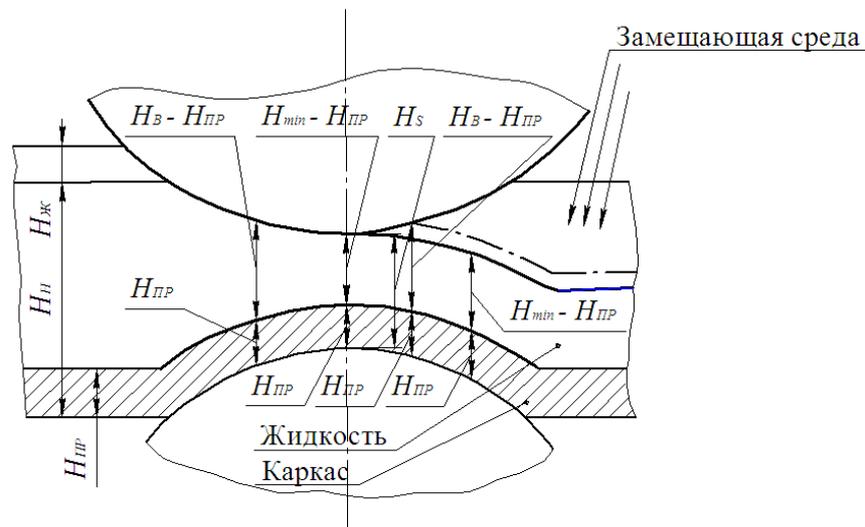


Рисунок 2. Схема поперечного сечения жала валов: в случае отжима замещающая среда – воздух;  $H_H$  – начальная толщина ткани;  $H_{Ж}$  – слой жидкости на поверхности ткани;  $H_{min}$  – минимальное сечение;  $H_{BP}$  – сечение водораздела (скорость жидкости  $V_{Ж}=0$ );  $H_{ПР}$  – толщина предельно сжатой ткани

При этом остаточная влажность определяется минимальной толщиной в предельно сжатом состоянии и находится из выражения:

$$W_{AT} = \frac{H_{BP} - \varepsilon \cdot H_{ПР}}{\varepsilon \cdot H_{ПР}} \cdot 100 + W_0; \quad (1)$$

где  $H_{BP}$  – толщина сечения водораздела, определяемая при малых скоростях геометрически;

$H_{ПР}$  – толщина предельно сжатой ткани;

$\varepsilon$  – удельный вес сухого предельно сжатого волокна;

$W_0$  – максимальная влажность предельно сжатого волокна.

При больших скоростях движения ткани толщина сечения водораздела  $H$  становится больше ее минимальной толщины в жале валов, т. е. эффективность отжима снижается. Существенное влияние на снижение эффективности оказывает также действие на прижимной вал гидравлического давления.

При высоких скоростях движения ткани при фильтрации в ней отжимаемой жидкости может возникать значительное гидравлическое давление, действующее в направлении обратном прикладываемой технологической нагрузке [1, 2].

Таким образом, пределы интенсификации процесса отжима в валковом модуле определяется:

- компрессионной характеристикой отжимаемой ткани;
- гидравлическим давлением в жале валов при фильтрации жидкости в ткани.

## Литература

1. Кузнецов, В. А. Физическая модель процесса отжима ткани / В. А. Кузнецов, Н. А. Петров, В. М. Картовенко // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 1984. – № 3. – С. 102–105.

2. Кузнецов, В. А. Расчет параметров процесса отжима ткани / В. А. Кузнецов, Н. А. Петров, В. М. Картовенко // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности, 1984. – № 4. – С. 91–94.

**УДК 687.173:687.02**

**Е. П. Покровская, Т. С. Савченко, Н. Н. Зайцева**

Ивановская государственная текстильная академия

## Создание многофункционального изделия для активного отдыха

Популяризация здорового образа жизни в сочетании с развитием активных форм отдыха, туризма является актуальной в настоящее время. Появляются новые формы активного отдыха, предполагающие восполнение потраченных умственных и физических ресурсов. Адреналин, полученный при экстремальных видах отдыха, помогает снять усталость. Все больше людей стараются испытать подобное на себе. Но существуют и традиционные, сложившиеся веками, формы отдыха, которые для значительной части населения нашей страны близки по духу. Имеется в виду, «тихая охота» – походы за грибами. Физическая нагрузка при этом на организм человека достаточно высокая; кроме того, это время общения с близкими людьми, самим собой, окружающей природой. Эстетическое удовольствие от любования родной природой ничуть не меньше созерцания чужих пейзажей. Этот отдых не требует существенных материальных затрат, и амуниция для грибников, как правило, заимствована из некоторых видов специальной или спортивной одежды. Но данный вид отдыха имеет свои особенности. Он подразумевает использование определенных принадлежностей, которые могли бы пригодиться в процессе прогулки, сбора грибов и ягод. Полноценный поход в лес за грибами невозможен без следующих вспомогательных средств: перочинного ножа, компаса, емкости с водой, незначительного провианта, медицинских средств для экстренных ситуаций, средств связи (навигации). Не стоит забывать, что некоторым грибникам при себе необходимо иметь документы (денежные средства). В том случае, если отдыхающий приехал в лес на личном транспорте, то необходимо иметь в виду, что все ценные вещи (документы, ключи) он должен взять с собой.

Для того чтобы поход за грибами доставлял удовольствие, удобство и комфорт, необходимо создать особую одежду для любителей такого отдыха. Применение специального предмета одежды для грибников дало бы возможность наслаждаться в полной мере процессом сбора грибов, не беспокоиться о возможных капризах природы и иметь под рукой все необходимое.

На современном рынке швейных изделий не представлено разработок в данной области.

Несмотря на то, что в городе Иваново сосредоточено значительное количество предприятий по производству и реализации различных швейных изделий, в том числе специального назначения, установлено, что специальной амуниции для грибников не представлено, хоть и данный вид отдыха распространен в нашем крае.

На основании маркетинговых исследований, проведенных методом опроса потенциальных покупателей и наблюдения в магазинах, занимающихся продажей продукции для активного отдыха и туризма, оценены предпочтения в одежде данного вида различных групп потребителей. Для этого была составлена анкета, содержащая 11 вопросов, каждый из которых сопровождался вариантом ответа. Выявлено, что наиболее перспективными потребителями являются мужчины и женщины в возрасте от 20 до 70 лет. Значительная часть потенциальных потребителей отметили, что при покупке амуниции, наряду с такими характеристиками, как защита, гигиеничность, качество обработки, стоимость изделия, особое внимание уделяется многофункциональности. Предпочтения у мужчин и женщин относительно конструкции будущего изделия, функциональных свойств, дополнительных вспомогательных средств, в большей степени совпадают.

Установлено, что потребитель готов заплатить за данный предмет одежды, полностью удовлетворяющий выявленным требованиям, сумму в размере 450–600 рублей.

В результате изучения спроса с целью определения потребительских предпочтений в структуре изделий, используемых материалах, было выявлено, что максимально удовлетворять требованиям потенциальных потребителей способно изделие, изготовленное с использованием принципов трансформации. Разработанное изделие представляет многофункциональное изделие, складывающееся в сумку, размещаемую на поясе. Данное изделие очень полезно в походе. Если погода холодная или пасмурная, то можно применить его как плащ, если же температура находится в средних диапазонах, то можно применять как куртку, если вдруг стало жарко, то можно снять, легко и компактно сложить и разместить на поясе. Эти свойства данного предмета одежды оптимальны в климатических условиях, характерных для нашей местности: утром в средней полосе России довольно

прохладно, днем же довольно тепло, нет необходимости в дополнительном слое одежды.

Для водозащитной одежды, к которой с полным правом относится и одежда грибников, созданы мембранные материалы, обладающие высокой водоупорностью и необходимой воздухопроницаемостью, защищающие тело человека от непогоды и удаляющие от него продукты метаболизма.

Проектируемое изделие обладает необходимым уровнем водозащиты не только за счет использования водонепроницаемых мембранных материалов, но и за счет герметизации швов. Само по себе ниточное соединение негерметично, что не соответствует требованиям к данному виду изделия и условиям его эксплуатации, поэтому необходима герметизация швов. В данном изделии используется герметизация швов с использованием современных герметизирующих материалов на основе водных дисперсий акриловых полимеров. Герметизации подвергаются швы, расположенные на опорных участках поверхностях тела человека, а так же участков наиболее подверженных воздействию осадков, например швы соединения частей капюшона и втачивания его в горловину. За счет герметизации обеспечивается не только необходимый уровень водоупорности швов, но и повышается их прочность и устойчивость к истиранию. Несмотря на использование дополнительного герметизирующего материала, жесткость швов увеличивается в результате герметизации не более чем на 8–12 %. Кроме этого, швы эластичны и не происходит отслаивание герметизирующего материала от поверхности шва при нагрузках любой интенсивности, возможных при эксплуатации этого изделия.

Адгезионная прочность соединения герметизирующего материала с поверхностью шва составляет не менее 4,5 Н/см. Герметизированные швы устойчивы к воздействиям, возникающим в процессе эксплуатации изделия и ухода за ним (стирке, истиранию по плоскости и на сгибах, растяжению, перепадам температур).

Проектируемое изделие имеет средства, экранирующие электромагнитное излучение, защиту от энцефалитных клещей.

Грибникам (любителям походов в лесу) рекомендуется иметь одежду, отличающуюся от фона природы или иметь на ней специальные светоотражающие (световозвращающие) элементы, чтобы при необходимости быть заметным во время спасательных операций. Для обеспечения циркуляции воздуха при интенсивных физических движениях в изделие предусмотрены вентиляционные отверстия, а для предотвращения попадания лесного мусора и насекомых, сохранения тепла рукава выполнены с трикотажной манжетой-напульсником. Центральная застежка на тесьму «молнию» снабжена ветрозащитной планкой. Конструкция изделия эргономична, обеспечивает комфортность при выполнении специфических телодвижений, не сковывает их и позволяет преодолевать возможные пре-

пятствия в лесополосе. Изделие имеет малую массу, компактно в сложенном виде, легко трансформируется.

Данный предмет одежды не трудоемок в обработке, может быть изготовлен в условиях как индивидуального, так и массового производства.

Таким образом, разработан предмет одежды, удовлетворяющий всем возможным требованиям, предъявляемым потенциальными потребителями. Использование специального изделия дает его обладателю преимущества за счет обеспечения комфортных условий отдыха. Это изделие может быть использовано не только грибниками, но и работниками сферы лесного хозяйства, рыболовства, а также просто любителями прогулок на свежем воздухе, которые ценят удобство, безопасность, простоту применения, многофункциональность.

**УДК 687.13:658.562.012.7:677.075**

**Д. В. Косарева, Е. Н. Власова**

Ивановская государственная текстильная академия

### **Оценка показателей безопасности детской одежды из трикотажных полотен**

Ассортимент детских трикотажных изделий, представленный на российском рынке, достаточно широк: от предметов первой необходимости (бельевого трикотажа) до верхней одежды. С вступлением в силу 1 января 2012 г. Технического регламента о безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков [1] (далее ТР) изменились некоторые требования, предъявляемые к детским трикотажным изделиям. Технический регламент устанавливает требования безопасности продукции для детей и подростков в целях защиты их жизни или здоровья, предупреждения действий, вводящих в заблуждение покупателей детских товаров. К объектам регулирования ТР относятся одежда, изделия из текстильных материалов, кожи и меха, изделия трикотажные.

В данной работе проводится экспертное исследование детских трикотажных изделий на соответствие показателям безопасности, которые с 2012 г. предъявляются Техническим регламентом к продукции для детей. Тематика исследования особенно актуальна в период смены нормативных документов, так как позволяет промышленному предприятию выявить, что необходимо исправить в технологии производства, чтобы обеспечить соблюдение новых требований с наименьшими издержками. Многим пред-

приятным придется перестраивать свои производственные линии или искать новых поставщиков сырья.

В качестве объектов экспертизы выбраны трикотажные изделия для детей, реализуемые ООО ПТК «Красная Ветка», г. Иваново. Характеристика маркировки объектов экспертизы приведена в *таблице 1*.

**Таблица 1. Характеристика объектов экспертизы**

Наименование изделия	Номер модели	Размер	Изготовитель
1. Джемпер для мальчика	401ХГ647п	134,140-68	ЗАО «Новая трикотажная фабрика»
2. Джемпер для мальчика	401И696п	134,140-72	
3. Джемпер детский	401И479пв	134-72	
4. Фуфайка для мальчика	9811	122,128-64	ОАО «Купалинка»
5. Фуфайка для мальчика	9473С	98,104-52	
6. Фуфайка для мальчика	С1011468	92-52	ОАО «СВИТАНАК»
7. Майка для мальчика	С1010866	140,146-72	

В *таблице 2* представлена товароведная характеристика детских трикотажных изделий.

**Таблица 2. Товароведная характеристика объектов экспертизы**

№ образца	Волокнистый состав	Цвет	Рисунок	Наличие символов по уходу за изделием (+/-)
1	хлопок 100%	салатовый	присутствует, в серых тонах	+
2	хлопок 100%	белый	присутствует, черный	+
3	хлопок 100%	болотно-зеленый	присутствует, цветной	+
4	хлопок 97%, лайкра 3%	светло-зеленый	отсутствует	+
5	хлопок 100%	меланж пастельных тонов	отсутствует	+
6	хлопок 100%	темно-синий	присутствует, цветной	+
7	хлопок 100%	болотно-зеленый	присутствует, цветной	+

В работе проведен анализ показателей безопасности и их значений, контролируемых ТР и действующей системой сертификации детской трикотажной продукции. Сравнивались значения показателей для дошкольной группы (3–7 лет), т. к. объекты экспертизы предназначены для детей дан-

ной возрастной категории. Так как в Техническом регламенте не указаны нормативные документы на методики исследования проверяемых показателей безопасности и нет указаний на отмену действующих методик, то определение значений показателей безопасности проводилось по действующим стандартам. В Техническом регламенте не нормируется содержание химических волокон в изделии, но добавился показатель содержания свободного формальдегида.

Определение воздухопроницаемости проводилось по ГОСТ 12088-77 [2] с помощью аппарата ВПТМ.2. Согласно данному стандарту замер значений воздухопроницаемости допускается проводить непосредственно на готовом изделии без выреза точечных проб. Допустимый уровень показателя принимался по ТР (*таблица 3*).

**Таблица 3. Результаты определения воздухопроницаемости**

Номер образца	Фактическое значение показателя, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	Допустимый уровень, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$ , не менее
1	73	70
2	76	70
3	72	70
4	112	100
5	109	100
6	117	100
7	102	100

Определение гигроскопичности проводилось по ГОСТ 3816-81 [3]. Для проведения испытания из каждого изделия вырезали три элементарных пробы размером  $50 \times 200$  мм. Допустимый уровень показателя принимался по Техническому регламенту и приведен в *таблице 4*.

**Таблица 4. Результаты определения гигроскопичности**

Номер образца	Фактическое значение показателя, %	Допустимый уровень, %, не менее
1	9	6
2	13	6
3	6	6
4	17	9
5	13	9
6	12	9
7	10	9

Количество свободного формальдегида в детских изделиях из трикотажного полотна определялось по ГОСТ 25617-83 [4] по оптической плотности растворов на фотоэлектроколориметре при синем светофильтре. До-

пустимый уровень показателя также принимался по Техническому регламенту и приведен в *таблице 5*.

**Таблица 5. Результаты определения гигроскопичности**

Номер образца	Фактическое значение показателя, мкг/г	Допустимый уровень, мкг/г, не более
1	112	300
2	146	300
3	134	300
4	25	75
5	43	75
6	37	75
7	65	75

Результаты экспертного исследования детских трикотажных изделий, реализуемых ООО ПТК «Красная Ветка», позволяют сделать следующие выводы. Все образцы соответствуют требованиям безопасности, которые предъявляются к детским трикотажным изделиям Техническим регламентом с 2012 г. Следовательно, указанным предприятиям-изготовителям не придется что-либо изменять в своих производствах.

С вступлением в силу Технического регламента ужесточились требования в отношении гигроскопичности детских трикотажных изделий. В номенклатуру добавился показатель содержания свободного формальдегида, но исключились показатели удельного поверхностного электрического сопротивления, массовой доли химических волокон и устойчивости окраски к воздействию дистиллированной воды (только для верхних изделий).

### **Литература**

1. *Технический* регламент о безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 7 апреля 2009 г. № 307 г., с изм. от 04 февр. 2011 г.) // *Российская газета*. – 2011. – № 32.

2. *ГОСТ 12088-77* Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.

3. *ГОСТ 3816-81* Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.

4. *ГОСТ 25617-83* Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний.

**Е. Г. Григорьева**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

## **Потребительские свойства трикотажных полотен из параарамидной пряжи**

В последнее время резко возросло количество пожаров и техногенных катастроф. МЧС и пожарные службы уделяют большое внимание безопасным условиям труда своих работников. Разрабатывается специальная одежда из термостойких материалов. Используют параарамидные волокна и нити. Они обладают хорошими свойствами, но очень дороги, что сказывается на себестоимости готовых изделий [1].

При этом во время изготовления текстильных изделий из параарамидных волокон остается много ценных отходов (прядельные отходы, отходы при крое и шитье). Это огромные резервы, которые нужно использовать [2].

На кафедре МТВМ была разработана технология получения пряжи с применением вторичного сырья [3]. Пряжа, полученная с использованием регенерированного параарамидного волокна имеет большую неровноту по линейной плотности, низкое разрывное удлинение и сложна в переработке. Использование такой пряжи для производства трикотажных изделий требует подбора оптимальных параметров вязания.

Для переработки опытной пряжи из отходов параарамидных волокон была использована плосковязальная машина марки ПВПМ 8 класса. Трикотажные полотна выработаны переплетением ластик 1+1 для манжет к курткам.

Основные технологические параметры полученного трикотажа представлены в *таблице 1*.

Затем были исследованы физико-механические свойства этих трикотажных полотен. Результаты представлены в *таблице 2*.

Все испытания выполнены с достаточной точностью, коэффициент вариации по всем показателям не превышал 7 %.

**Таблица 1. Технологические параметры трикотажа**

№ вар.	Состав пряжи	Крутка пряжи, кр/м	Толщина, мм	Плотн. по горизонтали	Плотность по вертикали	Пов. плотн., г/м <sup>2</sup>
1	100 % СВМ	360	2,06	38	64	320
2	100% СВМ	310	1,93	42	63	367
3	100% СВМ	260	1,97	39	60	325
4	70%СВМ+30%шерсть	360	2,06	41	52	384
5	70%СВМ+30%шерсть	310	2,13	42	54	407
6	70%СВМ+30%шерсть	260	2,09	40	47	306

**Таблица 2. Физико-механические свойства трикотажа**

№ вар.	Крутка пряжи, кр/м	Воздухопроницаемость (м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> *с)	Водопроницаемость (дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> *с)	Гигроскопичность, %	Растяжимость, %	Разрывная нагрузка, сН
1	360	1,213	0,0083	10,37	8,6	1371
2	310	1,090	0,0059	9,26	7,0	1494
3	260	1,091	0,0073	9,14	6,6	1118
4	360	1,124	0,0237	10,02	7,3	1200
5	310	1,224	0,0072	10,92	7,0	1296
6	260	1,083	0,0077	7,37	7,2	710

Данные полотна обладают хорошей гигроскопичностью, высокой прочностью и соответствуют требованиям стандартов на трикотажные полотна и норм пожарной безопасности для специальной защитной одежды пожарных.

Себестоимость 1 м<sup>2</sup> термостойкого трикотажного полотна из пряжи, полученной из отходов дешевле в 2-2,5 раза полотен из комплексных параарамидных нитей.

## Литература

1. *Перепелкин, К. Е.* Параарамиды в текстиле и композитах – высокомолекулярные волокнистые материалы для обеспечения надежности и безопасности / К. Е. Перепелкин, Н. Н. Мачалаба, Г. А. Будницкий, Н. Н. Курылева // Вестн. СПГУТД. – 2000. – С. 64–83.

2. *Петканова, Н. Н.* Переработка текстильных отходов и вторичного сырья / Н. Н. Петканова // М.: Легпромбытиздат.- 1991.- 238 с.

3. *Цымаркина, О. Н.* Разработка технологии получения пряжи из регенерируемого волокна СВМ в смеси с шерстью (нитроном) по аппаратной системе прядения шерсти / О. Н. Цымаркина, Н. В. Шурыгина, Ю. И. Кузнецов // Известия вузов: ТТП, 2002. – № 2. – С. 42–45.

**УДК 677.025**

**Е. Г. Григорьева**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Анализ комбинированных переплетений**

Современное трикотажное производство обладает неисчерпаемыми возможностями для создания самого разнообразного ассортимента одежды. Большое распространение получают формоустойчивые, малорастяжимые полотна, вырабатываемые комбинированными переплетениями.

Одним из самых распространенных комбинированных переплетений является переплетение, сочетающее ряд ластика 1+1 и ряд кулирной глади. (репс) [1]. При выключении некоторых игл по одной стороне ластика были получены комбинированные переплетения с петельными группировками 4,7,10,16,22. Петельная группировка – это количество петель ластика между выключенными иглами [2].

Целью исследования было получение регрессионных уравнений для комбинированных переплетений по расчетно-экспериментальному методу [3]. При проведении экспериментов изменялись два параметра – длина нити в петле и линейная плотность пряжи. Экспериментальные данные обработаны с помощью пакета прикладных программ STATGRAPHICS. Полученные уравнения для комбинированных переплетений на базе репса представлены в *таблице 1*.

**Таблица 1. Регрессионные уравнения**

Величина пельтельной группировки	Состав пряжи	
	Шерсть-30%, ПАН-70%	ПАН-100%
П=4	$A = 0,22\ell + 0,05VT$ $B = 0,41\ell - 0,1VT$	$A = 0,25\ell + 0,01VT$ $B = 0,36\ell - 0,08VT$
П=7	$A = 0,27\ell + 0,04VT$ $B = 0,45\ell - 0,15VT$	$A = 0,3\ell + 0,04VT$ $B = 0,39\ell - 0,09VT$
П=10	$A = 0,39\ell - 0,08VT$ $B = 0,36\ell - 0,06VT$	$A = 0,41\ell - 0,06VT$ $B = 0,29\ell - 0,02VT$
П=16	$A = 0,31\ell + 0,03VT$ $B = 0,47\ell - 0,17VT$	$A = 0,36\ell - 0,02VT$ $B = 0,4\ell + 0,03VT$
П=22	$A = 0,28\ell + 0,32VT$ $B = 0,48\ell - 0,15VT$	$A = 0,33\ell + 0,02VT$ $B = 0,41\ell - 0,18VT$
П=∞ (репс)	$A = 0,25\ell + 0,07VT$ $B = 0,42\ell - 0,12VT$	$A = 0,24\ell + 0,04VT$ $B = 0,4\ell - 0,11VT$

Полученные уравнения адекватны, так как коэффициент корреляции между расчетными и экспериментальными значениями составляет 0,99. Для удобства были получены универсальные регрессионные уравнения для комбинированных неполных переплетений. Они имеют вид:

для полушерстяной пряжи

$$A = 0,28\ell + 0,01VT + 0,01П$$

$$B = 0,40\ell - 0,10VT$$

для ПАН пряжи

$$A = 0,31\ell + 0,01VT + 0,01П$$

$$B = 0,33\ell - 0,05VT$$

Данный метод может быть использован и для других видов комбинированных переплетений.

### Литература

1. *Безкостова, С. Ф.* Трикотаж комбинированных переплетений / С. Ф. Безкостова, Н. Н. Позднякова, Л. П. Ровинская. – СПб.: СПГУТД, 1999. – 120 с.
2. *Ровинская, Л. П.* Трикотаж неполных переплетений / Л. П. Ровинская, А. В. Труевцев. – СПб.: СПБИТЛП, 1992. – 77 с.
3. *Ровинская, Л. П.* Проектирование технологических параметров трикотажных полотен и чулочно-носочных изделий/ Л. П. Ровинская, Н. Ф. Зыбина. – СПб.: СПГУТД, 2000. – 108 с.

**М. В. Чернышев, А. Ф. Давыдов, Г. М. Чернышева**

Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина

### **Идентификация текстильной продукции для проведения экспертизы качества в таможенных целях**

Для проведения экспертизы качества продукции текстильной промышленности в таможенных целях были взяты шерстяные и полушерстяные ткани костюмного назначения производимых в Турции. Они подлежат обязательной сертификации в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 906 от 13 ноября 2010 г. Характеристики тканей приведены в *таблице 1*.

**Таблица 1. Характеристики исследуемых тканей**

Характеристика	Номер ткани				
	1	2	3	4	5
Производство	Турция	Турция	Турция	Турция	Турция
Ширина, м	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Толщина, мм	0,26	0,25	0,30	0,40	0,70
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	177	139	148	185	275
Сырьевой состав и % содержание волокон (по документам)	Шерсть 100 %	Шерсть 50 % Вискоза 60 %	Шерсть 80 % Полиэстер 20 %	Шерсть 60 % Вискоза 20 % Лен 20 %	Шерсть 55 % Лавсан 40 % Эластан 5 %
Линейная плотность, г/м	266,0	208,0	234,5	292,4	401,3
Плотность ткани по основе, н/10 см	460	520	255	330	306
Плотность ткани по утку, н/10 см	480	560	220	230	298
Линейное заполнение, %:					
- по основе	101	106	46	56	68
- по утку	111	116	40	38	61
Поверхностное заполнение, %	99,7	99,0	67,0	73,0	88,0
Объемное заполнение, %	63,0	51,0	80,0	72,0	67,0
Поверхн. пористость, %	0,3	1,0	33,0	27,0	12,0
Объемная пористость, %	37,0	49,0	20,0	28,0	33,0
Общая пористость, %	48,0	58,0	63,0	67,0	69,0

Идентификация волокнистого состава выбранных образцов была проведена по ГОСТ ИСО 1833-2001 «Материалы текстильные. Метод количественного химического анализа двухкомпонентных смесей волокон» и по ГОСТ ИСО 5088-2001 «Материалы текстильные. Метод количественного анализа трехкомпонентных смесей волокон». Так как в сырьевой состав исследуемых тканей входят несколько видов различных волокон.

Этот метод основан на растворении одного или нескольких компонентов смеси различными веществами с последующим определением массы оставшихся компонентов.

Для количественного анализа волокнистого состава смеси из исследуемых тканей навеску массой 3 – 5 г и высушивают ее до постоянной массы. Затем навеску обрабатывают соответствующим растворителем при модуле ванны 1 : 50 в условиях, соответствующих быстрому растворению одного из компонентов смеси. Полученный раствор фильтруют, оставшиеся на фильтре нерастворившиеся волокна тщательно промывают и высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу. Массовую долю (%) нерастворившихся волокон определяют по формуле:

$$C_1 = m_1 \cdot 100 / m, \quad (1)$$

где  $m_1$  - масса высушенных нерастворившихся волокон;

$m$  - масса высушенной исходной навески.

По формуле  $(100 - C_1)$  определяют массовую долю волокон второго вида.

Идентификацию волокнистого состава проведем на примере тканей:

1) № 3, которая по маркировке состоит из 80 % шерсти и 20 % полиэстера;

2) № 4, которая по маркировке состоит из 60 % шерсти, 20 % вискозы и 20 % лавсана.

1) Берем навеску измельченных нитей из ткани и обрабатываем ее фенолом или любой концентрированной кислотой, так как полиэстер в этих реактивах растворяется. Далее обрабатываем образец по методике описанной выше.

$m = 2,82$  г (масса высушенной исходной навески шерстяных волокон)

$m_1 = 2,16$  г (масса высушенных нерастворившихся волокон шерсти)

Массовая доля (%) нерастворившихся волокон шерсти равна:

$C_1 = 2,16 \cdot 100 / 2,82 = 76,5\%$  (волокна шерсти).

$C_2 = 100 - 76,5 = 23,5\%$  (волокна полиэстера).

2)  $m = 2,98$  г (масса высушенной исходной навески шерстяных волокон шерсти)

$m_1 = 2,01$  г (масса высушенных нерастворившихся волокон шерсти)

$C = 2,01 \cdot 100 / 2,98 = 60,2\%$  (волокна шерсти).

$$C_{1+2} = 100 - 60,2 = 39,8\% \quad (\text{волокна вискозы} + \text{волокна лавсана}).$$

$$m - m_1 = 2,98 - 2,01 = 0,66 \text{ г} \quad (\text{масса волокон вискозы} + \text{волокон лавсана})$$

$$m_2 = 0,13 \text{ г} \quad (\text{масса высушенных нерастворившихся волокон вискозы, т.к. под действием фенола при нагревании волокна лавсана растворяются})$$

$$C_1 = 0,13 \cdot 100 / 0,66 = 19,9\% \quad (\text{волокна вискозы})$$

$$C_2 = 39,8 - 19,9 = 19,9\% \quad (\text{волокна лавсана})$$

Также была проведена идентификация остальных тканей. По которым были получены следующие результаты (таблица 2).

**Таблица 2. Результаты исследования идентификации сырьевого состава исследуемых тканей**

№ п/п	Компоненты ткани	Сырьевой состав, %	
		по документам	после идентификации
1	Шерсть	100,0	100,0
2	Шерсть	50,0	49,8
	Вискоза	50,0	50,2
3	Шерсть	80,0	76,5
	Полиэстер	20,0	23,5
4	Шерсть	60,0	60,2
	Вискоза	20,0	19,9
	Лавсан	20,0	19,9
5	Шерсть	50,0	50,2
	Лавсан	45,0	45,1
	Эластан	5,0	4,7

По полученным результатам можно сделать вывод, что волокнистый состав исследуемых тканей № 1, № 2 и № 5 соответствует данным на ярлыке продукции с незначительными отклонениями, а волокнистый состав ткани № 3 (шерсть 80 %, полиэстер 20 %) и ткани № 4 (шерсть 60 %, вискоза 20 % и лавсан 20 %) не соответствуют данным указанным на ярлыке. А в случае установления таможенной экспертизой несоответствия сведений о товаре пробы и образцы товара хранятся в таможенном органе, назначившем таможенную экспертизу, для проведения повторной экспертизы в рамках дела об административном правонарушении.

Ю. В. Кирюшкина, О. В. Кошкарева, А. В. Курденкова, Ю. С. Шустов,  
И. В. Люкшинова

Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина

### Оценка стойкости к химическим воздействиям нетканых полотен геотекстильного назначения

Геотекстиль имеет широкую область применения и вырабатывается различными способами. Нетканое полотно геотекстильного назначения широко применяется для обустройства зон парковок, складских площадей, размещения под фундаменты зданий, в инверсионной кровле, в качестве основы при укладке тротуарной плитки, теплозвукоизоляционной основы для линолеума, для салонов автомобилей, для изготовления сменных фильтров, в качестве обтирочных материалов, в мебельной, швейной и обувной промышленности (подкладочные ткани, стельки, кармашки, укрепление швов и др.). Геотекстиль дорожный широко применяется в современном проектировании автомобильных дорог.

В качестве объектов исследования были выбраны 2 термоскрепленных и 2 иглопробивных нетканых полотна, выработанных из полиэфирных волокон. Характеристика объектов исследования приведена в *таблице 1*.

**Таблица 1. Характеристика объектов исследования**

Наименование образцов	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Толщина, мм	Средняя плотность, мг/мм <sup>3</sup>	Объемное заполнение, %	Заполнение по массе, %	Объемная пористость, %	Общая пористость, %
М 80	80	0,48	0,167	76,2	87,2	23,8	12,8
М 140	140	0,74	0,189	73,0	85,4	27,0	14,6
М 190	190	1,12	0,170	75,8	87,0	24,2	13,0
М 210	210	1,48	0,142	79,7	89,1	20,3	10,9

Полотна М80 и М140 являются термоскрепленными, а М190 и М210 – иглопробивными. Образцы подвергались воздействию кислоты HCl и щелочи NaOH различных концентраций. Время воздействий также варьировалось. После каждого цикла воздействия измерялась толщина полотен. Результаты определения толщины приведены в *таблице 2*.

**Таблица 2. Толщина нетканых геотекстильных полотен, мм**

Время воздействия, дни	Наименование полотна			
	М 80	М 140	М 190	М 210
Воздействие кислоты HCL				
Концентрация 1,5 г/л				
0	0,48	0,87	1,48	1,12
6	0,47	0,86	1,45	1,12
12	0,46	0,85	1,44	1,06
18	0,45	0,79	1,43	1,00
Концентрация 5 г/л				
0	0,48	0,87	1,48	1,12
6	0,46	0,86	1,48	1,03
12	0,46	0,82	1,46	0,94
18	0,44	0,78	1,41	0,93
Концентрация 10 г/л				
0	0,48	0,87	1,48	1,12
6	0,46	0,83	1,44	1,01
12	0,45	0,77	1,42	0,93
18	0,42	0,72	1,39	0,90
Воздействие щелочи NaON				
0	0,48	0,87	1,48	1,12
6	0,45	0,85	1,46	1,11
12	0,43	0,84	1,44	1,10
18	0,40	0,82	1,42	1,09

Можно отметить, что после воздействия химических реактивов толщина нетканых полотен уменьшается.

В качестве критерия стойкости к химическим воздействиям была выбрана разрывная нагрузка, которая определялась на испытательной системе Инстрон серии 4411 в соответствии с ГОСТ Р 53226-2008 [1]. Результаты определения разрывной нагрузки нетканых полотен приведены в *таблице 3*.

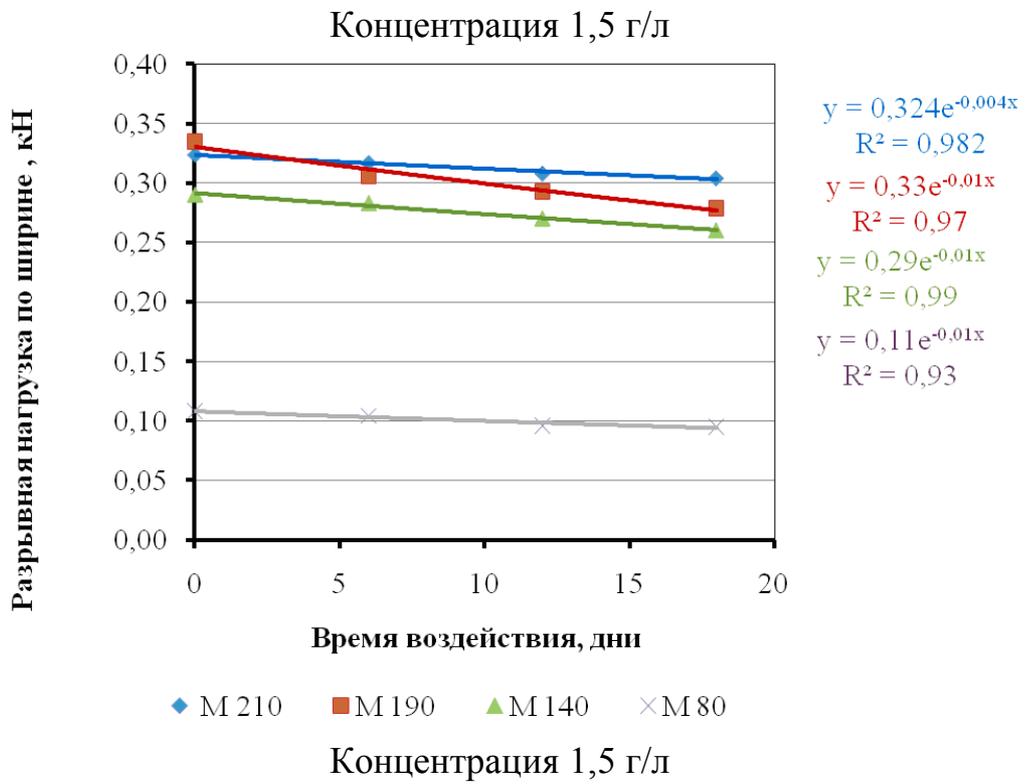
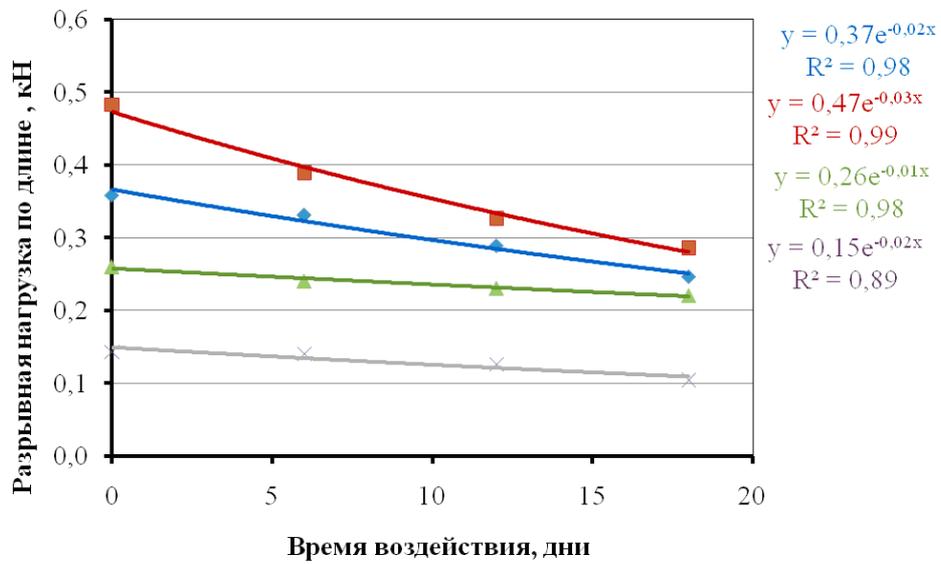
Из *таблицы 3* видно, что с увеличением концентрации химических реактивов и времени их воздействия прочность нетканых полотен снижается, причем у термоскрепленных полотен изменение разрывной нагрузки происходит более интенсивно, что связано с меньшей толщиной образцов по сравнению с иглопробивными материалами. Разрывная нагрузка по длине полотна имеет более высокие значения, чем по ширине. Также мож-

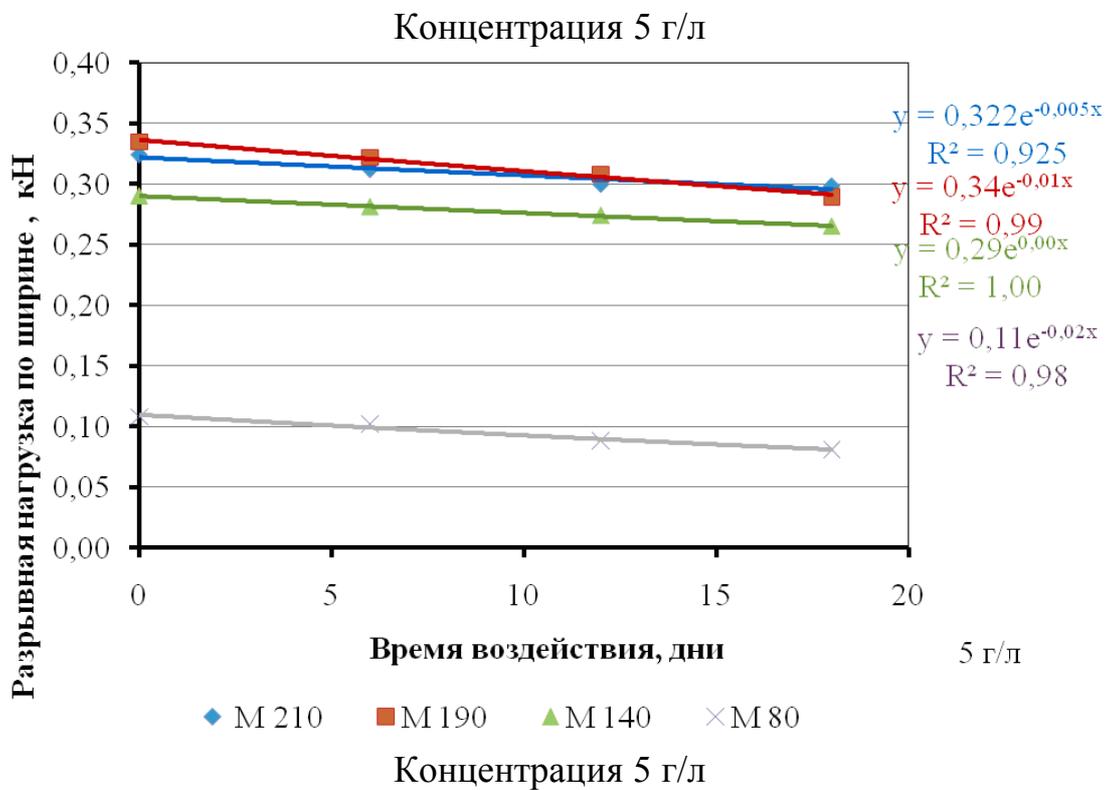
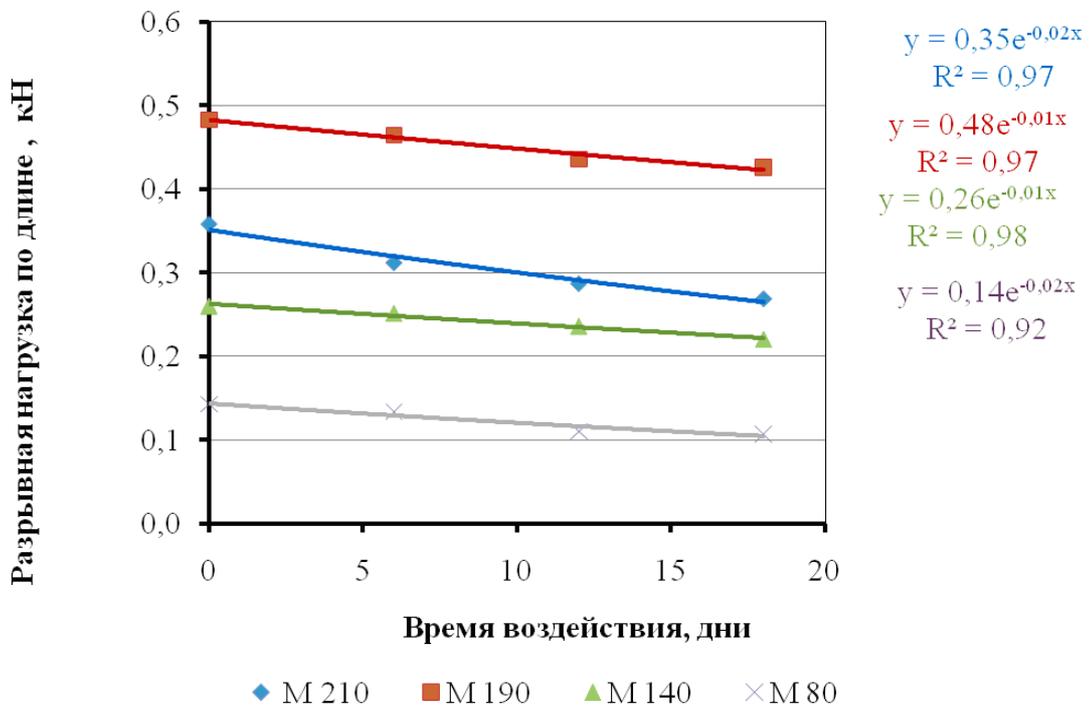
но отметить, что щелочь оказывает более разрушающее воздействие на полотно, чем кислота.

**Таблица 3. Разрывная нагрузка нетканых полотен после воздействия химических реактивов, кН**

Время воздействия, дни	Наименование полотна							
	М 210		М 190		М 140		М 80	
	по длине	по ширине	по длине	по ширине	по длине	по ширине	по длине	по ширине
Воздействие кислота HCl								
Концентрация 1,5 г/л								
0	0,3580	0,3238	0,4827	0,3345	0,2600	0,2900	0,1428	0,1081
6	0,3309	0,2870	0,3890	0,2600	0,2405	0,2900	0,1400	0,1042
12	0,2885	0,2580	0,3260	0,2130	0,2305	0,2800	0,1256	0,0960
18	0,2459	0,2185	0,2860	0,1933	0,2205	0,2600	0,1043	0,0950
Концентрация 5 г/л								
0	0,3580	0,3238	0,4827	0,3345	0,2600	0,2900	0,1428	0,1081
6	0,3168	0,2683	0,4640	0,3216	0,2513	0,2714	0,1336	0,1021
12	0,2871	0,2564	0,4352	0,3211	0,2058	0,2860	0,1102	0,0885
18	0,2690	0,2185	0,4256	0,2893	0,2001	0,2832	0,1071	0,1026
Концентрация 10 г/л								
0	0,3580	0,3238	0,4827	0,3345	0,2600	0,2900	0,1428	0,1081
6	0,3109	0,3138	0,4450	0,3103	0,2527	0,2692	0,1419	0,1061
12	0,3050	0,2070	0,4395	0,2482	0,2409	0,2458	0,1329	0,1030
18	0,2660	0,1933	0,3326	0,2450	0,2021	0,1420	0,1317	0,0947
Воздействие щелочи NaOH (концентрация 3 г/л)								
0	0,3580	0,3238	0,4827	0,3345	0,2600	0,2900	0,1428	0,1081
6	0,2550	0,2200	0,4150	0,3240	0,2120	0,2830	0,1390	0,1070
12	0,2430	0,2130	0,4060	0,2980	0,2060	0,2400	0,1310	0,1030
18	0,2050	0,1980	0,4030	0,2610	0,2020	0,2060	0,1090	0,0610

На *рисунке 1* приведены графики зависимости разрывной нагрузки нетканых полотен от времени воздействия кислоты различных концентраций.





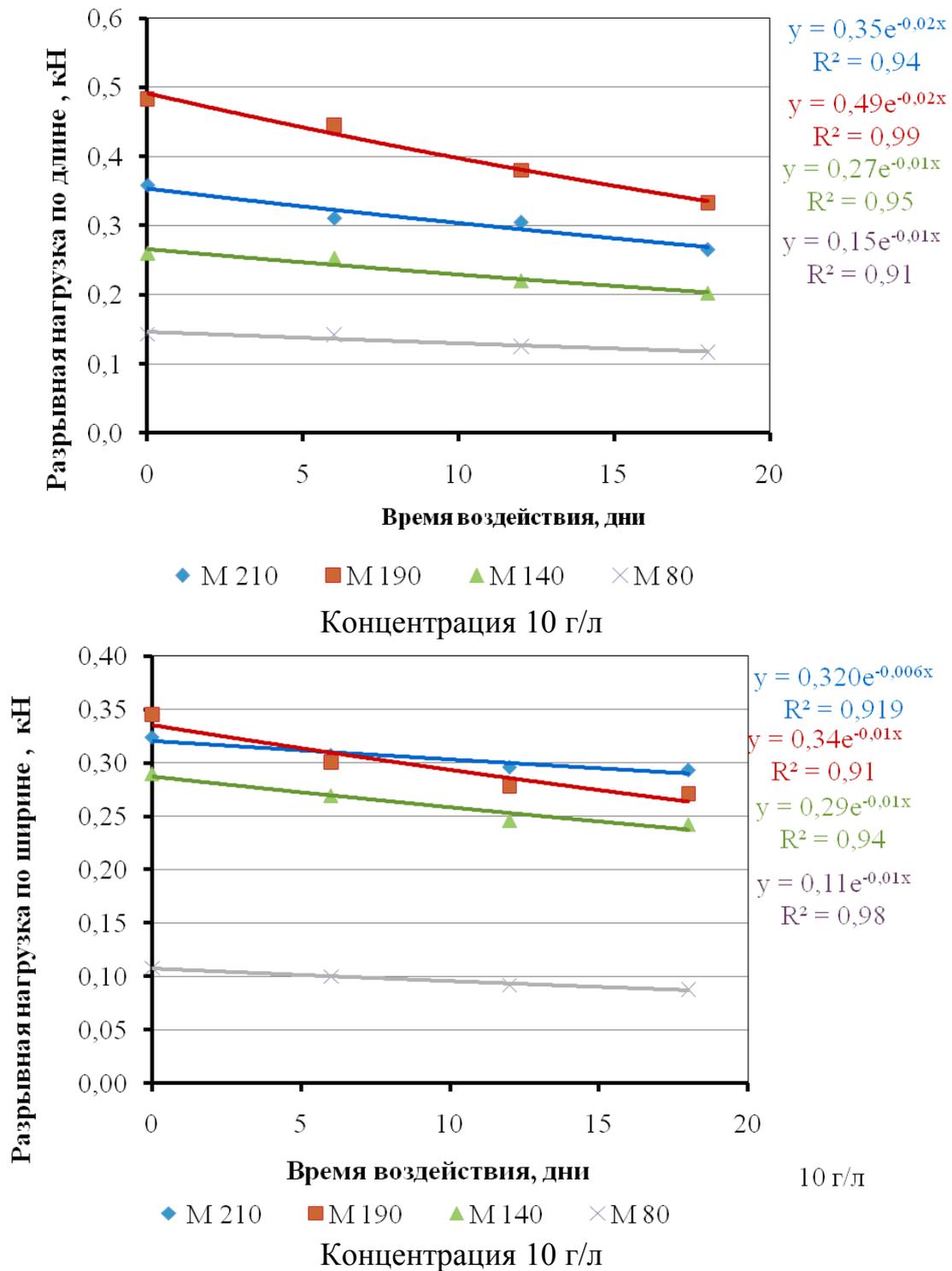


Рисунок 1. Зависимость разрывной нагрузки нетканых полотен от времени воздействия кислоты различных концентраций

Из графиков видно, что наиболее интенсивно разрушается полотно M190, выработанное иглопробивным способом, так как оно имеет более разрыхленную структуру, по сравнению с термоскрепленными полотнами. Зависимость разрывной нагрузки нетканых полотен от длительности воздействия кислоты определяется экспоненциальным законом.

На рисунке 2 представлены графики зависимости разрывной нагрузки от времени воздействия щелочи.

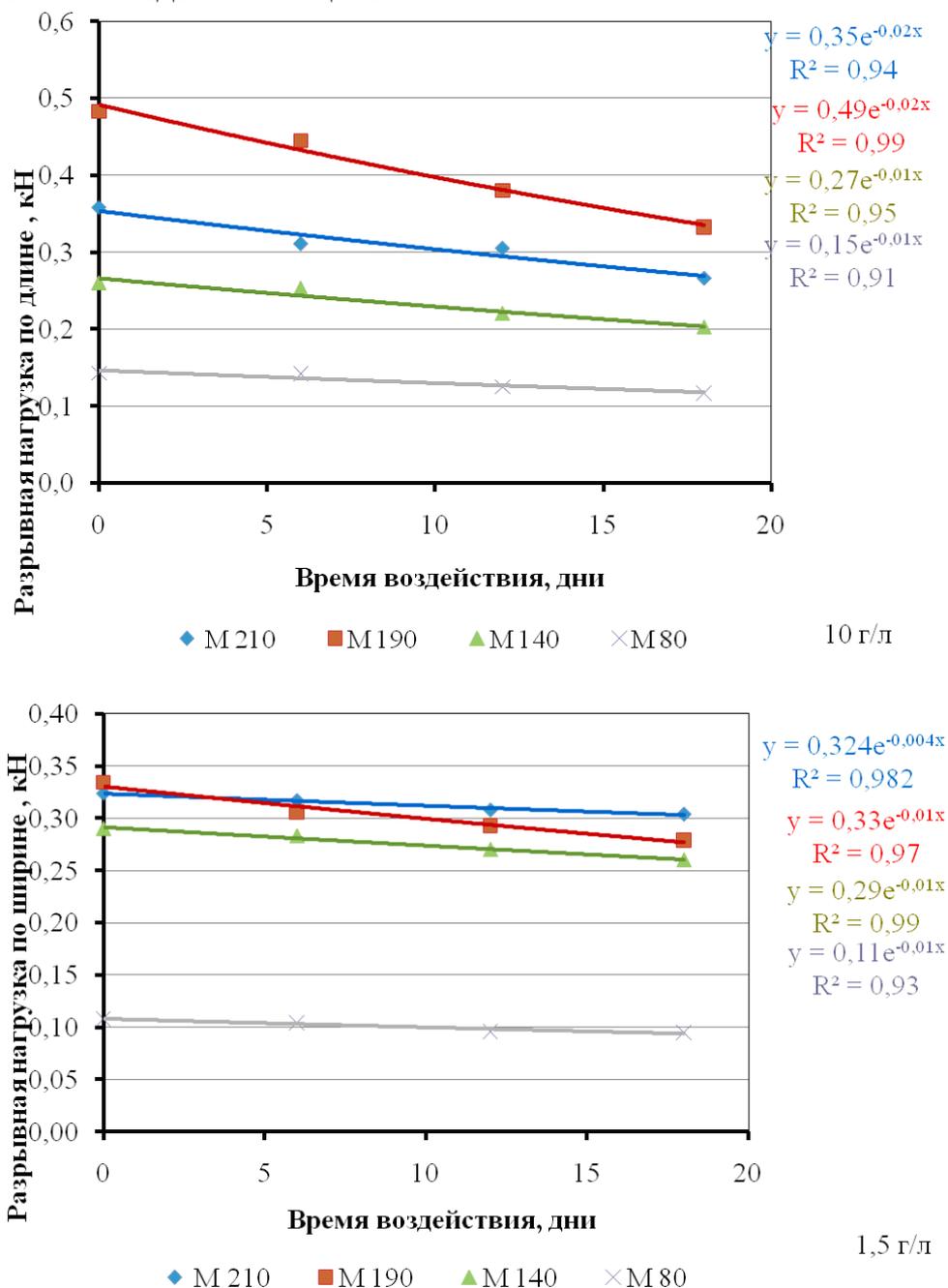


Рисунок 2. Зависимость разрывной нагрузки нетканых полотен от времени воздействия кислоты различных концентраций

Зависимость разрывной нагрузки нетканых полотен от длительности воздействия щелочи определяется экспоненциальным законом.

### Литература

1. ГОСТ Р 53226-2008 Полотна нетканые. Методы определения прочности.

**Н. А. Виноградова, Ю. С. Шустов, С. В. Плеханова**

Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина

## **Особенности подтверждения соответствия льняных тканей**

В последнее время в мире возрос интерес к льняным тканям, который вызван полезными свойствами этого натурального материала. Потребительские свойства льна настолько высоки, что сравнение с другими натуральными волокнами всегда только в его пользу. Льняные ткани имеют высокие прочностные характеристики, высокую стойкость к истиранию, обладают хорошей гигроскопичностью и влаговпитывающей способностью, имеют красивый внешний вид.

Растущая конкуренция требует от предприятий не только четкого соблюдения стандартов качества продукции, но и его официального подтверждения соответствия. Важным и необходимым условием для успешной экономической деятельности в России становится процедура подтверждения соответствия.

Льняные ткани вырабатываются чистольняными, льняными и полульняными с применением хлопчатобумажной пряжи и химических волокон. Производство полульняных тканей обусловлено экономией льняного волокна, улучшением внешнего вида и некоторых эксплуатационных свойств, снижением стоимости тканей. Льняные ткани занимают в ОКП позицию от 83000 продукция текстильной промышленности - ткани готовые и материалы нетканые, до 83 3855. Стандартная классификация льняных тканей представлена в ГОСТ 4.4 «Ткани и штучные изделия чистольняные, льняные и полульняные бытового назначения. Номенклатура показателей». На территории РФ существует постановление об обязательной сертификации продукции и услуг. Декларация о соответствии — документ, в котором производитель удостоверяет, что поставляемая им продукция соответствует требованиям определенных стандартов качества. Если продукция входит в указанную «Номенклатуру продукции подлежащих обязательной сертификации», то для ее реализации или прохождения таможенной очистки необходимо получение сертификата соответствия в системе ГОСТ Р. Если продукция не подлежит обязательной сертификации, то для нее возможно оформление либо отказного письма, либо добровольного сертификата. Отказное письмо — справка, выдаваемая аккредитованным в соответствующей системе органом и сообщающая о том, что данная продукция не подлежит обязательной сертификации в данной системе сертификации.

Указанная «номенклатура, подлежащая обязательной сертификации» — это подмножество «Общероссийского классификатора продукции ОК 005-93». Сертификация льняных тканей производится в соответствии с Постановлением Правительства № 982 от 2 февраля 2010 года. Данное Постановление включает в себя 2 перечня продукции, которые помогают определить, подлежит ли продукция обязательному подтверждению соответствия в системе ГОСТ Р. В данном документе также указаны и перечислены ссылки на необходимые стандарты, в которых указаны все нормативные документы для конкретной продукции. Если продукция не перечислена ни в одном из перечней, тогда это свидетельствует о том, что она не подлежит обязательному подтверждению соответствия и на нее необходимо оформить другие документы. Например, отказное письмо ВНИИС или Органа по сертификации. Данные письма оформляются для таможенных органов или для реализации продукции. Данное письмо подтверждает отсутствие продукции в обоих перечнях Постановления Правительства и говорит о том, что на данный вид продукции не требуются документы, подтверждающие ее соответствие определенным нормативным документам. Таким образом, из данного Постановления следует, что обязательному подтверждению соответствия в виде декларации о соответствии подлежат: ткани чистольняные, льняные и полульняные бельевые и штучные изделия льняные и полульняные полотенежные (включая детские), ткани и штучные изделия льняные и полульняные махровые (включая детские), включая: чистольняные, полульняные бельевые, штучные изделия льняные и полульняные полотенежные, ткани и штучные изделия льняные и полульняные махровые, ткани чистольняные, льняные и полульняные одежные. Остальные ткани подлежат добровольной сертификации, а детские — обязательной.

В качестве объектов исследования было выбрано 10 образцов льняных и полульняных тканей бельевого назначения. Данные ткани указаны в Перечне продукции, которая подлежит обязательному подтверждению соответствия в форме Декларирования о соответствии. Исходя из этого документа, льняные ткани должны пройти испытания только на «устойчивость окраски: к стирке, «поту», трению». В условиях современного рынка перед всеми предприятиями стоит задача производства не только безопасной, но и конкурентоспособной продукции, то есть продукции, способной удовлетворять требования потребителя. С целью расширения информации об объектах исследования, т.е. информации о потребительских свойствах льняных тканей в работе была проведена добровольная сертификация. Для покупателя именно добровольная сертификация оказывается более информативной и привлекательной, чем обязательная, т.к. подтверждает соответствие ряда показателей качества, дополняющих безопасность.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольное подтверждение соответствия может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, условиям договоров.

В качестве показателей качества при проведении добровольной сертификации были исследованы следующие показатели: усадка после стирки, стойкость к истиранию, разрывная нагрузка, несминаемость, воздухопроницаемость, гигроскопичность. Все испытания были проведены по стандартным методикам. Полученные результаты испытаний сравнивались с нормами соответствующих стандартов. Результаты испытаний приведены в *таблице*.

По результатам испытаний можно сделать вывод, что наименьшая усадка по основе отмечена у образцов 1 и 2, наибольшая – у образцов 3 и 7. По утку наименьшая усадка наблюдается у образцов 1 и 7, наибольшая усадку у образцов 3 и 9. У образца №3 отмечена наибольшая усадка как по основе, так и по утку. Наименьшей разрывной нагрузкой по основе обладают образцы 6, 10 и 8, а по утку – 7, 8, 2. Образец ткани № 8 показала низкие значения и по основе, и по утку, следовательно, данная ткань наименее прочная из всех представленных. Почти все образцы оказались малосминаемыми. Только образцы ткани 1 и 2 обладают средней сминаемостью. Самым несминаемым по основе оказался образец 10, по утку – образцы 6 и 8. По результатам испытаний можно сделать вывод, что наибольшей воздухопроницаемостью обладают образцы тканей 1 и 2, средней – образцы 7 и 3, что в 1,5 раза меньше, чем у 4 и 6 образцов, наименьшей воздухопроницаемостью обладает образец 5, что в 5 раз меньше, чем у образцов с наибольшей воздухопроницаемостью. Установление соответствия фактических результатов испытаний льняных тканей бельевого назначения с нормами стандарта проводилось по ГОСТ 10138-93 «Ткани льняные и полульняные бельевые. Общие технические условия». Исходя из полученных результатов гигроскопичности, можно сказать, что материалы 1, 2, 3, 4, 5 обладают хорошей гигроскопичностью (15, 13, 17, 15, 12 % соответственно) а материал 10 обладает очень низкой гигроскопичностью (5 %).

Как видно из таблицы, значения усадки почти всех образцов не соответствуют нормам стандарта. Все остальные значения показателей соответствуют указанным нормативам. Это свидетельствует о том, что добровольный сертификат соответствия на данную продукцию выдать можно, исключив из него показатель “изменение размеров тканей после мокрых обработок”. Можно дать рекомендацию предприятию, осуществляющему заключительную отделку тканей подавать материалы в отделочное производство с припуском, чтобы уменьшить это негативное явление в тканях.

### Результаты оценки качества основного материала образцов

№ п/п	Наименование показателя	Результаты испытаний										Норма
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Усадка, %											не более
	– по основе	- 5,0	- 5,0	- 9,0	- 8,0	- 7,1	- 7,0	- 9,5	- 8,0	- 7,5	- 8,7	6,0
	– по утку	- 2,5	- 4,5	- 7,0	- 4,1	- 5,5	- 6,5	- 2,2	- 6,5	- 7,5	- 6,0	4,0
2	Стойкость к истиранию, циклы	более 25000	более 25000	более 25000	более 25000	более 25000	более 25000	более 25000	более 25000	более 25000	более 25000	не менее 6000
3	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	448	422	234	179	193	132	332	175	100	153	не менее 100
4	Разрывная нагрузка, Н											не менее 490/490–
	– по основе	826±44	880±119	1563±130	1330±137	740±34	703±85	790±68	723±57	806±85	713±34	ЧЛиЛ,
	– по утку	693±19	575±35	1277±78	1041±47	850±67	1065±77	556±29	561±19	607±20	662±46	274/490– ПЛ
5	Несминаемость, %											не менее
	– по основе	42,8	44,0	52,0	52,4	52,3	50,7	49,2	51,0	51,1	53,7	45
	– по утку	42,7	47,0	49,4	46,8	51,1	54,1	48,7	54,1	48,7	51,0	45

**А. Р. Бедретдинова, Д. В. Носова, А. А. Шупейкина, А. В. Курденкова,  
А. Ф. Давыдов**

Московский государственный текстильный университет им. А. Н. Косыгина

## **Оценка качества тканей специального назначения различного волокнистого состава после многократных стирок**

Ткани специального назначения имеют широкую область применения. Спецодежда, рабочая одежда, специальная одежда, униформа, рабочая форма, одежда для рабочих – это специально разработанная и созданная одежда (халат, рабочий костюм, комбинезон, нарукавники, перчатки, рабочие рукавицы), призванная защищать работника от вредного воздействия окружающей среды и обеспечивать ему комфортные условия для работы.

При создании современной рабочей одежды применяются высококачественные натуральные и синтетические ткани, для защитной спецодежды дополнительно используется особый покрывающий слой или пропитка. Одежда делится на несколько направлений по сферам применения и факторам защиты.

Для исследования были отобраны 3 образца тканей фирмы «Моготекс» (производство Белоруссия) со смешанным сырьевым составом (*таблица 1*). Исследуемые ткани имели водоотталкивающую пропитку.

Наибольшей поверхностной плотностью обладает ткань 3, что связано с тем, что данный образец выработан из нитей с наибольшей линейной плотностью. Наименьшую поверхностную плотность имеет ткань 2, выработанная из нитей с наименьшей линейной плотностью. У всех тканей линейная плотность нитей по основе больше, чем линейная плотность нитей по утку. Наибольшее линейное заполнение по основе имеет ткань 3, выработанная с наибольшей плотностью по основе, а также имеет наибольшее заполнение по утку, так как она выработана из нитей с наибольшим диаметром. Наибольшее поверхностное заполнение имеет ткань 3, а наименьшее – ткань 1, так как она выработана из нитей с наименьшей линейной плотностью. Наибольшую общую пористость имеет ткань 1, так как она имеет наименьшее заполнение по массе ткани, а наименьшую – ткань 2.

**Таблица 1. Структурные характеристики объектов исследований**

Наименование показателей	Артикулы		
	00С65-КВ	02С16-КВ	06С29-КВ
Цвет тканей	зеленый	синий	зеленый
Состав ткани	24% п/э, 76 % хлопок	40% п/э, 60 % хлопок	67% п/э, 33% хлопок
Переплетение	саржа	полотняное	комбини- рованное
Линейная плотность ткани $M'$ , г/м	310	245	150
Поверхностная плотность тка- ни $M_1$ , г/м <sup>2</sup>	290	280	310
Линейная плотность нитей ос- новы $T_o$ , текс	59	51,5	137
Линейная плотность нитей ут- ка $T_y$ , текс	98	41	65
Число нитей основы на ткани $P_o$	150	370	250
Число нитей утка на ткани $P_y$	120	210	100
Толщина ткани $b$ , мм	0,55	0,46	0,56
Средняя плотность ткани $\delta_t$ , мг/мм <sup>3</sup>	0,53	0,61	0,55
Расчетный диаметр нити осно- вы $d_o$ , мм	0,38	0,33	0,56
Расчетный диаметр нити утка $d_y$ , мм	0,49	0,3	0,39
Линейное заполнение ткани по основе $E_o$ , %	57	92,1	96,4
Линейное заполнение ткани по утку $E_y$ , %	58,8	63	39
Поверхностное заполнение $E_s$ , %	82,3	97,1	97,8
Объемное заполнение $E_v$ , %	70,6	81,3	73,3
Заполнение ткани по массе $E_m$ , %	37,9	43,5	39,3
Поверхностная пористость ткани $R_s$ , %	17,7	2,9	2,2
Объемная пористость ткани $R_v$ , %	29,4	18,7	26,7
Общая пористость ткани $R_m$ , %	62,1	56,5	60,7

В работе проведено исследование физико-механических свойств после воздействия многократных стирок. Максимальное количество стирок составило 10. Стирки проводились в соответствии с ГОСТ [1]

Разрывные характеристики определялись на испытательной системе Инстрон серии 4411 в соответствии с ГОСТ 3813-72 [2].

Результаты определения механических свойств специальных тканей после многократных стирок приведены в *таблице 2*.

**Таблица 2. Результаты определения механических свойств специальных после многократных стирок**

Наименование показателя	Артикул 00С65-КВ		Артикул 02С16-КВ		Артикул 06С23-КВ	
	основа	уток	основа	уток	основа	уток
без стирок						
Разрывная нагрузка $P_r$ , Н	1130	749,3	1005	909,0	1276	676,2
Разрывное удлинение $\epsilon_r$ , мм	15,27	14,12	17,85	15,58	17,01	18,04
Раздирающая нагрузка, Н	42,7	39,7	36,9	36,2	42,7	47,5
после 5 стирок						
Разрывная нагрузка $P_r$ , Н	1072	687,2	983,2	777,4	1118	611,7
Разрывное удлинение $\epsilon_r$ , мм	13,16	12,22	15,22	14,05	15,38	14,51
Раздирающая нагрузка, Н	40,5	38,1	35,4	32,3	40,0	44,5
после 10 стирок						
Разрывная нагрузка $P_r$ , Н	966,2	496,4	913,6	404,4	785,5	585,5
Разрывное удлинение $\epsilon_r$ , мм	11,05	11,18	14,22	12,75	11,08	12,81
Раздирающая нагрузка, Н	36,9	36,2	34,8	29,0	35,4	32,3

Из *таблицы 2* видно, что с увеличением количества стирок разрывная нагрузка и разрывное удлинение снижаются. Разрывная нагрузка по основе имеет более высокие значения, чем по утку. Наибольшей разрывной нагрузкой по основе обладает ткань 3, выработанная из хлопкополиэфирной пряжи. Наименьшую разрывную нагрузку по основе имеет

ткань 2. Разрывная нагрузка по утку у ткани 2 является наибольшей, наименьшая разрывная нагрузка у ткани 3. Разрывное удлинение по основе у ткани 2, является наибольшим, а у ткани 1 – наименьшим. Разрывное удлинение по утку наибольшее у ткани 3, а наименьшее у ткани 1. Указанные выше закономерности частично сохраняются и после многократных стирок.

Из *таблицы 2* видно, что с увеличением количества стирок раздирающая нагрузка снижается. Раздирающая нагрузка по основе имеет более высокие значения, чем по утку. Наибольшей раздирающей нагрузкой обладают ткани 3, наименьшей – ткань 2. Раздирающая нагрузка по утку является наибольшей у ткани 3, наименьшей у ткани 2.

В работе проведено сравнение результатов определения механических свойств исследуемых специальных тканей с нормами ГОСТ 11209-85 [3]. Все ткани соответствуют нормам.

Также в работе проведено исследование влияния многократных стирок на стойкость к истиранию тканей специального назначения. Результаты испытаний приведены в *таблице 3*.

**Таблица 3. Стойкость к истиранию тканей специального назначения**

Артикул ткани	Количество циклов истирания после стирок		
	0 стирок	5 стирок	10 стирок
00С65-КВ	10693	8973	7074
02С16-КВ	10615	9724	6927
06С23-КВ	11120	8517	6866

Наибольшей стойкостью к истиранию обладает ткань 3, наименьшей – ткань 2.

В *таблице 4* приведены результаты определения физических свойств тканей специального назначения. Показатели качества определялись в соответствии с ГОСТ 3816-81 [4]

При исследовании физических свойств после многократных стирок специальных тканей было установлено, что:

- наибольшей воздухопроницаемостью обладает ткань 2, наименьшей – ткань 1;
- наибольшую водоупорность имеют образцы 1 и 3, наименьшую – образец 2;
- наибольшее водопоглощение имеет образец 3, наименьшее – образец 1.

**Таблица 4. Результаты определения физических свойств тканей специального назначения**

Количество стирок	Артикул ткани		
	00С65-КВ	02С16-КВ	06С29-КВ
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$			
0 стирок	30,5	42,5	34,6
5 стирок	29,1	37,3	30,8
10 стирок	26,1	34,6	28,8
Водоупорность, мм вод. ст			
0 стирок	25	10	25
5 стирок	23	9	22
10 стирок	20	7	17
Водопоглощение, %			
0 стирок	6,6	66,7	30,0
5 стирок	10,5	72,3	32,2
10 стирок	12,3	75,9	35,6

В целом по работе можно сделать следующие выводы:

1. С увеличением количества стирок снижаются механические свойства, а также воздухопроницаемость и водоупорность, что связано с сырьевым составом и наличием пропитки. Однако водопоглощение увеличивается.

2. В работе проведено сравнение нормами с ГОСТ 11209-85. Установлено, что все исследуемые ткани соответствуют нормам по всем показателям.

### Литература

1. *ГОСТ 30157.1-95* Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Режимы обработок.

2. *ГОСТ 3813-72* Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении.

3. *ГОСТ 11209-85* Ткани хлопчатобумажные и смешанные защитные для спецодежды. Технические условия.

4. *ГОСТ 3816-81* Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.

**А. С. Соколов, Н. М. Федосова, С. М. Вихарев**

Костромской государственной технологической университет

## **Разработка алгоритма расчета комплексной оценки качества льняных стеблей**

При решении проблемы улучшения качества волокнистой продукции льна важным является расширение информативности, повышение точности и объективности сведений, получаемых в процессе изучения особенностей строения волокнистого сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на всех стадиях ее жизненного цикла, начиная с селекционной работы с этой культурой. Особенно актуальным становится внедрение информационных технологий, обеспечивающих качественный сбор измерительной информации, анализ и оценку данных, там, где распространены органолептические, отличающиеся субъективизмом, и инструментальные, отличающиеся высокой трудоемкостью, методы оценки.

Что касается льняных стеблей, то для оценки качества и прогнозирования их пригодности к обработке с целью получения длинного волокна применяются морфологический и анатомический анализ. При проведении последнего используются те или иные характеристики лубяных пучков, элементарных волокон, оцениваемые, как правило, органолептически.

Предложенное ранее решение в части совершенствования морфологического и анатомического анализа льняных стеблей предполагает использование современных цифровых фото- и видеоустройств и специального программного обеспечения, что позволяет получать более объективную информацию об особенностях исследуемого материала и в некоторой степени стандартизировать его оценку [1, 2]. Предложено при анатомическом анализе по изображению поперечного среза стебля определять форму лубяных пучков с подсчетом обобщенного эксцентриситета, долю площади лубяных пучков на срезе, а также долю одревесневшей площади пучков. По величине указанных характеристик подсчитывается комплексный показатель качества. Для оценки морфологического строения льняных стеблей предложены их общая длина, мыклость и удельная сбежистость, которые обобщаются методом средней геометрической комплексной оценки. В качестве недостатка этой работы следует отметить отсутствие обобщенной оценки льняного сортаобразца по результатам анатомического и морфологического анализа.

Традиционные подходы к построению комплексных оценок предполагают определение коэффициентов весомости отдельных единичных показателей качества, осуществляемое посредством экспертного опроса или

анализа экспериментальных массивов данных. В последнем случае полученные коэффициенты будут актуальны для конкретного массива.

Следует отметить, что в части градации отдельных морфологических и анатомических характеристик практически отсутствуют четкие критерии уровня качества. Чаще всего применяется качественная интерпретация экспериментальных данных.

Одним из возможных решений этой проблемы может стать применение алгоритмов и правил нечеткой логики, поскольку она предполагает использование математических средств, позволяющих построить модель, адекватную реальности, при неточности, неопределенности анализируемых данных или их качественной интерпретации.

На *рисунке* представлен алгоритм автоматизированной комплексной оценки качества льняных стеблей по совокупности их морфологических и анатомических характеристик с применением аппарата нечеткой логики.

Как отмечено выше, в [2] предложен ограниченный перечень характеристик анатомического строения льняных стеблей. Однако наряду с уменьшением трудоемкости проведения этого анализа необходимо получать полную информацию об анализируемом материале. Так, по мнению специалистов помимо формы и площади лубяных пучков содержание волокна в стебле льна зависит также и от степени развития коровой части стебля, которое можно выразить через соотношение толщины коры и древесины [3]. Эта характеристика достаточно быстро и просто определяется по изображению поперечного среза стебля с помощью программных средств, поэтому она предложена в качестве дополнения к имеющемуся перечню [2].

В части анализа результатов морфологического анализа с применением нечеткой логики задача решена [4]. В настоящее время обобщаются экспериментальные данные анатомического анализа тех же сортообразцов льна для реализации предложенного алгоритма. По величине комплексной оценки, которая изменяется от 0 до 100 единиц, исследуемый образец можно отнести к группе высокого, удовлетворительного и низкого качества.

### Литература

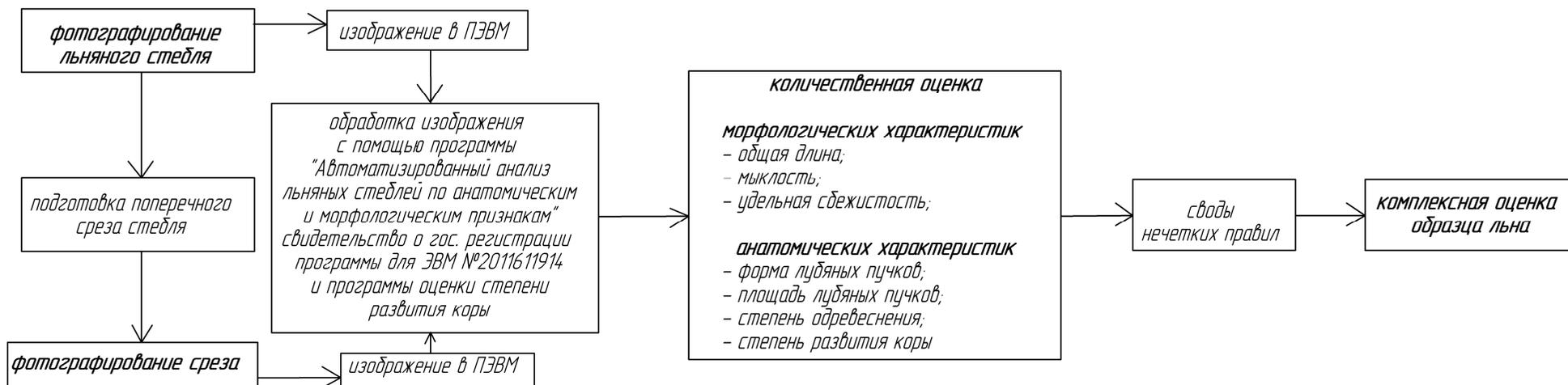
1. *Свидетельство* о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011611914. Автоматизированный анализ льняных стеблей по анатомическим и морфологическим признакам / В. А. Болонкин, С. М. Вихарев, Н. М. Федосова

2. Болонкин, В. А. Совершенствование методов и средств изучения строения льна по анатомическим и морфологическим признакам: дисс.... канд. техн. наук / Болонкин В. А. – Кострома: КГТУ, 2010. – 156 с.

3. Тихвинский, С. Ф. Научная работа по льну-долгунцу в Вятской государственной сельскохозяйственной академии / С. Ф. Тихвинский, С. В. Доронин, А. Н. Дудина, Н. И. Юферева // Научные достижения – льновод-

ству. Материалы науч.-практ. конф. «Основные результаты и направления развития научных исследований по льну-долгунцу». – Торжок: ГНУ ВНИИЛ Россельхозакадемии, 2010. – С. 48–51.

4. *Соколов А. С.* Программная реализация алгоритма автоматизированного анализа качества льносырья на основе аппарата нечеткой логики / А.С. Соколов, Н.М. Федосова, С.М. Вихарев // Сетевой электронный научный журнал «Научный вестник Костромского государственного технологического университета», 2011, №1. – Дата выпуска: 04.05.11. – Режим доступа: <http://vestnik.kstu.edu.ru> (дата обращения – 23.03.12).



Алгоритм автоматизированной комплексной оценки качества льняных стеблей с применением аппарата нечеткой логики

## **Методология создания электронных картотек с многокритериальным поиском данных**

Задачи каталогизирования и быстрого доступа к электронным документам стоят во многих областях человеческой деятельности, будь то ведение электронной библиотеки, бухгалтерский учет, научные исследования и пр. Так, в основе любой научной работы лежат результаты предварительного анализа объекта исследования на базе изучения научной и справочной литературы. Результатом таких исследований являются многочисленные ссылки на источники данных, подкрепленные копиями документов или их фрагментов, иллюстрации, таблицы первичных экспериментальных данных, результаты их обработки и другой фактический материал. В случае же достаточно продолжительной работы исследователя в одной или нескольких конкретных областях научных знаний данные накапливаются, и со временем без внедрения вспомогательных средств эффективная работа с ними будет невозможна.

В случае простого хранения документов в иерархической системе директориев на компьютере поиск необходимых данных может вестись только по стандартным критериям, таким как часть имени файла или дата его создания, расширенный поиск потребует развитого навыка обращения с командной строкой. Многокритериальный поиск в большом объеме файлов, который обязательно потребуются для сокращения времени простого просмотра списков имен файлов, вероятнее всего окажется малоэффективным.

Использование современных информационных технологий позволяет автоматизировать процессы накопления, систематизации и поиска необходимых данных. Речь идет о возможности создания программного и информационного обеспечения электронных картотек с разнообразным по формату электронным контентом, разработки системы хранения материалов в электронном виде и выдачи их по запросу в результате многокритериального поиска.

В настоящей работе описывается реализация подобной задачи с использованием современных Интернет-технологий и инструментария, с интуитивно понятным интерфейсом. Основным результатом разработки можно считать формирование методологии построения электронной картотеки как информационной системы (ИС), ориентированной на размещение, хранение, поиск и выдачу по запросу электронных материалов произвольного формата. Предполагается, что значения критериев отбора форми-

руются пользователем в специальной форме, причем сами значения критериев также являются редактируемыми, а потому настраиваемыми пользователем.

**Особенности реализации.** Электронный каталог с настраиваемыми расширенными функциями поиска представляет собой совокупность базы данных и http-сайта – системы управления базой данных, файлового сервера и оболочки, реализующей интерфейс этих компонентов с пользователем. Технологии, задействованные при реализации, – HTML, PHP, javascript, MySQL.

Информационное обеспечение среды – база данных, размещенная на сервере MySQL, которая и является основой для организации информационных потоков между объектами и субъектами системы. Программное обеспечение (ПО) реализовано на языке PHP. Используя содержимое базы данных информационного обеспечения, модули ПО отображают и модифицируют данные в соответствии с функциональной моделью среды посредством динамического создания HTML-форм.

Тесная интеграция технологии PHP и сервера MySQL предопределили выбор в пользу этой связки. СУБД MySQL поддерживает функции доступа и управления данными сторонними приложениями (в противоположность, например, Microsoft Access), что необходимо для сведения информационной и функциональной модели разработанной системы, так же является свободно распространяемой. Язык PHP является развитым и на сегодня широко используемым инструментом для динамического формирования HTML-страниц, вид которых зависит от предыдущих действий пользователя и изменения данных в базе данных сайта.

Как разработка программного и информационного обеспечения, так и эксплуатация ИС реализуются через свободно распространяемую среду разработки Denwer. Локальная среда разработки Denwer (Денвер) удобна в использовании при создании и отладке web-ресурсов на основе php-технологии и построении баз данных на MySQL-сервере.

Denwer – это программа, устанавливающая на компьютере локальный HTTP-сервер Apache, СУБД MySQL и приложение phpMyAdmin. Можно сохранить файлы сайта в определенную папку на жестком диске локальной машины и после этого обращаться к сайту через заданное ему доменное имя из любого браузера. При этом Denwer будет обеспечивать функционирование php-скриптов и возможность работы с базами данных MySQL. Таким образом производится отладка страниц сайта до публикации их на интернет-сервере.

При разработке динамических сайтов (т. е. сайтов, выводимая информация на которых меняется в зависимости от действий пользователя и запрашиваемые страницы имеют расширение .php) Denwer является удобным и даже необходимым инструментом. Если источником данных для

формирования страниц сайта являются таблицы баз данных, то описываемый программный продукт также весьма удобен, так как для обслуживания баз данных MySQL в состав Denweg включена СУБД phpMyAdmin.

phpMyAdmin – это приложение, написанное на PHP и обеспечивающее полноценную, в том числе удаленную, работу с базами данных MySQL через браузер. Так как phpMyAdmin позволяет во многих случаях обойтись без непосредственного ввода команд SQL, то работа с базами данных становится вполне посильной задачей даже для человека, весьма поверхностно знакомого с MySQL.

В качестве примера реализации электронного каталога документов рассмотрена информационная система (ИС) учета достижений студентов СПГУТД.

**Постановка задачи.** Постановление Правительства РФ от 18.11.2011 г. № 945 «О порядке совершенствования стипендиального обеспечения» изменяет порядок назначения повышенных стипендий студентам, обучающимся на бюджетных местах: обязательным условием является документальное подтверждение особых достижений соискателя такой стипендии в учебе, науке, общественной деятельности, спорте и других сферах деятельности, причем документы рассматриваются за определенный временной период. Постановление предписывает вести систематический учет успехов и достижений студентов, что позволит не только обеспечить информационную поддержку работы стипендиальных комиссий, но и контролировать обоснованность назначения повышенных стипендий студентам со стороны контролирующих органов.

В целях реализации постановления создан программный продукт – информационная система, удовлетворяющая требованиям руководящего документа. Система обеспечивает централизованный учет достижений студентов путем регистрации и накопления электронных копий документов (дипломы, грамоты, сертификаты, научные публикации и пр.) и их систематизацию (тип документа, дата получения, категория: учебная или научная работа, культурно-творческая или общественная деятельность, спорт).

Предполагается, что работа по накоплению материалов будет носить систематический и непрерывный характер по следующей схеме: студент, имеющий личную заинтересованность в отражении своих успехов в той или иной сфере деятельности, предоставляет в деканат своего факультета, директорат института или отдел стипендиального обеспечения (ОСО) вуза полученный документ. Создается электронная форма представленного студентом документа, он регистрируется в информационной системе уполномоченными сотрудниками указанных органов управления, и копия помещается для хранения на сервер университета. Собранная таким образом информация используется при работе стипендиальной комиссии при

решении вопроса назначения соискателю повышенной стипендии. Целесообразно хранить документы в течение всего периода обучения студента (магистранта, аспиранта) в вузе.

Исходя из рассмотренной схемы сбора и накопления данных, сформулированы основные требования к информационной системе:

- использование единой для вуза базы данных, как для удобства использования, так и во избежание дублирования данных;
- регулярная актуализация списочного состава обучающихся в соответствии с данными единой базы данных «Студент»;
- доступ к базе данных рассматриваемой ИС должны иметь только сотрудники деканатов/директоратов и отдела стипендиального обеспечения;
- разграничение прав доступа к базе данных для сотрудников по структурным подразделениям: если сотрудники ОСО должны иметь доступ ко всем данным, то сотрудники деканатов/директоратов могут работать только с данными о своих студентах.

**Особенности функционирования и администрирование.** Так как нет необходимости обеспечивать доступ к ИС сторонним пользователям, для размещения компонентов информационного ресурса использованы внутренние серверы университета, доступные только в локальной сети.

Информационная система учета достижений студентов предполагает доступ только уполномоченным пользователям – представителям деканатов/директоратов и ОСО. Вход в систему предполагает прохождение процедуры авторизации, для пользователя заключающейся во введении имени и пароля в окне приглашения системы. Доступ к частям системы вне сферы ответственности данного пользователя пресекается как исключением ссылок в пунктах меню системы, так и программно при обработке запроса на выдачу той или иной страницы http-портала.

Управление записями персонифицировано: в любой момент времени отображаются и обрабатываются данные только одного обучающегося. Для идентификации студента разработана поисковая система, формирующая выборку из базы данных по фрагменту фамилии, шифру группы или номеру студенческого билета, задаваемых в поле поиска (*рисунок 1*).

## Система хранения документов о достижениях студентов Форма выбора студента для работы

иванова

Иванова Татьяна Викторовна, 2-МГ-20, ФИТМ	↑
Иванова Дарья Александровна, 2-МД-9, ФИТМ	
Иванова Виктория Владимировна, 3-МД-10, ФИТМ	≡
Иванова Анастасия Михайловна, 1-ТД-42, ИТМ	
Иванова Анна Михайловна, 2-КД-8с, ИТМ	
Иванова Оксана Николаевна, 3-ТД-6, ИТМ	
Иванова Дарья Александровна, 3-ТД-8, ИТМ	
Иванова Ксения Сергеевна, 3-ШД-1, ИТМ	
Иванова Ксения Викторовна, 4-ТД-10, ИТМ	
Иванова Екатерина Александровна, 5-ТД-7, ИТМ	
Иванова Виктория Витальевна, 5-ШД-1, ИТМ	
Иванова Екатерина Владимировна, 1-ЭД-45с, ИЭБ	
Иванова Ксения Александровна, 1-ЭД-45с, ИЭБ	
Иванова Светлана Сергеевна, 2-ЭД-5, ИЭБ	
Селиванова Ольга Николаевна, 3-ЭД-3с, ИЭБ	↓

Рисунок 1. Форма поисковой системы

Выбор конкретного студента из предложенного поисковой системой списка приводит к поиску в базе данных и отображению уже зарегистрированных (и обязательно документально подтвержденных) достижений, представленных студентом.

Посредством выводимой формы уполномоченный сотрудник не только имеет возможность редактировать записи, но и формировать новые (рисунок 2). Верхняя таблица, отсортированная по времени получения документа о достижении, позволяет увидеть информацию обо всех зарегистрированных успехах студента и просмотреть электронные копии подтверждающих документов. Добавление новых данных производится с помощью формы в нижней части окна, причем заполнение всех полей строго обязательно. Изменение информации с помощью ссылки «Изменить» позволяет менять всю информацию о достижении (но не очищать ее поля), кроме электронной версии подтверждающего документа. Удаление записи производится выбором ссылки «Удалить запись» после подтверждения в окне уведомления.

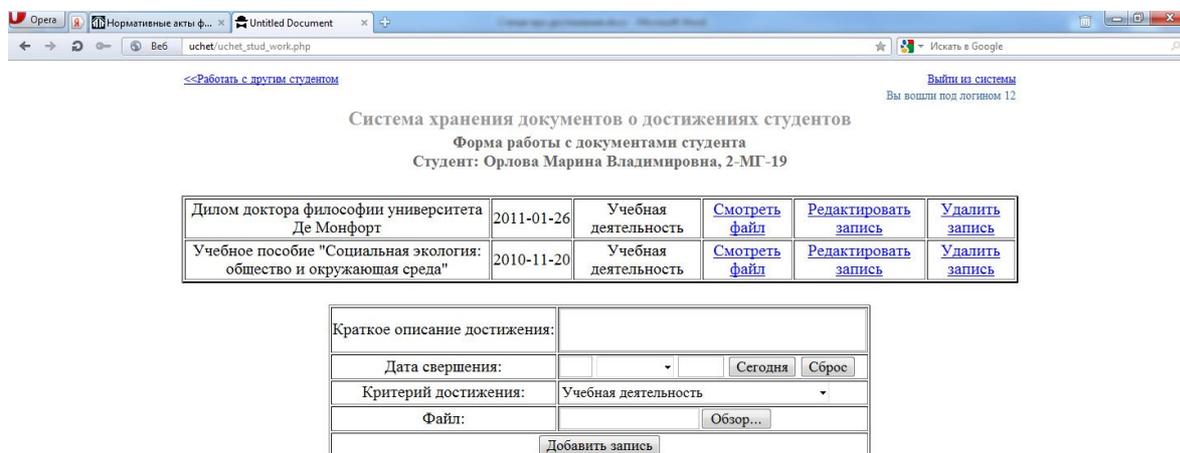


Рисунок 2. Форма работы с персональной информацией

**Практическое использование.** Описанная информационная система внедрена в отделе стипендиального обеспечения СПГУТД, и в настоящее время проводится ввод и накопление документов. Привлечение сотрудников деканатов/директоратов к активному пополнению базы данных документов о достижениях студентов не имеет технических ограничений и определяется лишь предоставлением прав доступа.

Рассмотренная методология создания электронных картотек с многокритериальным поиском может быть рекомендована к использованию при реализации различных проектов, в которых требуется накопление, систематизация и поиск научных материалов и документов вообще.

И. А. Жукова<sup>1</sup>, Д. В. Макосеев<sup>1</sup>, Н. Н. Жуков<sup>2</sup>

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна<sup>1</sup>

Санкт-Петербургский государственный университет<sup>2</sup>

**Облачные технологии.  
Необходимость. Преимущества. Перспективы.  
Первые шаги в автоматизации технологических процессов  
швейного производства**

Работая в Интернете, нельзя обойти вниманием такое распространенное явление, как *облачные технологии*. В последние годы эти приложения все больше набирают популярность, поскольку удобство их использования несомненно и очевидно.

Облачными приложениями называют программное обеспечение, которое доступно для использования в Интернете. Суть технологии заключается в том, что компьютер пользователя задействуется лишь для обеспечения доступа к расположенному в Сети приложению, а все процессы, связанные с использованием этого приложения, выполняются на удаленном сервере.

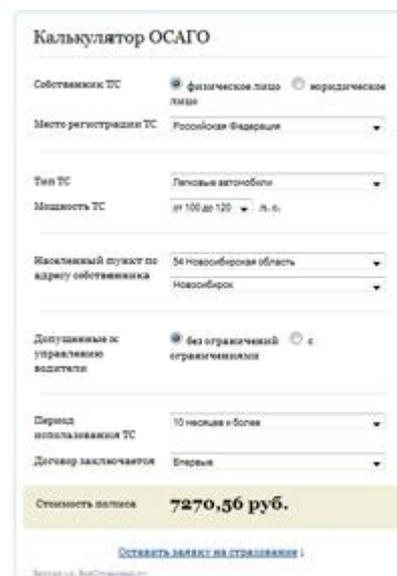
Иными словами, на своем компьютере пользователь работает только с интерфейсом расположенного на сервере приложения и дает те или иные команды. Вся же информация, используемая для данного приложения, а также обработка этой информации выполняются на сервере, что позволяет значительно разгрузить компьютер, освободив его от выполнения многих задач.

Одним из основных преимуществ такой технологии является то, что пользователь получает возможность работы с программным продуктом независимо от конфигурации и быстродействия своего компьютера, так же различных устройств с выходом в интернет. При этом экономится свободное дисковое пространство на компьютере, не требуется тратить деньги на покупку программного обеспечения и пользователь не привязывается к определенному месту работы, что позволяет запускать программу с любого места, будь это рабочее место, дом или вообще вне офиса. Так же немаловажным преимуществом является безопасность работы, поскольку пользователь не устанавливает на свой компьютер программы, плагины и прочие дополнительное программное обеспечение, а пользуется тем, что уже установлено и готово к эксплуатации на удаленном сервере [1].

Однако облачные технологии имеют и недостатки. Главный из них – зависимость от скорости подключения и пропускной способности интернет-канала (при низкой скорости соединения работать невозможно – ком-

пьютер будет тормозить). А если с удаленным сервером возникнут какие-то проблемы, вы не сможете получить доступ к своим данным.

Наиболее характерным примером применения облачных технологий можно назвать индустрию компьютерных игр. Уже никого не удивляет возможность играть с удаленными партнерами-соперниками в самые разнообразные игры, не устанавливая их на компьютер, а пользуясь установленным на удаленном сервере программным обеспечением. Например, одним из таких ресурсов является популярная социальная-сеть [www.vk.com](http://www.vk.com) (ВКонтакте) в который реализован раздел приложения, где вся нагрузка ложится на мощные удаленные компьютеры. Наглядным примером является игра «Онлайн Игры». Также Вконтакте находятся множество прикладных программ: калькулятор ОСАГО (рисунки 1), калькулятор скидок и наценок и др.



The image shows a web form titled "Калькулятор ОСАГО" (OSAGO Calculator). The form contains several input fields and dropdown menus for calculating the cost of an OSAGO policy. The fields are: "Собственник ТС" (Vehicle Owner) with radio buttons for "физическое лицо" (selected) and "юридическое лицо"; "Место регистрации ТС" (Vehicle Registration) set to "Российская Федерация"; "Тип ТС" (Vehicle Type) set to "Легковые автомобили"; "Мощность ТС" (Vehicle Power) set to "от 100 до 120 л. с."; "Каскадный пункт по адресу обслуживания" (Cascading point) set to "54 Новосибирская область" and "Новосибирск"; "Дополнительные ограничения водителя" (Additional driver restrictions) with radio buttons for "без ограничений" (selected) and "с ограничениями"; "Период использования ТС" (Vehicle Use Period) set to "10 месяцев и более"; "Договор заключается" (Contract type) set to "Ежегодно". At the bottom, a yellow box displays the "Стоимость полиса" (Policy Cost) as "7270,56 руб.". A button "Оставить заявку на страхование" (Submit application for insurance) is located below the cost box.

Рисунок 1. Калькулятор ОСАГО

Также облачные технологии применяются в сфере обработки графических объектов и видео файлов. В данном случае пользователь все действия выполняет на удалённом сервере через предоставляемый веб-интерфейс.

При этом редактируемые объекты загружаются на сервер и хранятся там, где их можно всегда открыть для просмотра или дальнейшего редактирования.

Облачные технологии активно применяются для создания и редактирования документов, обработки и хранения корпоративных данных, анти-вирусного сканирования электронной почты, организации систем интернет-безопасности, а также во многих иных сферах. Здесь следует упомянуть про поискового гиганта Google. Данная компания активно продвигает облачные приложения и постоянно разрабатывает новые. В качестве при-

мера рассмотрим Бесплатное веб-приложение от Google «Google Документы» [2].

- Основные составляющие данного приложения:
- Документы – аналог Microsoft Office Word (рисунок 2);
- Таблицы – аналог Microsoft Office Excel (рисунок 3);
- Презентации – аналог Microsoft Office PowerPoint (рисунок 4);
- Рисунки – организационные диаграммы, чертежи, блок-схемы и другие документы (рисунок 5);
- Формы - создания HTML-форм (рисунок 6).

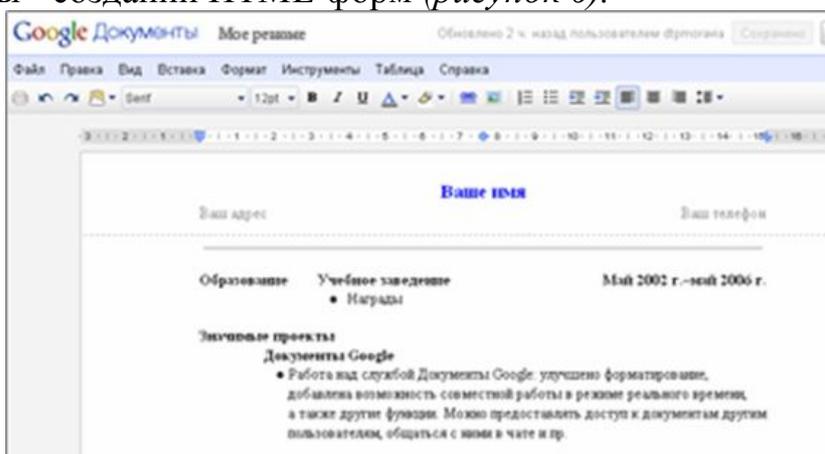


Рисунок 2. Google Документы – Документы

Личный бюджет на месяц				Сводка бюджета на месяц	
ДОХОД	Планир.	Фактисч.	Разница	Планир.	Фактисч.
Заработная плата и премии	2,000.00	2,000.00	0.00	Общая сумма доходов	2,000.00
Дивиденды			0.00	Общая сумма расходов	0.00
Денежные подарки			0.00	Чистая прибыль	2,000.00
Комиссионные			0.00		
Переводы от сбережений			0.00	<b>БЫТОВЫЕ ПОТРЕБНОСТИ</b>	
Другое			0.00	Продукты	
Общая сумма ДОХОДА	2,000.00	2,000.00	0.00	Продукты личного пользования	
Расходы на домашние контакты				Связь	
Ипотечная аренда	1,100.00	1,100.00	0.00	Частные средства	
Средства для/ремонт дома	56.00	56.00	0.00	Образование/курсы	
Земельный налог	50.00	67.00	(17.00)	Кабаре/бары/клубы	
Гаш/шашки	43.00	52.00	(9.00)	Билеты в театры	
				Другое	

Рисунок 3. Google Документы – Таблицы

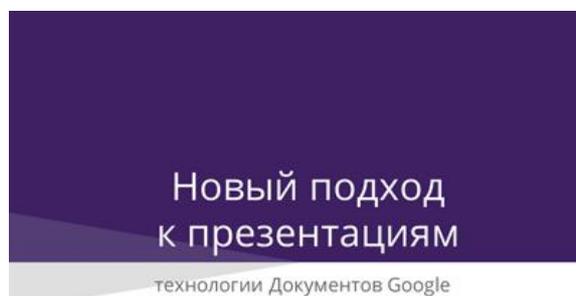


Рисунок 4. Google Документы – Презентации



Рисунок 5. Google Документы – Рисунки

**Пример формы отзыва**

**\* Обязательно**

**Вы уже используете Документы Google? \***  
 Служба включает документы, таблицы, презентации и формы.

Да  
 Нет

**Оцените редакторы Документов Google, которые вы используете. \***

	1	2	3	4	Не использую
Документы	<input type="radio"/>				
Таблицы	<input type="radio"/>				
Презентации	<input type="radio"/>				
Формы	<input type="radio"/>				
Рисунки	<input type="radio"/>				

Рисунок 6. Google Документы – Формы

*Основными преимуществами* данного веб-приложения «Google Документы» по сравнению с Microsoft Office, являются: *бесплатное использование; редактирование и просмотр документов можно на любом компьютере или смартфоне; совместная работа в режиме реального времени.*

По мнению Parallels, в ближайшие 5–10 лет большая часть ИТ переместится в облака пяти различных типов. Будут проприетарные платформенные облака, предоставляющие различные платформенные услуги (*таблица 1*), – Google (тип 1), Microsoft (тип 2) и другие крупные ИТ игроки (тип 3), такие как IBM, Apple, HP и Amazon.

Будут облака услуг (тип 4) (*таблица*), где ожидается возникновение тысяч облачных провайдеров, предлагающих широкий спектр услуг. В качестве примера можно привести веб-хостинг и хостинг приложений, вертикально интегрированные структуры (правительство, здравоохранение, и т. д.), независимых производителей ПО (стратегическое развитие бизнеса,

системы клиентской поддержки и т.д.), телекоммуникационные услуги (голосовая почта, VOIP). И наконец будут облака, управляемые корпоративными ИТ (тип 5), которые будут предоставлять услуги для внутреннего использования и для использования сотрудниками и партнерами [3].

### Типы облачных вычислений

Платформенные облака	Облака услуг
Тип 1: Облако Google	Тип 4: Облака сервис-провайдеров – операторы связи, веб-хостеры, ISV, SaaS
Тип 2: Облако Microsoft	Тип 5: Внутренние облака крупных компаний
Тип 3: Другие облака (например, IBM и Apple – Amazon, Facebook, Adobe и др.)	

При сегодняшнем уровне конкуренции на рынке ИТ залогом успеха является переход к пятому типу облаков или привлечению сторонних ресурсов (разработок) для переход на четвертый тип.

В настоящее время в стадии разработки является создание программы для разработки технологического процесса изготовления одежды: от художественно-технического описания, выбора методов обработки, составления технологической последовательности с нормированием операций. Преимущества системы – функции «Мой кабинет» и «Мой блокнот». Зарегистрированный пользователь может быть модератором, который сможет работать в системе, как любой другой зарегистрированный пользователь, т. е. производить расчеты производства, заносить расчеты в блокнот, производить поиск по справочникам. Помимо этого он может удалять и редактировать информацию, если сочтет это нужным.

Система в данный момент находится в стадии тестирования и поэтому возможны изменения в процессе завершения проекта.

Приведем некоторые примеры. На *рисунке 7* показана таблица в СУБД с характеристиками действующего швейного оборудования. Для комфортного добавления данных в СУБД создана HTML-форма (*рисунок 8*). Также создан справочник (*рисунок 9*), с помощью которого можно будет просмотреть и удалить любое добавленное оборудование.

#	Поле	Тип	Сравнение	Атрибуты	Null	По умолчанию	Дополнительно	Действие
1	id	int(11)			Нет	Нет	AUTO_INCREMENT	Ещё
2	mark_class_zavod	varchar(100)	utf8_general_ci		Да	NULL		Ещё
3	Naznachenie	varchar(100)	utf8_general_ci		Да	NULL		Ещё
4	Chastota_vravanje_vala_holost_hod	int(11)			Да	NULL		Ещё

Рисунок 7. Характеристика применяемого оборудования

← → promstats /add.html

### Добавление данных

Марка, класс машины и завод изготовителя:

Назначение:

Частота вращения главного вала машины на холодном ходу, (мин-1):

Рисунок 8. Добавление данных в СУБД

← → promstats /delete.php

### Удаление данных

Выберите, пожалуйста, оборудование которое вы хотите удалить и нажмите кнопку "удалить".

Одноигольная 1022-Мкл оршанский завод "Легмаш"Для стачивания пальтовых и костюмных тканей4000

Одноигольная 8332/2005 "Текстима", ГДРСтачивающая 5000

Рисунок 9. Удаление данных из СУБД

Перспективы «облачных» вычислений неизбежны, поэтому знание этих технологиях необходимо любому специалисту, который связывает свою текущую или будущую деятельность с современными информационными технологиями.

В России технологии «облачных» вычислений делают лишь первые шаги. Однако, по прогнозу аналитической компании IDC, к концу 2015 г. он превысит отметку в \$1,2 млрд, демонстрируя среднегодовой темп роста более 100 %.

### Литература

1. Риз, Дж. Облачные вычисления / Джордж Риз. – БХВ-Петербург, 2011. – 288 с.
2. Фингар, П. DOT.CLOUD. Облачные вычисления – бизнес-платформа XXI века / П. Фингар. – М.: Изд-во «Аквамариновая Книга», 2011. – 256 с.
3. Клементьев, И. П. Введение в Облачные вычисления / И. П. Клементьев, В. А. Устинов. – Изд-во УГУ, 2009. – 233 с.

**И. А. Жукова, Д. В. Петрова, Н. В. Северина**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Новые технологии обработки современных тонких материалов, используемых для изготовления современной одежды, и их свойства**

Как и на протяжении многих и многих веков, прозрачные и полупрозрачные воздушные ткани остаются в центре внимания моды и по сей день. Названия этих тканей: шифон, муар, органза, муслин - всех цветов радуги с различными фактурами пришли из далеких времен. Но если в далекие времена шелк являлся свидетельством высокого положения, то демократичная мода 20-го века уравнила права на шелковые ткани как для нарядной, так и для повседневной одежды. И как следствие увеличился спрос на одежду из легких шелковых тканей.

Среди тонких шелковых тканей особое место занимают прозрачные и полупрозрачные ткани, которые требуют к себе повышенного внимания при моделировании и обработке именно благодаря своему основному свойству – просвечиваемости. Одежда из таких тканей всегда выглядит нарядной, красивой, нежной и воздушной.

Чтобы одежда из тонких прозрачных и полупрозрачных тканей, изготавливаемая нашими российскими производителями была конкурентоспособной не только в России, но и за рубежом, и пользовалась наибольшим спросом благодаря не только соответствием эстетическим требованиям, а также высокому качеству изготовления, необходимы исследования в области совершенствования самих тканей (улучшения их свойств – мягкости, эластичности, внешних эффектов и др.) и, разумеется, методов обработки изготовления одежды из этих материалов.

Нанотехнологические разработки обещают появление в недалеком будущем микророботов, исследующих человеческое тело, сталь, дефекты на которой будут залечиваться сами по себе (самоорганизующие системы), текстильные материалы, которые будут обладать сверхсвойствами и множеством других фантастических вещей. В основе всего этого лежат разработки новых материалов.

«Нанотехнология представляет собой междисциплинарную область фундаментальной и прикладной науки и техники, имеющая дело с совокупностью теоретического обоснования, практических методов исследования, анализа и синтеза, а также методов производства и применения продуктов с заданной атомной структурой путём контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами» [1].

Так, например, современные нанотехнологии самостоятельно разрабатывает лаборатория ионно-плазменных процессов Ивановского химико-технологического университета, сотрудники которой изобрели ткани, которые обладают уникальными свойствами (например, нержавейка на шелке, двуокись титана на шифоне и др.), позволяющими применять их как в оборонной промышленности, так и в медицине. Алюминий на вискозе оказался очень удобным материалом для военных. Человек в комбинезоне из алюминиевой ткани - абсолютная невидимка для приборов ночного видения – в лабораторной установке наблюдается облако плазмы вокруг металлического электрода. «Материал пропускают через плазму. Это газ аргон. В вакууме его разгоняют электромагнитным полем. Он выбивает из металлической пластины атомы. Атомы "салятся" на ткань. Получается тончайшее, всего в несколько нанометров, напыление. После такой обработки даже обычная марля приобретает космический вид и уникальные свойства» [2].

Покроить ткань металлом так, чтобы она могла иметь нужную форму и оставалась такой же тонкой, прозрачной, продолжала «дышать», до сих пор не удавалось никому. Еще в советское время, ученые видели такие технологии только в виде формул, а теперь работать стало легче, так как процесс стало возможным «увидеть».

Платье, выполненное на основе нанотехнологии, представили лондонские ученые. По их словам, такой наряд уменьшает загрязнение и очищает воздух от вредных веществ.

Платье явилось совместной разработкой профессора Лондонского колледжа моды Хелен Стори и ученого Шеффилдского университета Тони Райана. По их словам, оно похоже на то, что можно увидеть на подиуме, но на молекулярном уровне происходят интересные научные явления. За шифоном находится фотокатализатор, который разрушает витающие в воздухе загрязнители с помощью энергии солнечного света. Материя платья обработана раствором  $TiO_2$ . Платье специально не притягивает загрязняющие вещества, но если они войдут с одеждой в контакт, то она их разрушит. Любые оставшиеся вещества будут смыты при следующей же стирке.

Эта технология использовалась в красках и стекле для покрытия зданий, однако в индустрии моды до сих пор ее не применяли.

Раствор двуокиси титана можно нанести на любую одежду: разбрызгиванием и вплетением в ткань при ее производстве либо добавляя ингредиент в стиральные порошки. Конечно, одно платье не изменит качество воздуха в Лондоне, говорят разработчики. Но при широком использовании эта технология может привести к значительному сокращению уровня загрязнений в больших городах. По подсчетам ученых, средний костюм содержит десять квадратных метров нити, которую можно обработать дву-

окисью титана. А это значит, что человек в таком костюме будет ежедневно забирать из воздуха пять граммов закиси азота»[3].

Теперь, чтобы идею экологической одежды поддержало как можно больше людей, дизайнерам осталось придумать интересные модели.

Хотелось бы сказать еще об одном крупном исследовании которое осуществлялось при участии ученых московского государственного текстильного университета и Ивановского государственного химико-технологического университета, которые исследовали модифицирование поверхности натурального шелка в плазме тлеющего разряда. В работе было рассмотрено воздействие низкомолекулярной плазмы тлеющего разряда на поверхность ткани из натурального шелка.

«Как показывает опыт, плазмообработка волокна приводит к появлению узких кристаллических сегментов, которые свидетельствуют о том, что в результате данного опыта на волокне или в объеме появляются небольшое количество хорошо упорядоченных кристаллитов низкомолекулярных соединений, то есть поверхность волокна достаточно очищается и выравнивается, что в свою очередь в следствии сказывается на качестве волокна, а затем и материала» [4].

Понятно, что у развития нанотехнологий не всегда все гладко. Как и всякая новая работа, создание материалов на атомарном уровне идет непроторенным путем. А чтобы развитие прикладной науки шло нормально, нужны и дополнительное финансирование. То есть привлечение частного капитала – это один из способов развития науки для производства и внедрения новых разработок.

Но не только новые технологии следует рассматривать, говоря об особенностях шелковых материалах. Отдельного внимания так же заслуживают гипоаллергенные и некоторые другие полезные для здоровья свойства шелка малбери, поскольку это настоящий бастион, возведенный против всевозможных аллергенов, а так же содержащиеся в натуральном шелковом волокне белки и аминокислоты ускоряют метаболизм клеток, улучшают их проницаемость, по кирпичику склеивают поврежденные структуры. Результаты: торможение старения, облегчение суставных болей, склероза артерий, астмы, нейродермита и бессонницы. Шелковое волокно малбери (его также называют крученым шелком или намотанным в воде шелком) – самое сильное натуральное волокно в мире, прочнее стали, стойкое на износ и растяжение. Оно более гладкое и однородное по цвету, чем волокно дикого шелка.

Таким образом, чтобы одежда из тонких тканей была достойна Европейского рынка сбыта, и пользовалась наибольшим спросом, необходимы не только новые модели высокого качества изготовления, но и постоянные исследования в области совершенствования самих тканей: улучшения не только таких свойств, как мягкость, эластичность, внешние эффек-

ты и др., но и разрабатывать ткани с учетом экологических и физических качеств: «дышащих», прочных, гипоаллергенных и т. д.

### Литература

1. Ратнер, М. Нанотехнология: простое объяснение / М. Ратнер, Д. Ратнер – М.: Вильямс, 2006. – 149 с.
2. URL: <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/ivanovtsy-zazhigayut/> (дата обращения – 24.03.12).
3. URL: <http://eco.ria.ru/ecovideo/20110707/398522683.html> (дата обращения – 24.03.12).
4. Модифицирование поверхностей материалов и изделий в плазме» исследовательские работы. Т. 2. – С. 318. // URL: <http://isuct.ru> (дата обращения – 24.03.12).

УДК 677.057.62

С. В. Ершов, Е. Н. Калинин

Ивановская государственная текстильная академия

### Синтез и анализ компьютерной модели процесса механического обезвоживания текстильного материала в валковой паре

Разработанная нами ячеечная модель массообмена в процессе механической обработки волокнистого материала распределенным давлением [1] позволяет исследовать процесс фильтрации (движения жидкости) через капиллярно-пористую структуру волокнистого материала при её механическом обезвоживании в жале валов.

Зона контакта валковой пары с обрабатываемым полотном текстильного материала представлена на *рисунке 1*.

В соответствии с ячеечной моделью [1] сечение **a-a** характеризуется входными параметрами полотна ткани, поступающего в зону контакта; проекция сечения **c-c** совпадает с осью, соединяющей центры поперечных сечений отжимных валов; сечение **e-e** характеризуется выходными параметрами полотна ткани, исходящего из зоны контакта валов. Сечение **d-d** смещено относительно оси, соединяющей центры поперечных сечений валов, на величину **l** и характеризует зону контакта, где происходит разрыв потока жидкости, а скорость её движения становится равной нулю. Сечение **b-b** расположено симметрично сечению **d-d** относительно диаметраль-

ной плоскости валов. Нами принято, что величина поперечной деформации слоя ткани в сечениях **b-b** и **d-d** одинакова.

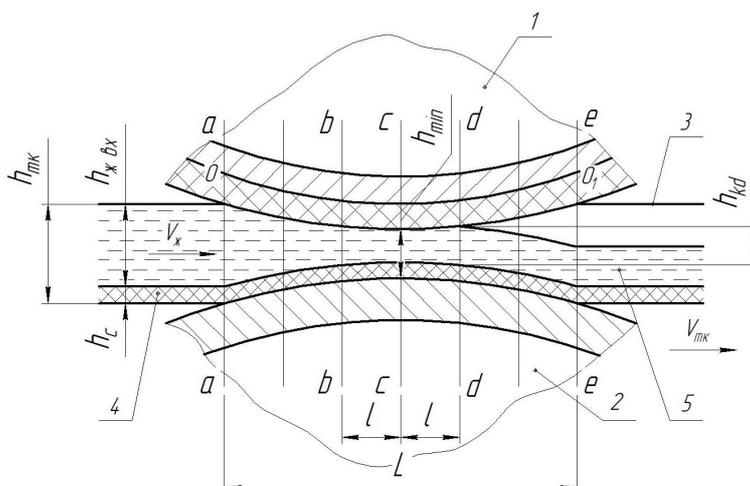


Рисунок 1. Зона контакта валковой пары с обрабатываемым полотном текстильного материала: 1, 2 – валы отжимного устройства; 3 – обрабатываемый текстильный материал; 4 – твердый скелет ткани; 5 – свободная влага

Переход к ячейчатой модели связан с пространственно-временной дискретизацией процесса. Длина зоны контакта валов с текстильным материалом, заключенная между сечениями а-а и с-с (рис. 1) разбивается на  $m$  ячеек идеального смещения одинаковой длины  $\Delta x$ , все параметры которых равномерно распределены в своем объеме. В некоторый момент времени распределение частиц жидкости вдоль длины контактной полоски текстильного материала представлено вектором-столбцом массы жидкости в ячейках:

$$W = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \dots \\ W_j \\ \dots \\ W_m \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где  $W_j$  – влагосодержание в рассматриваемой ячейке;  
 $j$  – номер рассматриваемой ячейки.

Переход из одного состояния в другое происходит через промежуток времени одного перехода  $\Delta t$ , который принимается достаточно малым для того, чтобы частицы жидкости в течение перехода могли переместиться из данной ячейки только в соседние, но не далее. В течение любого отдельно взятого перехода  $i$  распределение влаги в текстильном материале вдоль

длины зоны контакта составляет величину  $W^i$ , которое через время  $\Delta t$  изменяется и становится равным  $W^{i+1}$ . Оба этих состояния связаны матричным равенством:

$$W^{i+1} = PW^i, \quad (2)$$

где  $P$  – переходная матрица:

$$P = \begin{bmatrix} p_{s1} & p_{b2} & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ p_{f1} & p_{s2} & p_{b3} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p_{f2} & p_{s3} & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & p_{s(m-2)} & p_{b(m-1)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & p_{f(m-2)} & p_{s(m-1)} & p_{bm} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & p_{f(m-1)} & p_{sm} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

а  $p_{sj}$ ,  $p_{fj}$ ,  $p_{bj}$  – вероятности остаться в  $j$ -ой ячейке и перейти вперед и назад, соответственно, каждая из которых должна удовлетворять условию  $0 \leq p \leq 1$ , а их сумма должна быть равна единице.

Пусть частицы жидкости движутся в капиллярно-пористой структуре текстильного материала со скоростью  $V_{ж}$ , а коэффициент их макродиффузии, характеризующий собой самопроизвольное перемещение частиц жидкости, приводящее к выравниванию их концентраций по всему занимаемому объему, равен  $D$ . Тогда вероятности перемещения влаги из одной ячейки в последующую и предыдущую составляют соответственно:

$$p_f = v + d, p_b = d, \quad (4)$$

где

$$v = V_{ж} \frac{\Delta t}{\Delta x}, d = D \frac{\Delta t}{\Delta x^2}, \quad (5)$$

При моделировании рассматриваемого процесса, когда движущаяся с постоянной скоростью  $V_{тк}$  ткань проходит за один переход расстояние  $\Delta x$ , то есть одну ячейку, величины  $\Delta t$  и  $\Delta x$  зависимы и связаны соотношением:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{V_{тк}}, \quad (6)$$

Численный анализ [2] ячеечной модели выполнен нами применительно к хлопчатобумажной ткани миткаль арт. 15 при толщине ткани  $h_{тк}=0,245$  мм и толщине скелета ткани  $h_c=0,087$  мм [3], который состоит из твердых частиц и химически связанной с ними влаги. Входными параметрами ячеечной модели являются значения скорости  $V_{тк}$  транспортировки ткани: 2,5; 3,3 и 4,2 м/с; пять значений диаметров  $D_i$  валов, изменяемых в пределах от 200 до 260 мм через каждые 15 мм и изменяемая минимальная

толщина  $h_{\min}$  деформированного слоя ткани от 0,1 до 0,16 мм через каждые 0,015 мм. Закон изменения давления сжатия  $P=P(x)$  по ширине зоны контакта валов определяется изменением толщины полотна  $h=h(x)$ , которое при заданных радиусах отжимных валов характеризуется минимальной толщиной  $h_{\min}$  деформированного слоя ткани в зоне контакта валов.

На *рисунках 2-4* представлены результаты модельного эксперимента по определению зависимости одного из основных критериев оценки эффективности процесса механического обезвоживания текстильного материала – остаточной влажности  $W$  ткани в функции от нагрузки в жале валов, характеризующейся  $h_{\min}$  (при  $D=200$  мм,  $V_{\text{ТК}}=2,5$  м/с); от диаметров валов  $D_i$  (при  $h_{\min}=0,1$  мм,  $V_{\text{ТК}}=2,5$  м/с) и скорости транспортировки полотна ткани  $V_{\text{ТК}}$  (при  $h_{\min}=0,1$  мм,  $D=200$  мм).

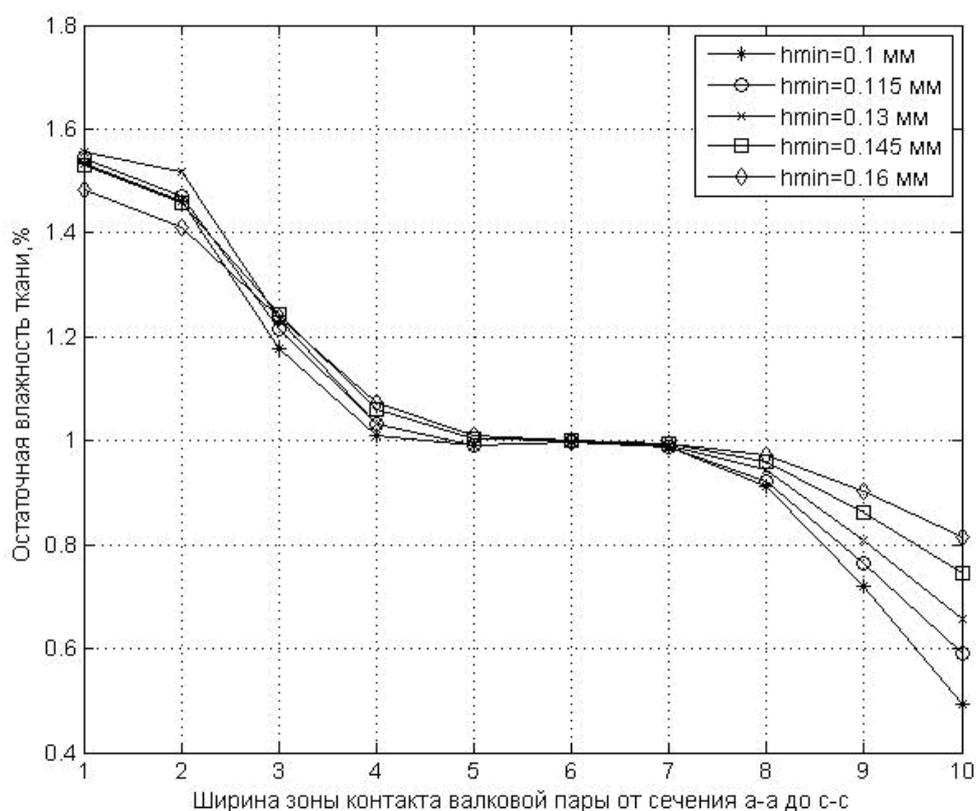


Рисунок 2. Остаточная влажность  $W$  ткани в функции от нагрузки в жале валов, характеризующейся  $h_{\min}$

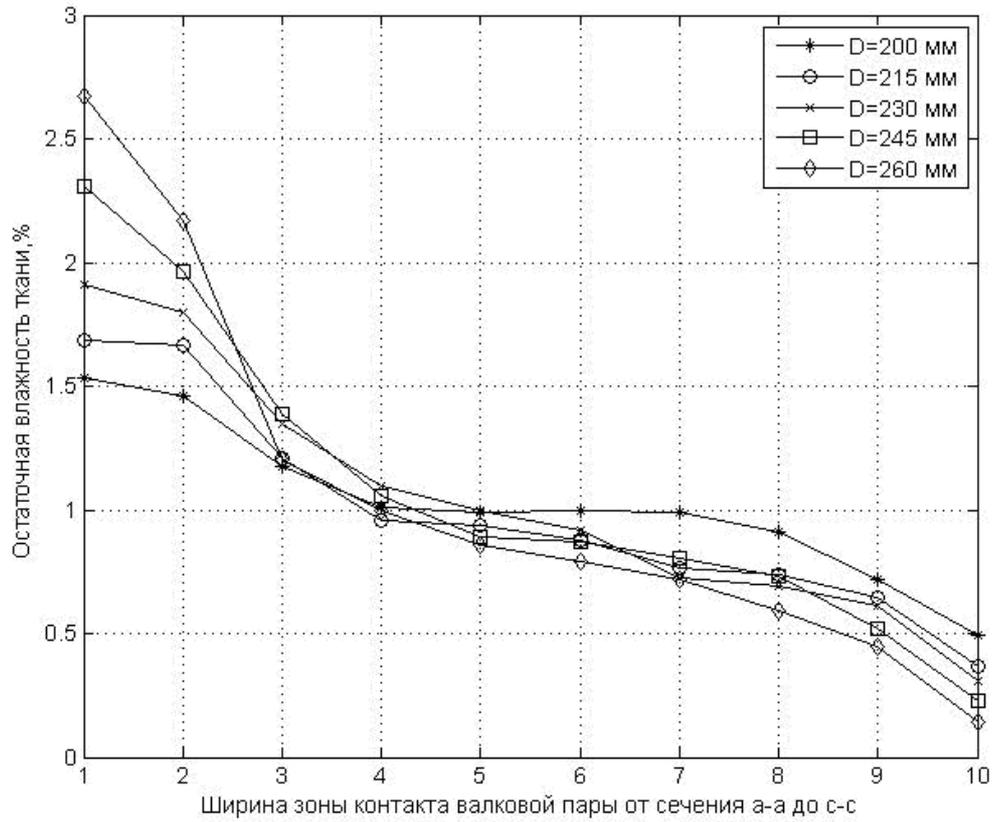


Рисунок 3. Остаточная влажность  $W$  ткани в функции от диаметров валов  $D_i$

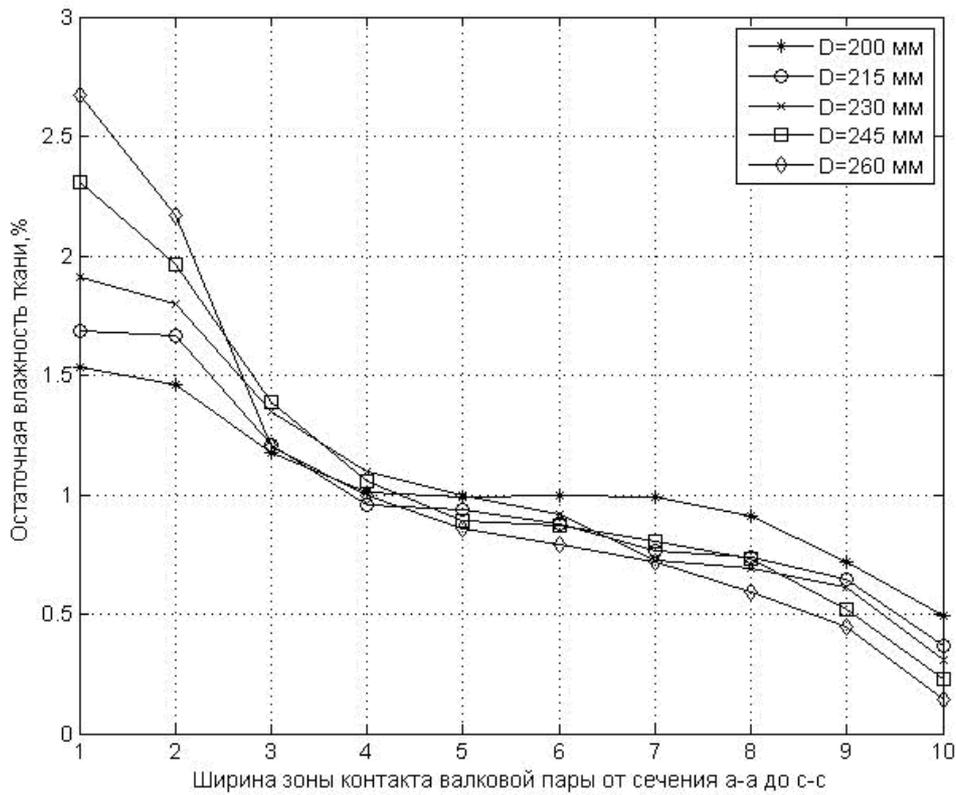


Рисунок 4. Остаточная влажность  $W$  ткани в функции скорости транспортировки полотна ткани  $V_{\text{ТК}}$

Из анализа полученных результатов следует, что наибольшее влияние на эффективность отжима оказывает нагрузка в жале валов. Так, при увеличении нагрузки, а следовательно уменьшении  $h_{\min}$  от 0,16 до 0,1 мм остаточная влажность в материале становится меньше на 19%. При изменении диаметра валов  $D_i$  от 200 до 260 мм остаточная влажность уменьшается на 6%, а при изменении скорости ткани  $V_{\text{тк}}$  от 2,5 до 4,2 м/с эффективность обезвоживания увеличивается на 3,5%.

Поскольку процесс фильтрации жидкости через капиллярно-пористую структуру различных текстильных материалов аналогичны, разработанная нами модель механического обезвоживания в валковом устройстве может служить инструментом компьютерного анализа применительно к широкому спектру капиллярно-пористых материалов различного происхождения.

### Литература

1. *Ершов, С. В.* Синтез ячеечной модели массообмена в процессе обезвоживания волокнистого материала распределенным давлением / С. В. Ершов, Е. Н. Калинин // Изв. Вузов. Технология текстильной промышленности. – Иваново: ИГТА, 2011. – № 6.

2. *Мартынов, Н. Н.* Matlab 5.x. Вычисления, визуализация, программирование / Н. Н. Мартынов, П. П. Иванов. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000. – 336 с.

3. *Кузнецов, В. А.* Физическая модель процесса отжима ткани / В. А. Кузнецов, Н. А. Петров, В. М. Картоментко // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, 1987. – № 2. – С. 90 – 93.

УДК 687.016.5:004.42 тел.8-95-000-94-000 И.А.Жукова

**А. А. Ултургашева, И. А. Жукова, Т. Б. Нессирио**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

## **1С:Предприятие как средство автоматизации технологического процесса проектирования швейных изделий**

В настоящее время сложно представить предприятие, которое не использует в своей деятельности информационные технологии. Руководителю важно иметь информацию, точную, в удобном представлении и главное вовремя. Автоматизированные информационные системы предоставляют такие возможности и их роль в деятельности предприятий велика [1].

1С: Предприятие является универсальной системой автоматизации экономической и организационной деятельности предприятия. Поскольку

такая деятельность может быть довольно разнообразной, система 1С:Предприятие может «приспосабливаться» к особенностям конкретной области деятельности, в которой она применяется [7].

Благодаря широкой популярности, доступности и легкости в эксплуатации, программа 1С: Предприятие уже давно получила широкое признание тысячи пользователей. Программа 1С: Предприятие ценится за счет своей отличной адаптации к любым специфическим особенностям, что делает возможным широкое применение и использование программы 1С: Предприятие на любых предприятиях, любых форм собственности [2].

Первоначально, продукт 1С: Предприятие был предназначен для автоматизации бухгалтерского учёта и управленческого учёта (включая начисление зарплаты и управление кадрами). Но сегодня этот продукт находит своё применение в областях, далёких от собственно бухгалтерских задач [3].

В основе системы программ "1С:Предприятие" лежит единая технологическая платформа. Она является фундаментом для построения всех прикладных решений. Наличие единой технологической платформы не просто облегчает создание отдельных прикладных решений и обеспечивает их невысокую стоимость. Главное преимущество такого подхода – стандартизация разработки, обеспечение масштабируемости и обеспечение быстрого внедрения современных технологий во всех прикладных решениях [4].

С экономической точки зрения это позволяет обеспечить достаточно низкую стоимость отраслевых и индивидуальных решений, так как затраты на их создание существенно ниже, чем затраты на разработку программы "с нуля". Это обеспечивает высокую скорость создания и внедрения решений, так как максимально используется отработанная функциональность и методология, содержащиеся в типовых решениях.

Очень важным преимуществом такого подхода является унификация обучения пользователей. Например, обучившись на курсах по 1С: Предприятию или имея опыт работы с какой-либо из программ, пользователь достаточно быстро осваивает возможности специализированных или индивидуальных решений [4].

1С:Предприятие как предметно-ориентированная среда разработки имеет определенные преимущества. Поскольку круг задач более точно очерчен, то и набор средств и технологий можно подобрать с большей определенностью. В задачу платформы входит предоставление разработчику интегрированного набора инструментов, необходимых для быстрой разработки, распространения и поддержки прикладного решения для автоматизации бизнеса. При этом отдельные «детали» могут уступать по функциональности универсальным средствам разработки и специализированным средствам управления жизненным циклом, используемым разработчиками.

Однако эффект достигается благодаря общему набору средств и их тесной интеграции [5].

Фирма "1С" выпускает тиражные программные решения, предназначенные для автоматизации типовых задач учета и управления в коммерческих предприятиях реального сектора и бюджетных организациях.

В каждом программном продукте сочетается использование стандартных решений (общих для всех или нескольких программ) и максимальный учет специфики задачи конкретной отрасли или рода деятельности предприятия.

Руководитель при принятии решения может выбирать необходимый уровень автоматизации. Наряду с созданием мощных комплексных решений, разработчики фирмы "1С" уделяют существенное внимание развитию решений для небольших фирм, для которых особенно важна простота применения программы. Вместе с тем, внедрение даже самых простых решений системы программ "1С:Предприятия" обеспечивает возможность плавного развития автоматизации – путем постепенного перехода на более мощные и комплексные прикладные решения или интеграции внедренного решения с другими программами системы [4].

Разработкой и распространением специализированных (отраслевых) решений на платформе "1С:Предприятия" занимается в настоящее время более сотни фирм. Каждая из них создает специализированное тиражное решение, используя общие методологические решения, разрабатываемые фирмой "1С", и концентрируясь именно на специфических потребностях той или иной отрасли. Примерами таких отраслевых решений являются программы для автоматизации розничной торговли, фармацевтики, торговли запчастями, ремонта автомобилей, сельскохозяйственных предприятий, воинских частей и т.д. Спектр успешно применяемых отраслевых решений постоянно расширяется.

Очень важным преимуществом "1С:Предприятия" является открытость системы. Для руководителя, принимающего решение о выборе средства автоматизации, достаточно важно быть уверенным, что система не будет для предприятия "черным ящиком", и существует реальная возможность понять работу системы и, при необходимости, изменить. Эта работа может быть выполнена как франчайзинговыми организациями, специализирующимися на поддержке "1С:Предприятия", так и специалистами ИТ-служб самого предприятия.

Специалисты, выбирающие «1С:Предприятие» для создания собственных решений, очень хорошо понимают ее «предметную» ориентацию. Когда встает вопрос о выборе между «1С:Предприятием» и другим средством, то прежде всего рассматриваются не характеристики «хороший — плохой», а характеристики «соответствует задаче — не соответствует задаче»[5].

Обобщив опыт автоматизации швейных предприятий, франчайзинговые организации разрабатывают программные продукты для учета производственной и торговой деятельности современного швейного предприятия. Разработанные программы позволяют: вести учет материалов, реализации готовой продукции; создавать отчеты по результатам деятельности организации; рассчитывать заработную плату сотрудникам и др.

Примером разработки программного продукта для швейного предприятия является база данных АИСТ (автоматизированная информационно-справочная система технолога), разработанная авторами данной статьи и предназначенная для оперативного формирования технологической документации на изготовление одежды. База данных обеспечивает следующие функции: создание документов «Технического описания» на модели одежды, создание технологических последовательностей швейных операций, создание каталогов: оборудования и приспособлений, материалов и фурнитуры, режимов обработки изделий, справочника технологически неделимых операций, нормативно-справочной информации.

База данных АИСТ состоит из нескольких подсистем: «Рабочий стол», «Материалы и фурнитура», «Техническое описание», «Последовательность обработки», «Параметры ХТО (художественно-технического описания)», «Оборудование и приспособления» и «Нормативно-справочная информация».

Подсистема «Рабочий стол» открывается по умолчанию при запуске программы (рисунок 1).

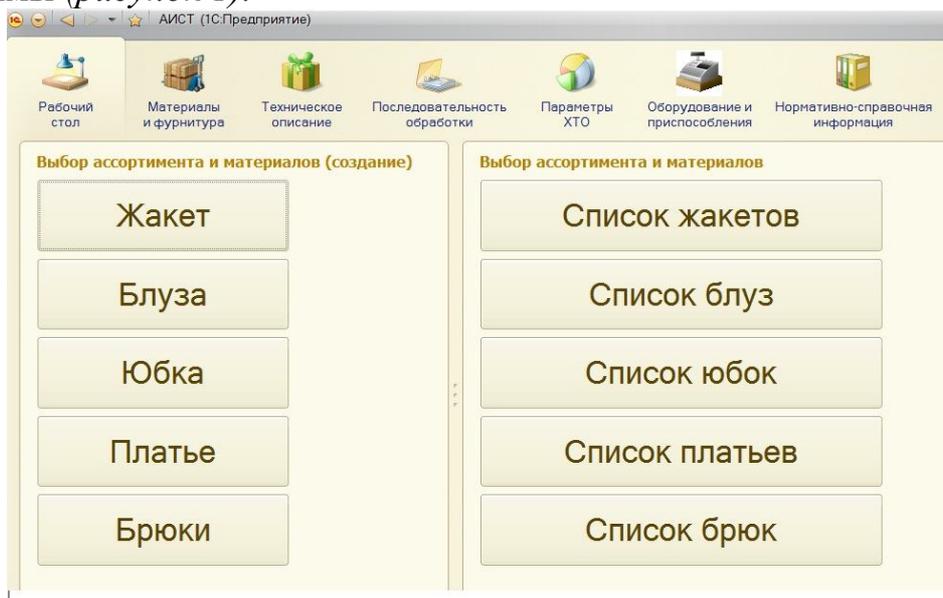


Рисунок 1. Интерфейс «Рабочего стола»

Пользователю предлагается выбрать тот ассортимент одежды, на который необходимо подготовить пакет документации. В левой части расположены кнопки для составления документации на новые модели одежды,

правая часть представлена в виде кнопок, ссылающихся на списки уже созданных.

После выбора ассортимента открывается форма, позволяющая ввести «Наименование», «Модель», «Эскиз», «Материалы» и другие данные (рисунки 2).

Жакет детский (Жакет)

Записать и закрыть

Все действия

Код: 000000006

Наименование: Жакет детский

Модель: А

Родитель: Детский

Технический рисунок модели

Выбор материалов

Материал верха: полушерстяная ткань арт.2С.1272

Подкладочный материал: подкладочная ткань 32380

Режимы ВТО материала верха

Режимы ВТО подкладочного материала

Режимы клеевых соединений

Режимы ниточных соединений

Составить художественно-техническое описание

Заполнить таблицу измерений изделия

Площади лекал деталей изделия

Заполнить спецификацию деталей

Сложность обработки на образец модели

Расход основных и вспомогательных материалов

Заполнить лист регистрации изменений

Заполнить талон учета дефектов

Перечень руководящих документов

Составить технологическую последовательность

Художник: Ултургашева А.А. Подпись:

Выбор картинки: C:\Users\user\Desktop\Учеба\Курсовая ПШП\Мой\Моде ...

Рисунок 2. Выбор ассортимента и заполнение основных данных

Форма выбранного ассортимента одежды, в данном случае жакета, представлена различными полями ввода и кнопками. Кнопки позволяют перейти к созданию различной документации на конкретное изделие.

В левую часть формы необходимо ввести наименование изделия, модель, эскиз модели, а так же ФИО художника.

Выбор материала верха и подкладки представлен в виде групп и элементов. Пользователь может выбирать представленные ткани, а так же создавать новые элементы (полушерстяная ткань арт.2С.1272) и группы (например, полушерстяные ткани, хлопчатобумажные ткани).

При создании нового материала верха или подкладки в форму заполнения вносятся данные о волокнистом составе, ширине, поверхностной плотности и других физико-механических свойствах ткани, а также рекомендуемые режимы влажно-тепловой обработки.

После выбора материалов изделия предлагается заполнить таблицы режимов ВТО (влажно-тепловой обработки) материала верха и подкладки, а так же режимы клеевых и ниточных соединений. Формы режимов представлены в виде таблиц, с возможностью автоматического заполнения табличных строк рекомендуемыми режимами выбранных материалов.

Далее предлагается заполнить форму художественно-технического описания (рисунок 3).

**Художественно-техническое описание жакета (создание)**

Наименование:  Подкладка:   ...

Модель:

Родитель:  ...

ГОСТ:  ...



Художник:  Подпись:

Выбор картинки:

Возрастная группа:  ...

Материал

Комбинированность:

Материал верха:  ...

Полочка

Особенности:  ...

Застежка:  ...

Кокетка:   ...

Рельефы:   ...

Вытачки:   ...

Декоративные детали:   ...

Комментарий:

Отделочные строчки

Наличие отделочных строчек:

Расположение:  ...

Расстояние от края, мм:

Цветосочетание:  ...

Детали из отделочных материалов

Наличие деталей из отделочных материалов:

Отделочные детали:  ...

Цветосочетание:  ...

Рисунок 3. Форма для заполнения художественно-технического описания жакета

При переходе из формы выбранного ассортимента в форму составления ХТО с помощью кнопки «Составить художественно-техническое описание» поля ввода «Наименование», «Модель», «Выбор эскиза», «Художник» и «Материалы верха» заполняются автоматически.

В форме художественно-технического описания учтены основные конструктивные и технологические особенности изделия.

После заполнения формы ХТО и сохранения данных пользователь возвращается в форму выбранного ассортимента одежды, где предлагается продолжить составление документации на модель: заполнение таблицы измерений изделия, таблицы площадей лекал изделия и другие документы «Технического описания».

После нажатия на кнопку «Составить технологическую последовательность» пользователь переходит в таблицу составления последовательности обработки изделия (рисунок 4).

**Художественно-техническое описание жакета (создание)**

Наименование:  Подкладка:   ... Q

Модель:

Родитель:  ... Q

ГОСТ:  ... Q



Полочка:  Спинка:  Рукава:  Воротник:  Карманы:

Особенности:  ... Q

Застежка:  ... Q

Кокетка:   ... Q

Рельефы:   ... Q

Вытачки:   ... Q

Декоративные детали:   ... Q

Комментарий:

Художник:  Подпись:

Выбор картинки:

Возрастная группа:  ... Q

**Материал**

Комбинированность:

Материал верха:  ... Q

Отделочные строчки

Наличие отделочных строчек:

Расположение:  ... Q

Расстояние от края, мм:

Цветосочетание:  ... Q

Детали из отделочных материалов:  Детали раскроенные под углом:

Наличие деталей из отделочных материалов:

Отделочные детали:  ... Q

Цветосочетание:  ... Q

Рисунок 4. Составление технологической последовательности жакета

Таблица технологической последовательности представлена из столбцов «№ строки», «Наименование неделимой операции», «Разряд», «Норма времени», «Специальность», «Оборудование и приспособления».

Табличная строка «Разряд» представлена в виде выбора разряда (1-5); «Норма времени» представлена в виде поля ввода, «Специальность»-выбором специальности (М, П, А, Р, У, С). Табличная строка «Оборудование и приспособления» ссылается на справочники швейного, прессового, утюжильного, вспомогательного и специального оборудования, а также на справочник приспособлений для ручных работ.

Последовательность на изделие можно составить «вручную», путем ввода каждой операции, с помощью справочника технологически неделимых операций, а так же путем копирования уже созданной последовательности и внесением изменений. Справочник технологически неделимых операций представлен из трех блоков: «Обработка деталей и узлов», «Соединение деталей» и «Окончательная отделка и ВТО».

Недостатком составления технологической последовательности в форме является то, что схему сборки пользователь (технолог) должен «держать в голове». Так как, справочник технологически неделимых операций представлен в свободной форме.

*На сегодняшний день база данных АИСТ зарегистрирована в патентном ведомстве Российской Федерации.*

Развитие швейной промышленности неотделимо от высоких технологий. Сегодня швейные предприятия хотят шить качественно, быстро, сменяя свой ассортимент и выпуская новые коллекции. Успешное развитие

и способность быстро перестраивать свою деятельность в соответствии с тенденциями в мире моды, как правило, напрямую связаны с применением информационных технологий.

Современный уровень развития компьютерных технологий освобождает человека от выполнения рутинных операций практически в любой сфере деятельности. Не стало исключением и швейное производство. На протяжении нескольких десятилетий успешно ведутся работы по автоматизации первичных производственных процессов. В качестве базовой платформы специалисты рекомендуют использовать программный продукт "1С: Предприятие" [6].

### Литература

1. URL: [http://soft.emd.ru/1c80/po\\_advantages.php](http://soft.emd.ru/1c80/po_advantages.php) (дата обращения 21.03.12).
  2. URL: <http://enterprise1c.ru/> (дата обращения 21.03.12).
  3. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/1c> (дата обращения 21.03.12).
  4. URL: [http://www.soft.galsprom.ru/1c\\_predpriatie.shtml](http://www.soft.galsprom.ru/1c_predpriatie.shtml) (дата обращения 21.03.12).
  5. URL: <http://v8.1c.ru/news/publication.jsp?id=193> (дата обращения 21.03.12).
  6. URL: [http://www.xn--90afdtkhdeabaxvge.net/novosti\\_i\\_press-relizi/stati\\_o\\_dokumentooborote/dokumentooborot\\_v\\_shveinih\\_proizvodstvah.html](http://www.xn--90afdtkhdeabaxvge.net/novosti_i_press-relizi/stati_o_dokumentooborote/dokumentooborot_v_shveinih_proizvodstvah.html) (дата обращения 21.03.12).
5. Радченко, М. Г. 1С:Предприятие 8.2. практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталева. – М.: 1С-Паблишинг, 2009. – 872с.

## УДК 7.02

**В. Л. Жуков, Г. Ю. Осипова, В. А. Хмызникова**

Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна

### **Информационные технологии в изготовлении малой архитектурной пластики**

Дизайн знаков и указателей, как правило, является компонентом корпоративной идентичности, или составной частью муниципальных, а значит и региональных или федеральных программ. Дизайн знаков и указателей является направлением в области промышленной графики, поэтому он должен быть чётким, доходчивым и обладать логической и эстетической стойкостью

Знак – это пометка, фигура, имеющая общепринятый условный смысл, заменяя слово, фразу, выражая сложное определение.

Символ – это знак, обозначающий нечто иное по ассоциации, сходству, общепринятой условной традиции, смысл которого зависит главным образом от контекста, в котором он присутствует.

Дизайн – это создание и организация формальных элементов в произведение искусства.

Отождествляя знаки и символы как формальные элементы в статике и динамике в своей структуре организации дизайна при их определённых, логических комбинациях и во взаимосвязи с текстом, создают заданные визуальные информационные системы и модули, которые являются объектами дизайна. Достижение реализации высоких художественно-эстетических характеристик ВИСМ сегодня невозможно без применения современных прогрессивных технологий, которые повышают как качество объекта дизайна, так и производительность труда при его изготовлении. Из высокопроизводительных технологий для изготовления модели объекта дизайна является стереолитография. Стереолитография (SL), в основу которой была положена лазерная литография, была представлена компанией 3D Systems (США) в 1987 году в виде стереолитографических систем (Stereo Lithography Apparatus – SLA), и в настоящее время активно эксплуатируется во многих компаниях в мире. В России работы по лазерной стереолитографии были начаты в 1991 году. В результате в институте проблем лазерных и информационных технологий (ИПЛИТ) РАН была разработана отечественная версия безотходной, экологически безопасной технологии прямого формообразования деталей и созданы установки лазерной стереолитографии ЛС-120 и ЛС-250 для оперативного изготовления трехмерных объектов (изделий) практически любой степени сложности из отверждаемых под действием лазерного излучения полимерных (в том числе композитных) материалов. Стереолитографические системы производят точные фотополимерные твердотельные объекты из трехмерных САД данных.

Основой стереолитографии является локальное изменение фазового состояния однородной среды (переход "жидкость – твердое тело") в результате фотоинициированной в заданном объеме полимеризации. Эффект фотополимеризации состоит в том, что под действием когерентного излучения в жидкой полимерной среде возникает химическая реакция между активными центрами (радикалов, ионов, активированных комплексов), которые, взаимодействуя с молекулами мономера, инициируют рост полимерных цепей. Следствием этого является изменение фазового состояния среды, то есть в облученной области образуется твердый полимер.

Данная технология была использована для создания модели для изготовления форм, по которым далее, в соответствии с разработанным про-

ектом (рисунки 1), были выполнены ВИСМ для Законодательного собрания Санкт-Петербурга. В качестве иллюстрации в данной работе показана технология изготовления одного знака так остальные выполнены по такому же принципу на стереолитографической машине ЛС-250.

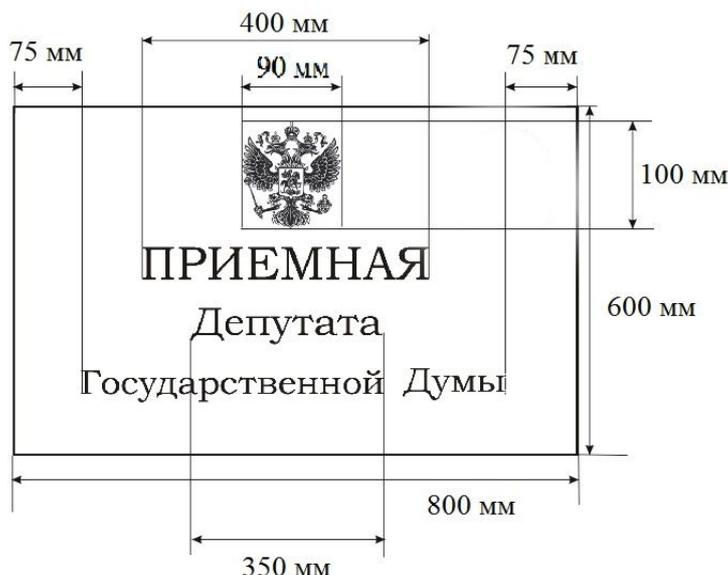


Рисунок 1. ВИСМ (250x200x20 мм) для Законодательного собрания Санкт-Петербурга

ЛС-250 состоит из резервуара с жидкой фотополимеризующейся композицией (ФПК), из подвижной горизонтально расположенной платформы, которая находится в этом резервуаре. Гелиево-кадмиевый ОКГ с рабочей длиной волны 350 нм (ультрафиолет) в соответствии с заданной программой формирует элементы данного проекта непосредственно на поверхности фотополимера [1-6].

Программное обеспечение для лазерной стереолитографии должно обеспечивать просмотр и редактирование компьютерных образов объектов в формате STL, который является общепринятым входным форматом для установок лазерной стереолитографии, формировать технологические «подпорки, своего рода строительные леса», необходимые для фиксации послойно изготавливаемой детали и всех ее элементов на платформе в процессе ее изготовления. В настоящее время пакет программного обеспечения позволяет изготавливать пластиковые модели трехмерных объектов если они представлены:

- в виде файлов в STL, DXF, IGES-форматах;
- в виде файлов компьютерных томографов, координатно-измерительных машин и других типов зондирования трехмерных объектов.

На кафедре технологии художественной обработки материалов Института прикладного искусства СПбГУТД имеется возможность работы с программным обеспечением Delcam ArtCAM Pro, в котором, можно соз-

дать трёхмерную модель изделия и передать данные по компьютерной сети INTERNET в форматах STL, DXF на управляющий компьютер установки лазерной стереолитографии.

Фотополимеризующееся вещество — это многокомпонентная химическая смесь, которая обладает способностью полимеризоваться (затвердевать) под действием ультрафиолетового излучения. Для решения конкретной задачи была выбрана фотополимеризующаяся композиция на основе акриловых олигомеров – НИЦТЛ-1.

В технологии быстрого прототипирования нет необходимости подвергать полимеризации весь объём рабочего вещества целиком. Наоборот, необходимо "склеивать" на каждом слое только элементы тела детали и оставлять жидким окружающее пространство. Для этой цели в установке применено когерентное электромагнитное излучение ультрафиолетового диапазона длин волн, которое воздействует на зоны полимеризации, координаты которых определяются управляющим компьютером. Лазер является основным рабочим элементом стереолитографии, который последовательно «вычерчивает» плоскость сечения объекта на поверхности ёмкости со светочувствительной ФПК. Жидкий фотополимер отвердевает только там, где его касается лазерный луч. Машина ЛС-250 использует в работе гелий-кадмиевый (He-Cd) лазер ультрафиолетового спектра длинной волны 350 нм. Диаметр лазерного пучка - 0,3 мм. Соответственно, это определяет максимально возможное геометрическое разрешение ширины изготавливаемого элемента, не уже 0,3 мм.

В соответствии с проектом в компьютере строится модель элемента надписи, при этом для достижения необходимой его толщины необходимо рассчитать число проходов луча по заданной конфигурации элемента, так как для данного оборудования существует предельная глубина полимеризации за один проход.

Для выращивания модели высотой 20 мм потребуется 133 сечения (слоя). Толщина одного сечения составляет 0,15 мм. Такой тонкий слой позволяет вырастить точную, «гладкую» поверхность модели.

Платформа, на которой "выращивается" деталь, устанавливается ниже поверхности ФПК на расстоянии равном толщине первого слоя. Процесс «выращивания» одного слоя занимает 20 секунд, так как на каждом слое нужно сделать подготовительные операции. На поверхности ФПК формируется изображение соответствующее первому сечению объекта, в облучаемой области образуется пленка твердого полимера. После завершения формирования первого слоя платформа с пленкой опускается на расстояние равное толщине следующего слоя. Затем нужно проехать ножом по поверхности, разглаживая вязкую жидкость – полимер растекается ровным слоем и на его поверхности воспроизводится изображение соответствующее второму сечению детали. Параметры инициирования выби-

раются таким образом, чтобы второй слой надежно "приклеился" к первому. Далее платформа перемещается на расстояние равное толщине следующего слоя и процесс повторяется до тех пор пока не будут изготовлены все слои. После завершения формирования последнего слоя платформа поднимается над поверхностью ФПК. Послойно выращенная модель снимается с платформы, с её поверхности удаляются следы жидкой ФПК и модель помещается в печь для дополнительного отверждения смолы. Лазерная мощность составляет 150 мВ (чем она больше, тем быстрее идет процесс полимеризации). Готовые модели выдерживают нагрев до 100°C без изменений формы и размеров. Шероховатость поверхности без какой-либо обработки не превышает + / - 50 мкм. Затвердевший фотополимер легко полируется. Прочность готовых деталей сравнима с прочностью изделий из эпоксидных смол.

Лазерная стереолитография позволяет получить очень сложные цельно выращенные модели с высокой точностью её воспроизведения, при этом процесс полностью автоматизирован [7].

Практически же ограничения по форме связаны только с невозможностью вырастить детали с полностью изолированными внутренними полостями. Точнее, вырастить-то можно, но при этом в полости останется не удаленная жидкая смола, которая в дальнейшем полимеризуется, хотя и это эффект при дальнейшем исследованиях можно использовать в ювелирной промышленности.

### Литература

1. *Панченко, В. Я.* Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / В. Я. Панченко – М.: Физматлит, 2009. - 664 с.
2. *Ларкин, А. И.* Когерентная фотоника / А. И. Ларкин, Ф.Т. Юу - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 319 с.
3. *Промышленное применение лазеров* / Под ред. Г. Кёбнера; пер. с англ. А. Л. Смирнова; Под ред. И. В. Зуева. – М.: Машиностроение, 1988. – 280 с.
4. *Лазерное излучение.* Под общ. ред. В. Я. Гранкина. – М.: Воениздат, 1977. – 192 с.
5. *Страховский, Г. М.* Основы квантовой электроники. учеб. пособие / Г. М. Страховский, А. В. Успенский. – М.: Высшая школа, 1973. – 312 с.
6. *Вейко, В. П.* Лазерная обработка плёночных элементов / В. П. Вейко. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1986. – 248 с.
7. URL: <http://www.fian.smr.ru/rp/course/RP4~1.HTM> (датаобращения 05.04.12).