

УДК 677.075.567

профессор В.Е. Сыцко, доцент Л.В. Целикова,  
магистрант Вилюра И.Ф.

(Бел. торг.-экон. ун-т потреб. кооперации) кафедра товароведения. тел. (0232) 480035

## Информационные технологии производства конкурентоспособного волокна

Перед отечественной промышленностью стоит проблема замены импортных полиакрилонитрильных (ПАН) волокон, применяемых для производства искусственного трикотажного меха (ИТМ), на отечественные. Проведены исследования модифицированных ПАН-волокон типа М, С, Д и импортных ПАН волокон (КСД, АНД – 442 и др.) Исследованы потребительские свойства одежного ИТМ и произведена оценка их уровня конкурентоспособности.

Domestic industry faces the problem of substitution of imported polyacrylonitril fibers used for production of faux knitted fur for domestic ones. Reserches of modified PAN fibers of M, S, D types and imported PAN fibers (KSD, AND-422 etc.) were conduct. Customer appeals of clothing faux knitted fur were researched as well as level of competitiveness was appraised.

Ключевые слова: конкурентоспособность, искусственный трикотажный мех, качество, потребительские свойства, полиакрилонитрильные волокна

Переход к рыночной экономике позволил насытить рынок товарами отечественного и импортного производства. В 2013 году степень насыщенности рынка товарами составила 95-100%. Интенсификация коммерческих усилий по сбыту товаров потребовала от предприятий выявления потребности на производимую продукцию.

Потребительная ценность товаров, характеризующая их основополагающими характеристиками, в значительной мере определяет покупательские предпочтения и способствует увеличению продаж.

Перед отечественной промышленностью стоит проблема замены импортных полиакрилонитрильных (ПАН) волокон канекарон фирмы «Канегафучи» (Япония) и «Куртольз» (Англия), применяемых для производства ИТМ, на отечественные. Однако, вырабатываемый в настоящее время ИТМ с применением отечественных ПАН-волокон уступает импортному ИТМ по качеству – имеет повышенные сминаемость, сваливание, массу ворсового покрова, уступает по показателям блеска и туше.

Выполнение таких исследований по повышению качества отечественного ИТМ является актуальной для Беларуси проблемой. Ее своевременное решение целесообразно как с научной, так и с практической стороны, поэтому проведенные нами исследования утверждены в качестве заданий важнейших государственных научно-исследовательских программ.

Проведены сравнительные комплексные исследования модифицированных ПАН-волокон типа М и волокон С, Д и импортных ПАН-волокон (КСД, АНД-442, RLM-BR-555 и др.).

Исследование свойств волокон выполнено с целью оптимизации волокнистого сырья для выработки меха по критерию его качества. Основные предпосылки для оценки взаимосвязи свойств волокон с качеством меха следующие:

1. Качество меха в большей мере зависит от эффективности технологических операций по его изготовлению, качеству сырья и стабильности основных показателей механических свойств волокон.

2. Волокно мехового ассортимента должно обладать определенным уровнем упруго-эластических характеристик как в продольном, так и в поперечном направлениях относительно его оси.

3. Свойства извитого волокна, и в частности его способность к разглаживанию, связаны с макроструктурой и термическими характеристиками, прежде всего с удлинением или с усаживанием волокон в определенных температурно-силовых условиях воздействия.

Ставилась задача оценить уровень этих свойств у отечественных волокон, их аналогов и других типов волокон, используемых в производстве ИТМ.

ИК-спектроскопические исследования показали, что основные полосы поглощения в спектрах нитрона-М и канекарон определяются акрилонитрильными и винилхлоридными

звеньями полимерной основы. ИК-спектры нитрона-М, по свойствам идентичны канекарону КСД-НВ, отличаются от него меньшей интенсивностью полос поглощения в области 1239-1439 см<sup>-1</sup>, которые соответствуют концевым группам – СН<sub>3</sub>. В целом, по качественному составу мономеров отечественные ПАН-волокна, типа М, практически подобны японским. Если волокна нитрон-М и канекарон КСД ND можно рассматривать как химические аналоги, то волокна канекарон АДН и RFM отличаются от них по химическому составу [1, 2].

Помимо различий в химическом составе наблюдается различия и в молекулярной массе сополимеров.

Анализ рентгенограмм образцов нитрона, дралона и канекарона указывает на определенную упорядоченность макромолекул в волокнах в области 14-20, 2θ<sup>0</sup>. Характер рентгенограмм идентичен для всех образцов [1, 2].

На основании результатов исследования структуры волокон можно сделать следующие выводы:

- уменьшение участков с упорядоченной структурой макромолекул в японских ПАН-волокнах может быть обусловлено существованием поперечных связей между макромолекулами в результате введения сшивающего агента. Наличие сшивок обуславливает меньшее поглощение растворителей и влаги, что приводит к понижению сминаемости волокон;

- более низкая степень упорядоченности канекарона на надмолекулярном уровне, по видимому, обусловлена высокой скоростью охлаждения волокна при формировании;

- уменьшение количества жидкой фазы в прядильном растворе снижает степень упорядоченности макромолекул в волокнах. Недостаточное количество растворителя может привести к понижению степени ориентации волокон вследствие затруднения перемещения сегментов макромолекул при формировании упорядоченной структуры.

Результаты исследований согласуются с данными, приведенными в работах А. Lange [6], К.Е. Перепелкина [7].

Оптико-микроскопические исследования показали, что ПАН-волокна разных типов отличаются по форме и структуре.

Так, отечественные модакриловые волокна и канекарон имеют однотипную бобовидную форму поперечных срезов. Японские волокна КСД, АНД NS характеризуется более развитой поверхностью, сложной формой профиля. Профилированные волокна фирмы «Канегафучи» имеют ленточное сечение. От-

личаются по своей структуре и различные партии поставляемых ПАН-волокон. Обычно это – полиморфные структуры, не имеющие четкой формы на поперечном срезе, со следами деформации на поверхности. В ряде случаев волокно кажется составленным из отдельных фрагментов. Волокна нитрона-М неоднородны по форме и размерам. Образцы импортного нитрона в основном характеризуются однородностью структуры вдоль оси волокна и однотипностью поперечных сечений [3].

Данные дериватографического анализа волокон нитрона-М и канекарона разных типов показали, что импортные и отечественные волокна имеют некоторые различия по термостабильности [1, 4]. У японских волокон температура начала потери массы соответствует 190-205 °С, соответственно для дралона – 218-240 °С. Некоторые отечественные волокна начинают деградировать при более низких температурах (например, нитрон-М партии 55111 при 115 °С), это свидетельствует о меньшей термостабильности отечественного ПАН-волокна [7].

Исследования физико-химических характеристик модакриловых волокон нитрона-М и канекарона показали, что удельная разрывная нагрузка волокон практически всех типов и линейных плотностей составляет 160-240 мН/текс, а относительное удлинение при разрыве – 30-40 % [2].

При производстве ИТМ контролируют характеристики извитости: количество извитков, степень и устойчивость извитости. Эти характеристики зависят от геометрии извитка (форма и угол продольного изгиба) и структуры волокон.

Анализ данных свидетельствует, что величины показателей извитости высоко- и малоусадочных волокон нитрон-М линейной плотности 0,33-0,56 текс, независимо от типа и цвета волокна, практически идентичны:

количество извитков- 3,5-4,5 см.;

степень извитости – 25-30 %

устойчивость извитости – 65-70 %

Волокна среднеусадочного типа НИВ имеют стабильную устойчивость извитости.

Для волокон канекарон в зависимости от типа волокна наблюдается следующая тенденция устойчивости извитости: RBM ≥ PFM ≥ RLM, независимо от количества извитков и степени извитости.

Волокна матированные различных цветов характеризуется меньшей устойчивостью извитости (на уровне 55-56 %).

Установлен температурный интервал, в котором волокна самопроизвольно удлиняются

и разрушаются [2]. Для нитрона 0,33 и 0,38 текс он находится в пределах 107/130 °С, дралона 0,37 текс – 140/200 °С, нитрона 1,8 текс – 126/150 °С, нитрона-М 1,8 текс- 140/163 °С, дралона 1,7 текс – 150/166 °С, канекарона 3,3 текс – 154/182 °С и волокна ATF – 154/200 °С [1].

По качественному составу мономеров нитрон-М не отличается от канекарона. ИК-спектры образцов, в основном, определяются сополимером акрилонитрила и винилхлорида. Рентгенограммы образцов в волокнах нитрона-М и канекарона свидетельствуют об упорядоченности макромолекул [1, 2]. Однако импортные образцы нитрона обладают большей мономорфностью и высокой равномерностью структур вдоль оси волокна. Обоснована необходимость дальнейшего совершенствования технологического процесса с целью получения стабильной структуры отечественных волокон с преобладанием мономорфности [6]

В результате проведенных исследований структурных параметров и свойств ИТМ установлены критерии прогнозирования его качества и конкурентоспособности [8].

Выявлены различия в структурных параметрах ворсового покрова и грунта меха. Установлена пониженная плотность грунта по горизонтали отечественного ИТМ по сравнению с импортным. В одиночных пучках отечественного меха число мягких волокон превышает 64 %, что не соответствует соотношению грубых и мягких волокон в исходной смеси. Высота подпушка у отечественного меха больше на 35-40 %, чем у импортного. Все это отрицательно сказывается на внешнем виде ИТМ (снижается рассыпчатость волокон, застилистость ости, повышается сцепляемость, пучковатость) и является причиной повышенной сминаемости и сваливания отечественного меха. Для последнего характерна меньшая длина распрямленных концов (глубина отделки), чем у импортного, что определяет повышенную сцепляемость и ухудшает рассыпчатость волокон.

Проведен сравнительный анализ физико-механических характеристик ИТМ отечественного производства [5]. Установлено, что по прочности закрепления ворса отечественные образцы ИТМ характеризуются значительно большей массой слабозакрепленных волокон, по сравнению с импортным. Определена значимость показателей массы слабозакрепленных волокон от параметров строения меха и извитости волокон (коэффициент множественной регрессии  $R=0,9$ ). Отечественный ИТМ серийного производства проявляет большую сминаемость, чем импортные образцы. Объясняется это,

прежде всего, большей высотой ворса отечественных образцов, густотой, меньшим углом наклона ворсового покрова и слабой ориентацией пухового слоя ( $R=0,89$ ).

Установлено, что удельное электрическое сопротивление образцов ИТМ колеблется в пределах  $1,1 \times 10^8 - 3,8 \times 10^8$  Ом. Высказано предположение, что повышенная электризация ПАН-волокон по сравнению с канекарконом приводит к повышению сваливания меха. Выявлена взаимосвязь этого показателя с параметрами структуры меха (густотой, соотношением количества и высоты пуховых и остевых волокон в пучке, соотношением длины распрямленной части к высоте ворса, углом наклона ворса) и извитостью волокон (степенью, частотой, устойчивостью извитости) [5].

Блеск отечественных и импортных образцов находится в пределах 26,7-58,4%. Это связано, прежде всего, с различной окраской волосяного покрова: образцы темной окраски имеют более высокий коэффициент блеска.

В мировой практике специалисты выделяют шесть основных показателей конкурентоспособности: качество, цена, возможность реализации, реклама, техническое обслуживание, экологическая чистота.

Изделие высокого качества характеризуется высоким уровнем потребительских свойств, низкими эксплуатационными расходами, безопасностью, экологической чистотой. Однако главным показателем качества и конкурентоспособности товаров остается общественная потребность в них. Отсюда следует, что основными составляющими конкурентоспособности товара являются его потребительские свойства и цена потребления, которая характеризуется затратами на приобретение и использование.

Нами разработана методика оценки конкурентоспособности искусственного трикотажного меха (ИТМ) по программе «Оценка», позволяющая свести воедино всю совокупность разработанных единичных показателей качества и охарактеризовать ее в целом, выразив безразмерной величиной [8].

Методология прогнозирования конкурентоспособности заключается в следующем. Все свойства товара имеют свое численное измерение, т.е. характеризуется набором первичных показателей. Из их совокупности путем, например, факторного анализа по обучающим выборкам ассоциации формируют интегральные показатели каждого свойства. Это, в частности, позволяет сузить совокупность первичных показателей. В результате каждый товар будет характеризоваться набором показателей,

используемых в качестве координат многомерного вектора конкурентоспособности товара. В пространстве этих показателей задаются две альтернативы (наихудшая и наилучшая). Для оценки прогнозирования уровня конкурентоспособности используется формула:

$$Y_k = \frac{D_-}{D_+ + D_-}, \quad (1)$$

где  $D_-$  - расстояние от текущего признака-вектора до наихудшей альтернативы;

$D_+$  - расстояние от текущего признака-вектора до наилучшей альтернативы.

Введенный таким образом универсальный показатель конкурентоспособности учитывает все свойства товара.

Разрабатывая методику, следовали общему алгоритму определения комплексного показателя уровня конкурентоспособности, включающему следующие этапы: анализ рынка с целью выбора наиболее конкурентоспособного (базового) образца; определение номенклатуры потребительских свойств, характеризующих конкурентоспособность; анализ выбора номенклатуры показателей, отражающих их значимость; измерение единичных показателей свойств; перевод единичных показателей в безразмерные; разработка оценочных шкал; определение коэффициентов весомости характеристик; формирование и расчет групповых комплексных показателей качества, объединение групповых показателей качества в комплексный обобщенный показатель; расчет интегрального и относительного показателей уровня конкурентоспособности.

Выбор базового образца для сравнения – самый ответственный момент в процессе оценки, так как незначительная ошибка на этом этапе может существенно исказить результаты всей работы. При выборе базового образца следует учитывать следующие факторы: принадлежность его к той же группе товаров, что и исследуемый; распространенность товара на данном рынке; предпочтительность этого вида товара покупателями.

Предметом исследования явились 30 разновидностей ИТМ одежного назначения Жлобинского ОАО «Белфа», различных по составу, виду стрижки, цветовому колориту, рисункам и другим признакам.

Для определения номенклатуры показателей качества, конкурентоспособности ИТМ применяли социологический, экспертный и инструментальный методы.

На основании критериев квалиметрии и современных представлений о выборе показателей качества, а также мнения потребителей составлена структурная схема свойств ИТМ по принципу иерархии.

По результатам социологического опроса потребителей, а также по заключениям экспертов и результатам анализа ТНПА номенклатура потребительских свойств искусственного меха была разделена на пять групп: эстетические, эргономические, надежности, безопасности и экономические.

Установлено, что наиболее значимыми свойствами, определяющими покупательскую способность, являются эстетические и экономические. Коэффициент весомости свойств  $M_i$  составил: эстетических – 0,35; экономических – 0,25; надежности – 0,18; эргономических – 0,12, безопасности – 0,10

Расчет коэффициентов весомости и согласованность экспертов оценок определяли по ГОСТ 23554.2-81 (коэффициент конкордации – 0,856).

Эстетические свойства ИТМ оценивали по совершенству имитации натурального меха, структуре ворса, соответствию фактуры ворса и цвета, блеску, текстуре поверхности, драпируемости, пышности, застилистости, рассыпчатости ворса, распрямляемости концов волокон.

Экономические свойства ИТМ характеризовались реализуемостью, себестоимостью, энергоемкостью, материалоемкостью, удобством раскроя и сборки раскроенных элементов.

Из группы свойств надежности ИТМ оценивали показатели: масса слабо закрепленных волокон; устойчивость к сваливанию, истиранию; стойкость окраски к «сухому» и «мокрому» трению; относительное удлинение по длине и ширине, остаточную деформацию, несминаемость.

Из группы свойств безопасности оценивали огнестойкость.

В группе эргономических свойств оценивали массу  $1 \text{ м}^2$ , массу ворсового покрова, туше, жесткость, воздухопроницаемость, паропроницаемость, толщину, удельное поверхностное электрическое сопротивление [4].

Показатели эргономических свойств, надежности и безопасности определяли инструментальными методами. Эстетические и экономические свойства, значения единичных показателей, которые нельзя получить экспериментально, определяли методом экспертной оценки по десятибалльной шкале [5, 8].

По стандартным методикам оценивали физико-механические характеристики ИТМ, массу  $1 \text{ м}^2$ , массу ворсового покрова, массу



слабозакрепленных волокон, электризуемость, огнестойкость, устойчивость к сваливанию и истиранию, устойчивость к «сухому» и «мокрому» трению, относительное удлинение по длине и ширине.

За базовый образец принят ИТМ арт. НТ-20 (Япония). Он имеет хорошие физико-механические показатели: несминаемость – 91 %; коэффициент сваливания – 34 %; массу слабозакрепленных волокон – 1,2 г/м<sup>2</sup>. Показатели свойств ворсового покрова этого ИТМ – однородность ворса по длине, распрямленность ворса, застилистость ости, рассыпчатость, блеск и туше высоки.

По результатам экспериментальной оценки 30 образцов ИТМ установлено, что 20 опытных образцов (арт. 4С 202-Д41 рис.Н-94; 3С 204-Д41 рис. С-68; 3С 384-Д41 рис.Ш-3; 3С 385-Д41 рис.Ш-11; 3С 383 – Д-41 рис.Ш-41; 3С 384-Д41 рис. Ш-44; 3С 384-Д41 рис. Ш-16 и 3С 383 – Д41 рис. Ш-19 и др.) по конкурентоспособности находятся на одном уровне с базовым, в основном, за счет более низкой цены 1 м<sup>2</sup> меха. Остальные производственные образцы требуют совершенствования.

Благодаря совместной работе ученых, производителей волокна и изготовителей меха в последнее время разработаны и внедрены в производство новые модификации нитрона [1, 2, 3]. Базовым из ПАН-волокон является волокно нитрон С, Д производства ОАО «Полимир» г. Новополюк линейной плотностью 0,33; 0,56 текс.

Получен новый тип нитрона повышенной огнестойкости за счет добавления винилхлорида в полимер и повышена огнестойкость изделий, выработанных из данного волокна [5].

Изменена форма сечения волокна и получено профилированное волокно ленточного сечения, что дало возможность значительно улучшить рассыпчатость ворса и позволило широко использовать данное волокно в длинноворсовых структурах меха.

Расширен ассортимент волокна нитрон по линейным плотностям (освоен выпуск и использование волокна линейной плотности 0,8 текс; 1,7 текс). В зависимости от назначения для коротковорсового меха используется длина резки 32-33 мм, для длинноворсового – 64, 108, 128 мм.

Если ранее в смеси для ворса меха использовалось до 40-50 % грубых волокон линейной плотности 20-30 de текс, то в настоящее время используется 1,5 – 2,2 de текс, что придает ворсу мягкий, подобный натуральному меху гриф, шелковистость, а также снижает поверхностную плотность 1 м<sup>2</sup> полотна;

Для придания структурам меха заполненности и повышения показателей огнестойкости используются смеси полиакрилонитрильных волокон и полиэфирного волокна лавсан, которые используются в мехе различного назначения (для верхней одежды, декоративных изделий).

Освоена методика крашения ПАН-волокон в различные цвета и получение широкой колористической гаммы.

Освоен выпуск усадочного волокна с уровнем усадки 35-40 %.

Освоен выпуск волокна линейной плотностью 0,17 текс.

Разработана эффективная методика оценки конкурентоспособности ИТМ по программе «Оценка», позволяющая свести воедино всю совокупность разработанных единичных показателей качества и охарактеризовать в целом, выразив безразмерным числом.

Установлено, что на уровень конкурентоспособности одежного ИТМ особое влияние оказывают следующие показатели: цветовой колорит, вид стрижки, блеск, фактура, рисунок, устойчивость к сваливанию и истиранию, удлинение при растяжении, электризуемость и огнестойкость, удельная масса, масса слабозакрепленных волокон, реализуемость.

По результатам расчета уровня конкурентоспособности даны рекомендации Жлобинскому ОАО «Белфа» по улучшению ассортимента ИТМ, показана необходимость совершенствования следующих характеристик потребительских свойств меха: структуры ворса, безопасности использования, электризуемости, массы, износостойкости, экономических показателей и колористического оформления.

Применение предложенной методики на Жлобинском ОАО «Белфа» позволило оптимизировать выпуск промышленного конкурентоспособного ассортимента ИТМ и получить значительный экономический эффект.

Конкурентоспособный искусственный трикотажный мех ОАО «Белфа» экспортируется в Россию, страны Балтии, Болгарию, Словению, Бельгию, так как он соответствует требованиям мировых стандартов (сертификация с 1994 года).

Дальнейшее удовлетворение потребительского спроса и рентабельности работы предприятий невозможно без разработки и внедрения в работу предприятием эффективных, научно-обоснованных методик оценки качества и конкурентоспособности продукции, учитывающих не только многообразие потребительских свойств товаров, но и изменяющихся требований их потенциальных потребителей.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сыцко В.Е. Влияние модификаторов на структуру и свойства волокон из полиакрилонитрила [Текст] // Известия АН БССР сер. «Химические пауки». 1985. №5. С.79-81.
- 2 Сыцко В.Е. Исследование изменения структуры различных видов полиакрилонитрильных волокон в зависимости от состава и технологических взаимодействий [Текст] Деп. ВИНТИ: Материал. 19, 1991, №0055696.
- 3 Сыцко В.Е. Новые модакриловые волокна для производства искусственного трикотажного меха [Текст] // Темат. сб. науч. трудов Экономической академии им. Оскара Ланге во Врательаве, 0324-8445. 1990. №528. С. 67-70.
- 4 Sytsko V.E. Methods of forecasting the quality and competitiveness in nonfoods [Text] // 16<sup>th</sup> GWT symposium. Suwon. Korea. 2008. P. 617-620.
- 5 Сыцко В.Е., Локтева К.И., Целикова Л.В. К вопросу оценки качества искусственного трикотажного меха с вложением модифицированных полиакрилонитрильных волокон [Текст] // Новое в технике и технологии текстильной и лёгкой промышленности: Материалы Международной научной конференции. Витебск, ноябрь 2009 г. УО ВГТУ, в 2-ух ч. 2009. Ч.1. С. 166-168.
- 6 Lange W. Beclimann Kunststoffe. 1963. Bd.53 №11. P. 843-844.
- 7 Перепелкин К.Е. Структура и свойства волокон [Текст]. М.: Химия, 1985. 207 с.
- 8 Сыцко В.Е. и др. Управление качеством [Текст]: учебно-методическое пособие. Минск: Высшая школа, 2008. 192 с.

## REFERENCES

- 1 Sytsko V.E. The impact modifier on the structure and properties of polyacrylonitrile fibers [Text] // Proceedings of the Academy of Sciences of the BSSR Ser. "Chemical spiders." 1985. №5. P. 79-81.
- 2 Sytsko V.E. Study changes in the structure of different types of poliakrilonit-sterile fibers, depending on the composition and technological interactions [Text] Dep. VINITI: Material. 19, 1991, №0055696.
- 3 Sytsko V.E. New modacrylic fibers for the production of artificial knitted fur [Text] // Thematic scientific. works Economic Academy of Oskar Lange in Vratslave, 0324-8445. 1990. №528. P. 67-70.
- 4 Sytsko V.E. Methods of forecasting the quality and competitiveness in nonfoods [Text] // 16<sup>th</sup> GWT symposium. Suwon. Korea. 2008. P. 617-620.
- 5 Sytsko V.E., Loktev K.I., Tselikov L.V. On the question of assessing the quality of artificial knitted fur to the attachment of the modified polyacrylonitrile fibers [Text] // New in technology Textile and Light Industry: Proceedings of the International Scientific Conference. Vitebsk, November 2009 UO VSTU in 2-h. 2009. Part 1. P. 166-168.
- 6 Lange W. Beclimann Kunststoffe. 1963. Bd.53 №11. P. 843-844.
- 7 Perepelkin K.E. The structure and properties of the fibers [Text]. M.: Chemistry, 1985. 207 p.
- 8 Sytsko V.E. et al. Management QUALITY PTO [Text]: a teaching aid. Minsk Higher School, 2008. 192 p.