

Линник, В. А. Фукин // Совершенствование конструкции и технологии изделий из кожи : межвузовский сборник научных трудов / УО «ВГТУ». – Витебск, 1996. – 164 с.

8. Томашева, Р. Н. Влияние режимов технологической обработки на упруго-пластические свойства систем материалов для верха обуви / Р. Н. Томашева // Техническое регулирование - базовая основа качества товаров и услуг: междунар. сборник научных трудов / ГОУ ВПО «ЮРГУЭС». – Шахты, 2008. – С.138-140.

#### SUMMARY

The article is dedicated to the development of testing methods of the materials systems for shoe upper during the repeated. The methods provide the cyclic two-axial stretching of the samples which have passed preliminary technological processing by a spherical element to a given deformation value. The mathematical dependence is determined, which allows to calculate the deeping value of the samples corresponding to the given value to their deformation. The nature of changes of statistic-plastic properties of different materials systems depending on the cycles numbers and the rest time the optimum parameters of the samples testing are determined.

The developed methods of materials systems testing for shoe upper by the repeated tension allow to bring nearer the conditions of samples testing to real work conditions of shoe upper during the wearing and, as a result, more objective to estimate adaptability of materials systems to the foot.

УДК 685.34.02

### ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ФОРМОВАНИЯ ВЕРХА ОБУВИ

*С.Л. Фурашова*

Качество обуви в большой степени определяется одним из важных ее потребительских свойств – формоустойчивостью. Для обеспечения требуемого уровня формоустойчивости технология формования верха обуви должна учитывать свойства комплектующих материалов заготовки верха обуви. Показатели механических свойств натуральных кож, используемых при производстве обуви, находятся в широких интервалах. Среди них такой показатель, как сопротивление заданной деформации или жесткость, определяемый по ГОСТ 29078–91 [1], существенно влияющий на формуемость и формоустойчивость материала, может иметь значение от 38Н до 320Н [2].

Целью настоящего исследования является установление оптимальных режимов формования, обеспечивающих высокую формоустойчивость систем материалов с верхом из натуральной кожи различной жесткости. Поставленная задача решалась с использованием математических методов планирования эксперимента.

В качестве материала верха были выбраны натуральные кожи «Наппа» и «Элита», существенно отличающиеся по показателю жесткости (65Н и 140Н соответственно). Для межподкладки и подкладки использовались материалы, применяемые при производстве обуви: трикотаж с термоклеевым покрытием сэвилен поверхностной плотности 172 г/м<sup>2</sup>, переплетения – уток 3-трико с обвивкой и кожа подкладочная свиная.

Анализ литературы позволил сделать вывод, что формоустойчивость обуви можно оценить количественным показателем. Чаще всего используется показатель коэффициента формоустойчивости, учитывающий потерю формы через семь суток после выполнения формообразующих операций. По мнению многих исследователей, обувь считается формоустойчивой, если коэффициент формоустойчивости равен или более 75%. С целью получения технологических

режимов формования, обеспечивающих выпуск обуви повышенной формоустойчивости, в качестве критерия оптимизации был принят показатель  $K \geq 80\%$ .

Обзор литературы и выводы, полученные различными исследователями, показали, что основными технологическими факторами, оказывающими наиболее значимое влияние на формоустойчивость обуви, являются режимы гигротермических воздействий. Учитывая, что в процессе формования различные зоны заготовки получают различные величины растяжения, в качестве исследуемых факторов были выбраны: величина относительного удлинения образца ( $\epsilon, \%$ ), относительная влажность системы материалов, достигаемая перед формованием ( $W, \%$ ) и температура теплового воздействия при фиксации формы образца ( $T, ^\circ\text{C}$ ).

При выборе области определения фактора относительного удлинения учитывалось, что при формовании деформация заготовки составляет в среднем 12-15% и может достигать в носочной части 20% [3, с.95].

Выбор исследуемого диапазона относительной влажности осуществлялся с учетом режимной технологии, применяемой на обувных предприятиях [4]. Предварительные исследования показали, что увлажнение заготовок верха обуви перед формованием в настоящее время на обувных предприятиях производится чаще всего сорбционным, контактным, а также комбинированными способами. При реализации существующих методов увлажнения привес влаги в обувной заготовке составляет от 1% до 10%, что соответствует в среднем относительной влажности заготовки 17%-26%. Более значительного увлажнения, с достижением в заготовке относительной влажности до 35% добиваются путём погружения заготовки в жидкую фазу. Но этот способ увлажнения практически не используется на обувных предприятиях, так как избыточное содержание влаги в заготовке требует в дальнейшем дополнительных расходов на сушку изделия и значительно увеличивает производственный цикл изготовления обуви.

Кроме этого исследования показали, что для улучшения формовочных свойств системы материалов с верхом из жестких кож необходимо увлажнять с большим привесом влаги, чем системы материалов с мягкими кожами. Исходя из этого, выбраны уровни варьирования фактора относительной влажности, представленные в таблице. При выборе области определения фактора температуры теплового воздействия учитывались технические возможности оборудования для влажно-тепловой и тепловой фиксации полуфабриката обуви.

Таблица – Уровни варьирования факторов

Факторы	$T, ^\circ\text{C} (X_1)$	$W_1, \% (X_2)$	$W_2, \% (X_2)$	$\epsilon_{\text{отн}}, \% (X_3)$
Max (+)	140	21	27	20
0	115	19	24	15
Min (-)	90	17	21	10

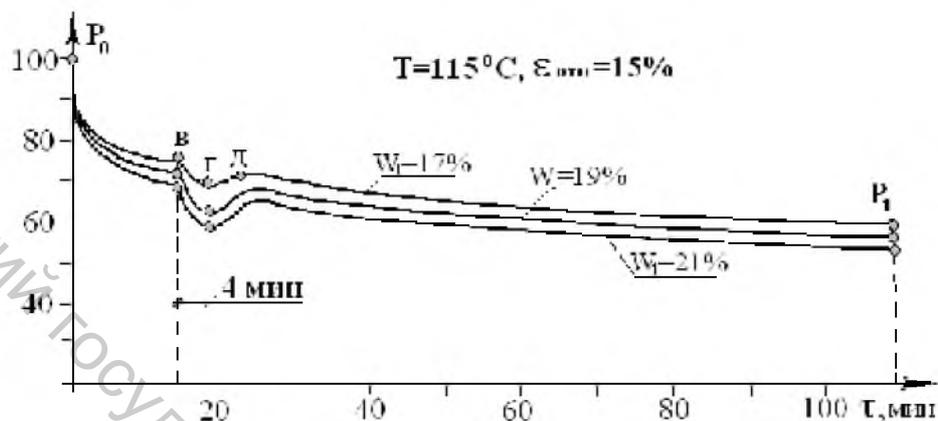
Примечание -  $W_1$ -уровни относительной влажности для систем из мягкой кожи «Наппа»;  $W_2$  - для систем из жесткой кожи «Элита».

Двухосное растяжение образцов систем материалов осуществлялось по методике [5] с использованием автоматизированного комплекса для измерения и обработки испытаний [6].

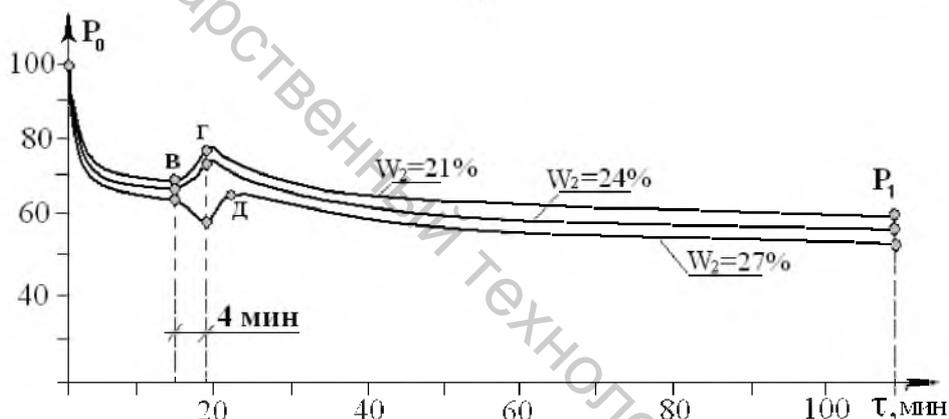
Исследования имитировали реальный технологический процесс изготовления обуви: образцы увлажнялись термодиффузионно-контактным способом с необходимым привесом влаги, обеспечивающим требуемый уровень относительной влажности, и подвергались растяжению в соответствии с матрицей эксперимента. Тепловое воздействие на деформированный образец осуществлялось в течение 4 минут и производилось через 15 минут после начала

процесса релаксации, время нахождения образца на пуансоне составляло 115 минут.

В результате эксперимента были получены кривые релаксации усилий, наиболее характерные из них при фиксированных значениях варьируемых факторов ( $T$ ,  $\varepsilon_{отн}$ ) представлены на рисунке 1.



а)



б)

а - система материалов: кожа «Наппа»+трикотаж +кожа подкладочная;

б - система материалов: кожа «Элита»+трикотаж +кожа подкладочная

Рисунок 1 - Кривые релаксации систем материалов при различных режимах формования

На кривых можно выделить характерные точки и участки. Точка  $P_0$  – соответствует начальному усилию, принятому за 100%, возникающему при двухосном растяжении образца на 15%. Участок  $P_0$ -в – отражает релаксацию, происходящую в структуре материала в нормальных условиях в течение 15 мин, затем осуществляется тепловое воздействие (точка в).

Воздействие высокой температуры вызывает интенсивное снижение усилий в системах с мягкой кожей, причём, чем выше относительная влажность, тем более значительна величина падения усилий.

В системах с жесткой кожей падение усилий происходит только при влажности, равной 27%. Тепловое воздействие на системы с жесткой кожей «Элита» с влажностью 21% и 24% вызывает рост внутренних усилий, вызванный, очевидно, недостаточной увлажненностью систем материалов.

Точка г – соответствует прекращению теплового воздействия. На кривых релаксации систем с мягкой кожей на участке г-д наблюдается кратковременное возрастание внутренних усилий. В системах с жесткой кожей с влажностью 21% и

24% рост внутренних усилий после прекращения теплового воздействия незначителен. Последующая выдержка систем материалов в напряженном состоянии в нормальных условиях в течение заданного времени приводит к снижению усилий до точки  $P_1$ .

Различный характер кривых релаксации усилий говорит о существенном влиянии режимов гигротермического воздействия и свойств материалов на механизм процесса релаксации.

Показатель общей доли релаксации рассчитывали по формуле

$$\delta P_{\text{общ}} = \frac{P_o - P_1}{P_o} \cdot 100 \%,$$

где  $P_o$ - усилие в начале процесса релаксации, Н;

$P_1$ - усилие через 115 минут после начала процесса релаксации, Н.

С использованием программы «STATISTICA 6» получены математические модели, отражающие взаимосвязь показателя общей доли релаксации от исследуемых факторов. После исключения незначимых коэффициентов регрессионные модели, полученные в кодированных значениях переменных, для систем с кожей «Наппа» и «Элита» имеют вид:

$$\delta P_{\text{общ}} = 41,8 + 7,4X_1 + 1,1X_2 - 2,5X_3 + 1,2X_1X_2 - 0,9X_1X_3 + 0,8X_1X_2^2 - 2,2X_1^2X_2,$$

$$\delta P_{\text{общ}} = 36,6 + 1,2X_1 + 2,9X_2 + 2,6X_3^2 + 3,8X_1X_2 - 1,9X_1X_2^2.$$

Как видно из полученных уравнений, более интенсивный спад усилий происходит в системах материалов с мягкой кожей «Наппа», повышению показателя общей доли релаксации ( $\delta P_{\text{общ}}$ ) способствует рост температуры теплового воздействия и уровня относительной влажности. Наибольшее влияние на показатель  $\delta P_{\text{общ}}$  в системах с мягкой кожей оказывает температура теплового воздействия  $X_1$ , а в системах с жесткой кожей - уровень относительной влажности  $X_2$  и взаимное влияние факторов  $X_1X_2$ .

Для определения коэффициента формоустойчивости по истечении 115 минут образец освобождался из прибора и наклеивался на картон для фиксации диаметра полусферы. Замеры высоты отформованного образца осуществлялись с помощью электронно-цифрового штангенрейсмаса, с точностью изменения 0,05 мм. Коэффициент формоустойчивости рассчитывался по формуле

$$K = \frac{h_i}{h_o} \cdot 100,$$

где  $h_i$  – максимальная высота образца через семь суток после снятия с пуансона, мм;

$h_o$  – максимальная высота образца, находящегося на пуансоне, мм.

В результате обработки полученных экспериментальных данных с использованием программы «STATISTICA 6» получены регрессионные модели в кодированных значениях переменных для систем материалов с кожей «Наппа» и кожей «Элита»:

$$K = 78,2 + 4,8X_1 + 1,3X_2 - 2,1X_3 - 0,7X_1X_2 + 2,3X_1^2 + 0,8X_1X_2^2 + 0,6X_1^2X_2,$$

$$K = 81,2 + 3,3X_1 + 1,3X_2 - 2,7X_3 + 1,4X_1^2 - 0,5X_1X_3 + 0,3X_1^2X_2.$$

Уравнения показывают, что формоустойчивость выше в системах материалов с жесткой кожей «Элита». Температура теплового воздействия оказывает наибольшее влияние на формоустойчивость систем с мягкой кожей, влияние величины относительной влажности и величины удлинения на формоустойчивость систем материалов примерно одинаково.

Полученные сечения поверхностей коэффициента формоустойчивости (рисунок 2) позволяют определить, что при растяжении на 15% системы материалов из мягкой кожи «Наппа» обладают максимальной формоустойчивостью в интервалах относительной влажности 19%-22% и теплового воздействия 120<sup>0</sup>С-135<sup>0</sup>С, а системы из жесткой кожи «Элита» в интервалах относительной влажности 26%-28% и теплового воздействия 125<sup>0</sup>С-140<sup>0</sup>С.

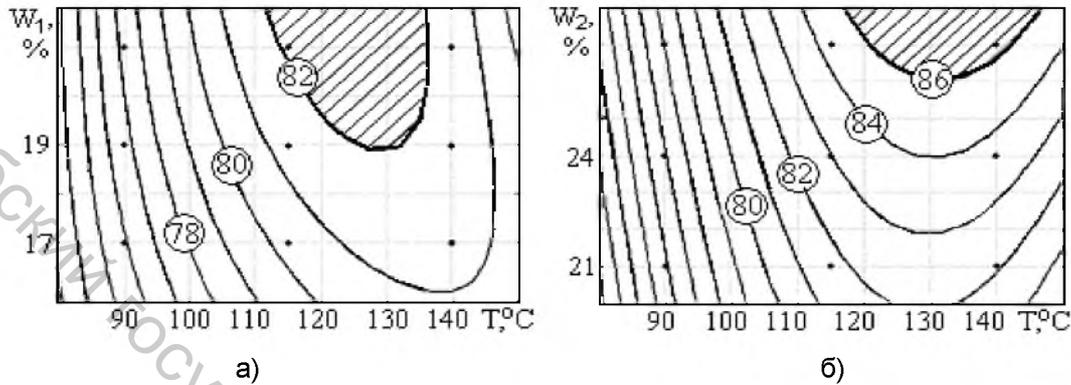
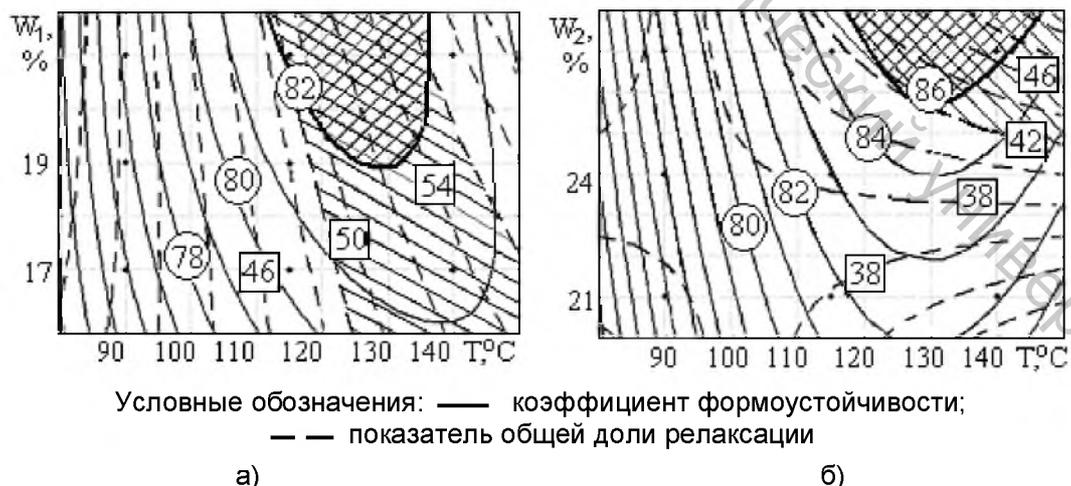


Рисунок 2 - Сечения поверхностей коэффициента формоустойчивости при  $\epsilon_{отн}=15\%$  систем материалов: а - кожа «Наппа»+трикотаж+кожа подкладочная; б - кожа «Элита»+трикотаж+кожа подкладочная

При обозначенных режимах гигротермических воздействий коэффициент формоустойчивости принимает максимальное значение также и при относительном удлинении систем материалов на 10% и 20%, в системах с мягкой кожей «Наппа» – 86% и 82%, а в системах с жесткой кожей «Элита» – 88% и 82% соответственно.

Операции гигротермических воздействий направлены на ускорение процессов релаксации, протекающих в заготовке при растяжении, так как чем меньше величина остаточных усилий на момент снятия обуви с колодки, тем выше формоустойчивость обуви.

Исходя из этого, представляет интерес определить, какой уровень показателя общей доли релаксации обеспечивает максимальный уровень формоустойчивости систем материалов. Для этого было произведено наложение сечений поверхностей коэффициента формоустойчивости и показателя общей доли релаксации (рисунок 3).



Условные обозначения: — коэффициент формоустойчивости;  
 - - - показатель общей доли релаксации

Рисунок 3 - Сечения поверхностей коэффициента формоустойчивости и общей доли релаксации при  $\epsilon_{отн}=15\%$  систем материалов: а - кожа «Наппа»+трикотаж+кожа подкладочная; б - кожа «Элита»+трикотаж+кожа подкладочная

Из рисунка видно, что максимальный уровень формоустойчивости в исследуемых интервалах относительной влажности и температуры теплового воздействия в системах материалов с мягкой кожей обеспечивается при величине показателя общей доли релаксации 49%-55%, а в системах с жесткой кожей – более 42%.

Полученные результаты подтверждают данные исследования процессов гигротермической обработки натуральной кожи, указывающие, что не всегда максимальный уровень показателя общей доли релаксации соответствует максимальной формоустойчивости ввиду сложности процессов, происходящих в структуре материалов при действии тепла и влаги [7, с. 34-36]. Так, в системе материалов кожа «Наппа» + трикотаж + кожа подкладочная (рисунок 3, а) максимальный уровень общей доли релаксации (58%) не соответствует максимальной формоустойчивости, а установленный интервал показателя общей доли релаксации 49%-55% обеспечивает максимальную формоустойчивость только в интервале относительной влажности систем материалов 19%-22%.

Таким образом, результаты исследований позволяют рекомендовать следующие режимы формования систем материалов из мягкой кожи «Наппа» –  $W=22\%$ ,  $T=125^{\circ}\text{C}$  и систем материалов из жесткой кожи «Элита» –  $W=28\%$ ,  $T=130^{\circ}\text{C}$ . Выполнение этих технологических режимов при производстве обуви обеспечит максимальный уровень формоустойчивости во всем диапазоне величин растяжения в заданной области относительной влажности и температуры теплового воздействия.

#### Список использованных источников

1. Кожа. Метод испытания сферическим растяжением : ГОСТ 29078–91. – Введ. 01.07.92. – Москва : Изд-во стандартов, 1992. – 12 с.
2. Максина, З. Г. Исследование физико-механических свойств кож для верха обуви и их технологическая пригодность / З. Г. Максина, К. А. Загайгора, С. Л. Фурашова, М. П. Башмакова // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В. Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2008. – С. 146-148.
3. Михеева, Е. Я. Современные методы оценки качества обуви и обувных материалов / Е. Я. Михеева, Л. С. Беляев. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 248 с.
4. Загайгора, К. А. Исследование эффективности методов увлажнения при производстве обуви / К. А. Загайгора, З. Г. Максина, С. Л. Фурашова // Экологические и ресурсосберегающие технологии промышленного производства : сб. ст. междунар. науч.-технич. конф. / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С. М. Литовский. – Витебск, 2006. – С. 133-135.
5. Фурашова, С. Л. Методика исследования упруго-пластических свойств обувных материалов при двухосном растяжении / С. Л. Фурашова, В. Е. Горбачик, К. А. Загайгора, З. Г. Максина // Метрологическое обеспечение, стандартизация и сертификация в сфере услуг : междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В. Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2006. – С. 27-30.
6. Горбачик, В. Е. Автоматизированный комплекс для оценки механических свойств материалов / В. Е. Горбачик [и др.] // Вестник УО «ВГТУ». – 2006. – Вып. 11. – С. 5-8.
7. Адигезалов, Л. И.-О. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве / Л. И.-О. Адигезалов. – Москва : Изд-во легкая и пищевая пром-ть, 1983. – 136 с.

## SUMMARY

With use of mathematical methods of planning of experiment optimum modes of formation of systems of materials from natural leather of various rigidity are established. For systems from a soft leather – relative humidity of 22%, temperature of thermal influence 125<sup>0</sup>C, for systems of materials from a rigid leather – relative humidity of 28% and temperature of thermal influence 130<sup>0</sup>C, realization of these modes provides a maximum level of the formstability.

УДК 677.075:66.067.33

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МНОГОСЛОЙНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АЭРОЗОЛЕЙ

*И.Г. Черногузова, М.А. Коган*

В настоящее время теория и практика фильтрации аэрозолей требуют использования фильтровальных материалов с многослойной фильтрующей структурой, которые обеспечивают более высокую степень очистки при сохранении своей пропускной способности. Совершенствование технологического оборудования и развитие сырьевой базы за счет производства синтетических нитей с улучшенными свойствами позволяет создать новые эффективные многослойные фильтровальные трикотажные материалы и тем самым расширить ассортимент фильтровальных материалов для аэрозолей и повысить конкурентоспособность отечественных фильтрующих перегородок из трикотажа.

На основе структуры малорастяжимого основвязаного трикотажа гладкого платированного переплетения авторами разработано 20 вариантов трикотажных фильтровальных материалов. В структуру некоторых вариантов трикотажных фильтровальных материалов введена уточная нить, что позволило не только повысить прочностные характеристики и увеличить заполнение структуры фильтровального трикотажа волокнистым материалом, но и создать в нем дополнительный внутренний фильтрующий слой. На основании результатов анализа базовой структуры фильтровального трикотажа и рабочего процесса ее получения для выработки трикотажных фильтровальных материалов выбрана однофунтурная основвязальная машина марки «Кокетт-4» 28 класса. Для выработки трикотажных фильтровальных материалов использованы полиэфирные комплексные нити различной структуры и свойств. Так для вязания грунта платированного переплетения использованы текстурированные среднерастяжимые нити линейной плотности 12; 18,1; 18,7 текс. В качестве платировочного (покровного) переплетения, петли которого выходят на лицевую поверхность трикотажного фильтровального полотна и участвуют в образовании его лобового слоя, использована высокоусадочная нить технического назначения линейной плотности 16,8 текс. Выбор для вязания лобового слоя фильтровального трикотажа нити, имеющей усадку до 54 %, обусловлен предположением, что в процессе отделки полотна под воздействием температуры свыше 100<sup>0</sup>C высокоусадочная нить будет способствовать большей усадке полотна, т.е. обеспечит значительное сближение элементов петельной структуры трикотажа, уменьшение размеров пор и улучшение фильтрующих свойств полотна. Для уточного переплетения фильтровального трикотажа использована высокопрочная нить линейной плотности 29,4 текс.

Экспериментальная выработка трикотажных фильтровальных материалов осуществлялась при соблюдении принципа образования малорастяжимых переплетений, а также с учетом факторов, обеспечивающих стабильность процесса вязания. Натяжение нитей устанавливалось на уровне, позволяющем получить фильтровальный трикотаж максимальной плотности при устойчивом