

Таблица 2 – Критерии оценки измеримых функциональных показателей

| Показатель качества                                 | Нормируемое ТНПА значение,<br>ед. изм.                                                                         |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пылепроницаемость                                   | упаковку считают пылепроницаемой, если даже в одном из 10 образцов обнаружено проникновение пылеобразной смеси |
| Сопротивление расслаиванию                          | не менее 0,2 кН/м                                                                                              |
| Сопротивление продавливанию                         | не менее 0,90 МПа                                                                                              |
| Влажность                                           | 6–12 %                                                                                                         |
| Прочность корпуса упаковки и крышки                 | отсутствие повреждений после 3-кратного сгибания на 90°                                                        |
| Прочность крышки, соединенной с корпусом «шарнирно» | отсутствие повреждений после 10-кратного сгибания на 180°                                                      |
| Удельный вес себестоимости упаковки                 | не более 1,5 % от себестоимости упакованного товара                                                            |

Квалиметрическая модель – это совокупность показателей качества, коэффициентов весомости, шкал для измерения показателей, а также способов вычисления комплексного показателя качества с целью управления качеством. Для расчета комплексного показателя использован метод средней геометрической.

$$G = \prod_{i=1}^n \left( \frac{x_i}{x_i^{\text{баз}}} \right)^{m_i}$$

$$G = \left( \frac{x_1}{10} \right)^{0,098} \cdot \left( \frac{x_2}{2} \right)^{0,094} \cdot \left( \frac{x_3}{10} \right)^{0,086} \cdot \left( \frac{x_4}{2} \right)^{0,077} \cdot \left( \frac{1,5}{x_5} \right)^{0,074} \cdot \left( \frac{x_6}{10} \right)^{0,072} \cdot \left( \frac{x_7}{6} \right)^{0,072} \cdot \left( \frac{x_8}{5} \right)^{0,069} \cdot \left( \frac{x_9}{5} \right)^{0,064} \cdot \left( \frac{x_{10}}{0,2} \right)^{0,062} \cdot \left( \frac{x_{11}}{5} \right)^{0,061} \cdot \left( \frac{x_{12}}{0,90} \right)^{0,061} \cdot \left( \frac{2}{x_{13}} \right)^{0,058} \cdot \left( \frac{x_{14}}{10} \right)^{0,053},$$

где  $x_i$  – значение единичного ( $i$ -го) показателя качества оцениваемого изделия;  $x_i^{\text{баз}}$  – значение единичного ( $i$ -го) базового показателя качества;  $m_i$  – коэффициент весомости единичного ( $i$ -го) показателя качества.

Разработанная квалиметрическая модель может быть использована для прогнозирования свойств на этапе проектирования и разработки упаковки, выбора материалов для ее производства, оценки поставщиков упаковочной продукции.

#### Список использованных источников

1. Технический Регламент Таможенного союза 005/2011 «О безопасности упаковки»/ утвержден Решением Комиссии Таможенного союза № 769 от 16.08.2011 года. – 35 с.
2. Грошев, И. М., Махонь, А. Н., Карпушенко, И. С., Беспечная, А. А. Роль стандартизации в переходе к экологически безопасной упаковке в Республике Беларусь // Сборник статей МНК «Стандартизация и техническое регулирование»: современное состояние и перспективы развития», 2020. – № 6 (58). – С. 178–190.

УДК 677.017.8

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ НИТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ТРИКОТАЖНОЙ ОСНОВЕ

**Панкевич Д.К., к.т.н., доц., Буланчиков И.А., ст. преп., Сермяжко В.А., студ.**

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрено влияние параметров ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе, оказывающих воздействие на

*прочность и износостойкость ниточных швов в процессе эксплуатации изделий.*

**Ключевые слова:** мембранные материалы на трикотажной основе, прорубание иглой при пошиве, диаметр швейной иглы, линейная плотность швейных ниток, частота строчки.

Технология изготовления одежды из мембранных материалов на трикотажной основе принципиально не отличается от традиционной технологии поузловой обработки, однако имеет существенные особенности в плане выбора режимов ниточных соединений. Нити трикотажных слоев, закрепленные в структуре композита связующим, плохо сдвигаются под действием острия иглы и имеют повышенную склонность к прорубанию иглой. Полимерная мембранная пленка может повреждаться по линии строчки. Вследствие снижения прочности ниточных швов возможны следующие нежелательные явления: явная и скрытая прорубка, значительное снижение прочности ниточного соединения при эксплуатации изделий.

Для исследования износостойкости ниточных швов использовали метод моделирования эксплуатационных нагрузок и установку (рис. 1), разработанную на кафедре «Техническое регулирование и товароведение» УО ВГТУ. Установка позволяет многократно с определенной частотой подвергать образцы материалов циклическому изгибу и растяжению при различных заданных значениях деформации растяжения ( $\Delta L$ ). Одновременно можно испытывать четыре плоские пробы, заправленные в горизонтально расположенные зажимы. В результате взаимодействия подвижных и неподвижных зажимов пробе сообщается попеременно деформация изгиба и растяжения в продольном направлении.

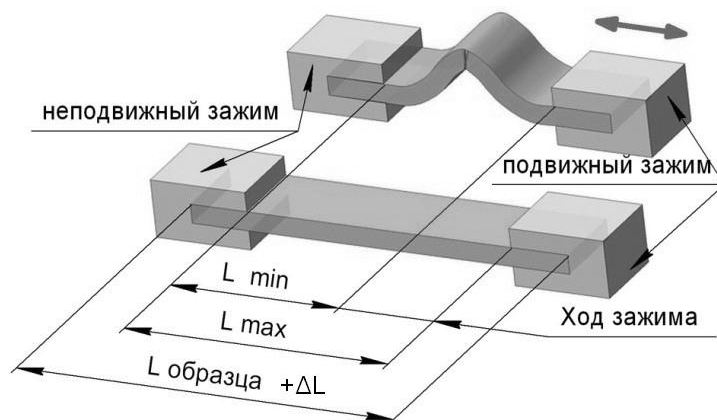


Рисунок 1 – Схема установки для моделирования эксплуатационного износа материалов и узлов одежды

Характеристика исследуемого образца: состав текстильных слоёв – 100 % полиэфир, мембранный слой – 100 % полиуретан, поверхностная плотность ткани – 274 г/м<sup>2</sup>. Устанавливали следующие режимы моделирования: растяжение 10 % от первоначальной длины пробы, количество циклов нагружения – 15 000. До и после моделирования эксплуатационного износа проводили исследование разрывной нагрузки швов по ГОСТ 28073-89. Испытания проводили на разрывной машине РТ-250 в аккредитованной лаборатории центра испытаний УО «ВГТУ».

Для оптимизации ниточных соединений по параметрам прочности и износостойкости проводили полный факторный эксперимент. Варьировали следующие параметры стачивания: диаметр швейной иглы, линейная плотность швейных ниток, частота строчки.

Элементарные пробы для испытаний выкраивали прямоугольной формы так, чтобы шов совпадал с направлением петельного столбика лицевого трикотажного полотна, а размер пробы со швом составлял 200 мм x 50 мм. Подготавливали пробы двух видов – для исследования прочности и износостойкости шва при растяжении вдоль и поперек шва. Таким образом, получали модели основных швов в гипотетическом изделии, испытывающих деформацию растяжения: боковых, шаговых, швов рукавов. Для каждого сочетания управляемых факторов заготавливали по 5 элементарных проб со швами. Диапазон и интервалы варьирования управляемых факторов определяли исходя из результатов предварительного исследования. Количество стежков на 5 см строчки изменялись со значениями 18, 22, 26, диаметр иглы – 70,75,80 мм-2, линейная плотность ниток – 22; 27,5; 33 текс.

Уравнения регрессии для исследуемых образцов швов до и после многоциклового растяжения поперек шва имеют вид (1–2):

$$Y_1 = 8,9 \times X_1 - 2,34 \times X_2 - 7,05 \times X_3 + 0,17 \times X_2 \times X_3, \quad (1)$$

$$Y_2 = -1,23 \times X_2 + 7,19 \times X_3 + 0,1 \times X_1 \times X_2 - 0,07 \times X_2 \times X_3. \quad (2)$$

Исходя из анализа коэффициентов уравнения (1) можно сделать вывод, что на разрывную нагрузку исследуемого шва при растяжении его поперек строчки до приложения к нему многоциклового растягивающих нагрузок больше всего влияет частота строчки – чем больше стежков на единицу длины шва, тем выше значение разрывной нагрузки и выше его прочность. Вторым по значимости фактором является линейная плотность швейной нитки, чем она меньше (при одновременном увеличении частоты строчки), тем больше прочность шва. Достаточно сильное влияние оказывает диаметр иглы – чем толще игла, тем меньше разрывная нагрузка шва.

После 15 000 циклов растяжения образца вдоль шва на 10 % от начальной длины, разрывная нагрузка шва является характеристикой износостойкости и изменяется по другой модели. Наибольшее влияние на параметр выхода оказывает линейная плотность ниток – чем она меньше, тем меньше разрывная нагрузка и износостойкость шва. Влияние диаметра иглы такое же, как и в модели (1) – чем толще игла, тем меньше разрывная нагрузка и износостойкость шва. Совместное влияние управляемых факторов наблюдается, но оно на порядок меньше влияния линейной плотности швейных ниток и диаметра иглы.

Уравнения регрессии для исследуемых образцов швов до и после многоциклового растяжения вдоль шва имеют вид (3–4):

$$Y_1 = 2048,3 - 68,6 \times X_1 - 26,9 \times X_2 + 0,93 \times X_1 \times X_2 - 0,032 \times X_2 \times X_3, \quad (3)$$

$$Y_2 = 335,3 - 4,9 \times X_2 + 4,6 \times X_3. \quad (4)$$

Анализ коэффициентов модели (3) показывает, что разрывная нагрузка шва при его растяжении вдоль шва сильнее всего зависит от частоты строчки. Причем зависимость эта противоположна выявленной при анализе модели растяжения поперек шва (1). Для растяжения вдоль шва получено, что чем больше стежков на единицу длины строчки, тем меньше разрывная нагрузка и прочность шва. Диаметр иглы влияет негативно – чем он больше, тем прочность шва ниже. Совместное влияние варьируемых факторов модели присутствует, но оценивается невысоко, поскольку коэффициенты при парных произведениях переменных значительно меньше, чем коэффициенты при влияющих на параметр выхода переменных  $X_1$  (частота строчки) и  $X_2$  (диаметр иглы).

Как и для модели (2), отражающей изменение износостойкости поперек шва, в модели (4) для износостойкости шва при его многократном растяжении вдоль на 10 % от первоначальной длины наблюдается схожее влияние варьируемых факторов: чем меньше линейная плотность ниток и чем толще игла, тем меньше разрывная нагрузка шва. Так же, как и в модели (2), в модели (4) незначима частота строчки.

Таким образом, в результате оптимизации ниточных соединений по параметрам прочности и износостойкости выявлено, что для получения прочного ниточного соединения мембранного трехслойного материала на трикотажной основе необходимо выполнять стачивание иглой с наименьшим диаметром стержня из рекомендуемых для соответствующей толщины материала. Чтобы при высокой прочности получить наибольшую устойчивость к растяжению в направлении как вдоль, так и поперек строчки, ниточное соединение необходимо выполнять при средней частоте стежка и средней линейной плотности швейных ниток из установленного в эксперименте диапазона варьирования. Рекомендуемыми режимами для исследуемого материала являются следующие: номер иглы – 70 с заточкой острия KN; номер ниток – 120 (линейная плотность 27,5 текс); частота стежка – 22 стежка в 5 см строчки.