

УДК 677.01

Н.М. ЗАЩЕПКИНА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Н.Р. ТЕРЕНТЬЄВА

Київський національний університет технологій та дизайну

## РОЗРОБКА ТА КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ВІД ДІЇ ПИЛУ

*У статті розглянуто вплив пилу на здоров'я людини, запропоновано використовувати для захисту від пилу маски, виготовлені з текстильних матеріалів. Розроблені, досліджені матеріали для виготовлення масок, проведені дослідження, виготовлені готові вироби та проведений контроль їх якості.*

*Ключові слова: пил, дослідження, контроль, якість, матеріали, чарунка, маска.*

Н.Н. ЗАЩЕПКИНА

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Н.Р. ТЕРЕНТЬЄВА

Киевский национальный университет технологий и дизайна

## РАЗРАБОТКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЫЛИ

*В статье рассмотрено влияние пыли на здоровье человека, предложено использовать для защиты от пыли маски, изготовленные из текстильных материалов. Разработаны, исследованы материалы для изготовления масок, проведены исследования, изготовлены готовые изделия и произведен контроль их качества.*

*Ключевые слова: пыль, исследование, контроль, качество, материалы, ячейка, маска.*

N.N. ZAZHCHEPKINA

National technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

N.R. TERENTIEVA

Kyiv national University of technologies and design

## DEVELOPMENT AND QUALITY CONTROL OF MATERIALS FOR PROTECTION FROM THE EFFECTS OF DUST

*In this paper, the influence of dust on human health, it is proposed to use for protection against dust a mask, made from textile materials. Developed, researched materials for making masks, studies made of the finished product produced and their quality control.*

*Key words: dust, research, control, quality, materials, cell, mask.*

### Постановка проблеми

Стан повітря навколишнього середовища завдає непоправної шкоди органам дихання людини. Небезпечні речовини можуть бути у формі твердих або рідких аерозольних часток, газів, парів або випарів. Чим менше розмір частинок пилу, тим довше вони знаходяться в повітрі у зваженому стані і тим вище ймовірність того, що вони проникнуть в легені.

Дуже небезпечні дрібнодисперсні частинки пилу, які здатні проникнути в легені і, маючи дуже велику площу контакту з тканиною легень, здатні швидко і у великій кількості всмоктуватися, викликаючи інтоксикацію організму. Ураження верхніх відділів дихального апарату пилом пов'язують з наявністю в ньому ліберину і гістаміну, які спричиняють вивільнення медіаторів запалення з тканинних базофілів і виникнення реакції запалення неімунної форми (атопічної).

Основним чинником дії пилу на організм є хімічний склад пилових часток. Вміст у них таких елементів, як свинець марганець, фтор, а також токсичних органічних сполук, надає пилу властивості виробничої отрути. Залежно від своїх фізико-хімічних властивостей пил спричиняє алергенну, мутагенну, канцерогенну і подразнюючу дію, а також радіоіндукційний ефект.

Тому людині потрібен захист від дії пилу. Таким захистом є маска, виготовлена із текстильних матеріалів.

Згідно з EN 132 і номенклатури складових частин EN 134 Маскою називається лицева частина, що покриває ніс, рот, підборіддя і забезпечує достатнє ізолювання обличчя користувача ЗІЗОД від навколишньої атмосфери за передбачуваних умов використання у разі вологої або сухої шкіри обличчя, під час рухів голови і розмови.

У загальному випадку фільтруючі матеріали для захисту органів дихання людини повинні мати такі властивості:

- високу ступінь уловлювання твердих частинок;
- в деталях масок класу 2 і 3, які можуть зазнати удару, повинно бути зведено до мінімуму використання алюмінію, магнію, титану або сплавів, що містять таку кількість цих металів, яка може під час удару і виникнення іскри бути причиною займання горючих газових сумішей;
- стійкість до температури;
- стійкість до теплового випромінювання;
- використані матеріали повинні витримувати дію чистильних і дезінфікуючих засобів та процедур;
- краї будь-якої частини маски, що можуть вступати в контакт з користувачем, не повинні мати гострих країв або відгалужень;
- легкість надягання і знімання наголовного гарнітуру;
- висока міцність;
- розтягувальне навантаження (50 Н);
- у разі випробування негативним тиском 10 мбар зміна тиску під маскою протягом 1 хв не повинна перевищувати 10 мбар;
- матеріали, що можуть контактувати зі шкірою користувача, не повинні бути причиною подразнення або чинити інший шкідливий вплив на здоров'я користувача;
- лицеві частини повинні відповідати вимогам:
  - одягнена маска повинна щільно прилягати до контуру обличчя. Підсос випробувальної речовини не повинен перевищувати в середньому 0,05 % об'єму вдихуваного повітря;
  - допустима площа зору.

Було обрано в якості матеріалу для масок двошаровий трикотаж. Основна ідея роботи полягає в розробці, теоретичному та експериментальному обґрунтуванні застосування двошарових трикотажних фільтрувальних матеріалів для захисту органів дихання людини. Завдяки змінній чарункоподібній структурі, а також поєднанню сировини на різних шарах трикотажу дозволяє підвищити комфорт при експлуатації, фільтрування від макро- та дрібнодисперсного пилу.

#### Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є розробка і контроль трикотажних матеріалів функціонального призначення з прогнозованими властивостями, оцінка споживчих властивостей (функціональності) розроблених зразків із змінною чарункоподібною структурою для захисту органів дихання людини.

Методи дослідження включають в себе аналітичне узагальнення відомих наукових і технічних результатів, стандартні методики дослідження властивостей текстильних матеріалів, аналізу результатів експерименту, обробку експериментальних даних методами математичної статистики.

#### Виклад основного матеріалу дослідження

Для виготовлення двошарового трикотажного полотна нами було обрано: круглов'язальну двофонтурну машину «Бентлі», яка призначена для вироблення полотна ластичним, дволастичним, пресовим, жакардовим та комбінованим переплетеннями. Машина має 24 в'язальні системи. Кожна система забезпечена відбираючим барабаном. Барабан має 32 ряди горизонтальних отворів для штифтів і 48 вертикальних. Сировина - поліпропіленова мультифіламентна комплексна нитка високої міцності з лінійною густиною 300 деньє, розривним навантаженням 3,5 – 5,5 г/деньє, подовженням при розриві 20 – 60%; вміст УФ стабілізатора 0 – 1%, кількість пневмоз'єднань 10 – 45 шт/м. Пряжа для машинного в'язання: склад пряжі бавовна 34%, льон 33%, віскоза 33%, номінальна лінійна густина пряжі 29 текс, коефіцієнт крутки 44,5, відносне розривне навантаження 11,7 сН/текс. Було виготовлено маски, які захищають обличчя людини. Процес відведення вологи, антибактеріальна обробка та збереження нормальної температури тіла див. рис. 1.

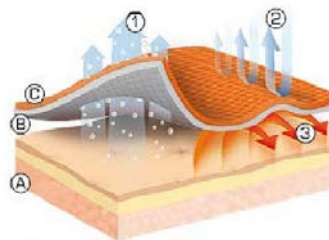


Рис. 1 Процес відведення вологи, антибактеріальна обробка та збереження нормальної температури: А – шкіра людини, В – внутрішній шар маски, С – зовнішній шар, 1 – відведення вологи на зовнішній шар, 2 – антибактеріальна обробка, 3 – збереження нормальної температури тіла

Математичне моделювання впливу параметрів в'язання на параметри структури бікомпонентного трикотажу. Довжина нитки в петлі залежить безпосередньо від глибини кулірування,

натягу нитки та сили відтягування полотна. В найбільшій мірі на її значення впливає глибина кулірування. З метою виявлення характеру впливу зміни заправної довжини нитки в петлі на показник якості трикотажу у процесі в'язання змінювалась глибина кулірування шляхом повороту регульовального гвинта на 0,75 оберту.

Середнє значення кількості петельних стовпчиків в 100мм трикотажу: заправна довжина нитки в петлі ґрунту, мм. – 5,1/7,1; щільність по горизонталі – 60,8, 60,4, 60,3/50,3, 50,5, 50,2.

При побудові лінійної однофакторної регресійної моделі застосовується метод найменших квадратів або регресійний аналіз. Вивчалась залежність кількості петельних стовпчиків у 100 мм трикотажу від заправної довжини нитки в петлі гладі. Графік залежності петельних стовпчиків від довжини петлі представлений на рис. 2.

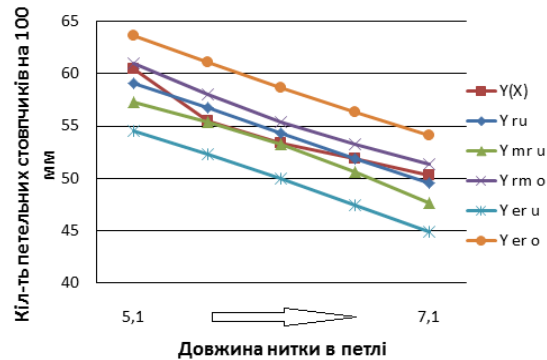


Рис. 2. Графік залежності кількості петельних стовпчиків від довжини нитки в петлі

**Дослідження параметрів петельної структури та лінійних розмірів зразків трикотажних полотен до та після прання:**

- довжина нитки в петлі базового переплетення гладь та відповідно пресового переплетення при середньому рівні довжини нитки в петлі зменшилась на 15,09 %;

- кількість петельних стовпчиків на 100 мм при середньому рівні довжини нитки в петлі не змінилась у зразку №1; у зразку №2 – зменшилась на 1,61%.

- кількість петельних рядів на 100 мм при середньому рівні довжини нитки в петлі зменшилась у зразку №1 на 15,78 %, у зразку №2 зменшилась – на 21,83%.

Це можна пояснити зміною лінійних розмірів петель по ширині (А, мм) та висоті (В, мм).

- товщина при середньому рівні довжини нитки в петлі зросла у зразка №1 на 3,58 %, у зразка №2 – не змінилась.

Зменшення довжини нитки в петлі, кількості петельних стовпчиків у 100 мм і збільшення кількості петельних рядів у 100 мм трикотажу та його товщини пояснюється усадкою полотна вздовж петельного стовпчика та притяжкою вздовж петельного ряду.

**Встановлення математичних залежностей, що описують вплив зміни довжини нитки в петлі на зміну лінійних розмірів зразків бікомпонентного трикотажу після прання.** Зміна лінійних розмірів після мокрих обробок встановлена у відповідності до ГОСТ 30157.0-95, ГОСТ 30157.1-95. На двох квадратних пробах розміром 150Ч150 мм, що викроєні з полотна за шаблоном, нанесли олівцем мітки у вигляді квадрату розміром 100Ч100 мм. Контрольні відстані між мітками заміряні з точністю до 1 мм. Перед пранням мітки були обведені фарбою, що не змивається. Проби прали у пральній машині при температурі 30 °С. Висушені та відлежані проби витримали 10 хвилин за нормальних умов, після чого виміряли контрольні відстані. Далі встановлено величину зміни лінійних розмірів та порівняно отримані значення з нормативними.

Визначено, що отримані рівняння показують, що зі збільшенням довжини нитки в петлі спостерігається зменшення лінійного розміру полотна вздовж петельного рядка. При зміні довжини нитки в петлі в межах від 5,1 мм до 7,1 мм (на 39,2%) відбувається усадка трикотажного полотна вздовж петельного рядка, яка змінюється: у зразка №1 в межах від -3,58 мм до 15,24 мм (зменшується на 525,32 %); у зразка №2 – від 4,81 мм до -0,06 мм (зменшується на 101,29 %).

Отримані рівняння показують, що зі збільшенням довжини нитки в петлі спостерігається зменшення лінійного розміру полотна вздовж петельного стовпчика. При зміні довжини нитки в петлі в межах від 5,1 мм до 7,1 мм (на 39,2%) відбувається усадка трикотажного полотна вздовж петельного стовпчика, яка змінюється: у зразка №1 в межах від -9,00 мм до -8,42 мм (зменшується на 167,46 %); у зразка №2 – від -6,16 мм до -14,81 мм (зростає на 140,52 %).

**Вплив довжини нитки в петлі на кількість петельних рядів ( $N_p$ ) у 100 мм трикотажу.** Підрахунок числа петельних рядів у 100 мм трикотажу здійснювався у напрямку одного петельного стовпчика. Математична обробка даних і побудова графіків залежності кількості петельних рядів у 100 мм трикотажу від зміни довжини нитки в петлі проводилась аналогічно попереднім розрахункам. Визначено,

що отримані рівняння показують, що зі збільшенням довжини нитки в петлі кількість петельних рядків на 100 мм зменшується. Це можна пояснити тим, що при збільшенні довжини нитки в петлі зростає висота петельного ряду. Таким чином, можна зробити висновок, що в одиниці площі розташовується менша кількість петельних рядків. При зміні довжини нитки в петлі в межах від 5,1 мм до 7,1 мм (на 39,2%) кількість петельних рядків у 100 мм трикотажу після його прання змінюється: у зразка №1 в межах від 96 пет.ряд. до 67 пет.ряд. (зменшується на 30,2 %); у зразка №2 – від 92 пет.ряд. до 54 пет.ряд. (зменшується на 41,3%).

**Вплив довжини нитки в петлі на кількість петельних стовпчиків ( $N_c$ ) у 100 мм трикотажу.** Підрахунок числа петельних стовпчиків у 100 мм трикотажу здійснювався у напрямку одного петельного ряду. Математична обробка даних і побудова графіків (рис. 2) залежності кількості петельних стовпчиків у 100 мм трикотажу від зміни довжини нитки в петлі проводилась аналогічно попереднім розрахункам. Визначено, що отримані рівняння показують, що зі збільшенням довжини нитки в петлі кількість петельних стовпчиків на 100 мм зменшується. Це можна пояснити тим, що при збільшенні довжини нитки в петлі зростає петельний крок. Таким чином, можна зробити висновок, що в одиниці площі розташовується менша кількість петельних стовпчиків. При зміні довжини нитки в петлі в межах від 5,1 мм до 7,1 мм (на 39,2%) кількість петельних стовпчиків у 100 мм трикотажу після його прання змінюється: у зразка №1 в межах від 61 пет.ст. до 50 пет.ст. (зменшується на 18 %); у зразка №2 – від 69 пет.ст. до 54 пет.ст. (зменшується на 21,7%).

**Встановлення математичних залежностей, що описують вплив зміни довжини нитки в петлі на товщину розроблених зразків трикотажних полотен після прання.** Значна кількість споживчих властивостей трикотажного полотна залежить безпосередньо від його товщини. До них належать повітропроникність, тепловий опір, зносостійкість. Товщина полотен визначалась за допомогою товщиноміру при п'яти повторних дослідах. Середні значення вимірів визначались як середнє арифметичне.

Визначено, що одержані рівняння показують, що зі збільшенням довжини нитки в петлі товщина трикотажного полотна зменшується. Це можна пояснити тим, що зі збільшенням довжини нитки в петлі міжпетельні проміжки збільшуються, структура трикотажу стає більш рихлою, що у свою чергу призводить до зменшення товщини. У ході досліджень виявлено характер впливу введення у структуру базового переплетення гладь протяжок пресового переплетення. У відповідності до одержаних результатів досліджень при збільшенні довжини нитки в петлі у заданих межах було встановлено певні залежності: у зразка №1 в межах від 2,33 мм до 1,92 мм (зменшується на 17,6 %); у зразка №2 – від 1,93 мм до 1,11 мм (зменшується на 42,5 %).

**Встановлення математичних залежностей, що описують вплив зміни довжини нитки в петлі на поверхневу густину трикотажного полотна після прання.** Математична обробка представлених експериментальних даних проводилась аналогічно попереднім математичним обробкам. За результатами побудовані відповідні графіки та отримані рівняння залежностей поверхневої густини зразків трикотажних полотен від довжини нитки в петлях гладі. Згідно отриманих результатів досліджень зміна довжини нитки в петлі в заданих межах на 39,2% призводить до зміни поверхневої густини: у зразка № 1 в межах від 372 г/м до 237,2 г/м (зменшується на 36,24 %); у зразка № 2 – від 367,33 г/м до 208,8 г/м (зменшується на 43,16 %).

**Дослідження споживчих властивостей бікомпонентного трикотажу. Дослідження гігроскопічності бікомпонентного кулірного трикотажу в залежності від довжини нитки в петлі.** Гігроскопічні властивості визначають здатність виробів поглинати і віддавати вологу. Характеристиками гігроскопічних властивостей являються гігроскопічність, вологовіддача, вологопоглинання, капілярність. Гігроскопічність трикотажу в основному визначається гігроскопічністю складових його волокон, а вологопоглинання і капілярність – структурою переплетення. Гігроскопічність розроблених зразків трикотажних полотен визначалась згідно ДСТУ 3998-2000. У ході досліджень вивчено вплив зміни параметрів в'язання, а саме довжини нитки в петлі на рівень гігроскопічності розроблених зразків трикотажних полотен. При побудові лінійної однофакторної регресійної моделі застосовано метод найменших квадратів або регресійний аналіз. Виявлено вплив рівня довжини нитки в петлі гладі на його гігроскопічність. Після проведення математичної обробки експериментальних даних встановлено рівняння залежності гігроскопічності  $H$  від зміни довжини нитки в петлі  $l$  та побудовано відповідні графіки залежності, що дозволяє з'ясувати характер впливу. Отримані рівняння показують, що зі збільшенням довжини нитки в петлі гігроскопічність трикотажних полотен зменшується. При зміні довжини нитки в петлях ґрунту  $l$  в межах від 5,1 мм до 7,1 мм (на 39,2%) гігроскопічність: зразка № 1 змінюється в межах від 16,88 % до 14,89 % (зменшується на 11,79 %); зразка № 2 – від 12,87 % до 11,67% (зменшується на 6,42%).

**Дослідження паропроникності бікомпонентного кулірного трикотажу.** Паропроникність характеризує здатність полотен пропускати водяні пари з середовища з підвищеною вологістю повітря в середовище з меншою вологістю. Цей показник у значній мірі визначає гігієнічність текстильного матеріалу. При недостатній паропроникності полотна людина відчуває задуху. Паропроникність прийнято характеризувати коефіцієнтом паропроникності, який визначається як маса водяних парів, що перейшли крізь одиницю площі матеріалу або виробу за одиницю часу у разі заданої товщини повітряного прошарку між поверхнею випаровування води та елементарною пробою. Коефіцієнт паропроникності трикотажних

полотен визначається згідно ДСТУ 3672-97 (ГОСТ 30568-98). Суть методу полягає у визначенні паропроникності полотен в умовах, близьких до умов експлуатації. Крім того, слід зазначити, що згідно цього стандарту паропроникність характеризується не ustalеним коефіцієнтом паропроникності, а вживається термін «показник паропроникності», якому надається визначення – «кількість парів поту, що пройшли крізь одиницю площини полотна чи виробу протягом одиниці часу». Паропроникність через текстильні полотна і вироби відбувається переважно через наскрізні пори (аналогічно проходженню повітря) та сорбцією пари волокнами полотна з внутрішнього шару, внутрішнім переносом вологи в структурі полотна та її десорбцією на зовнішній шар. Звідси витікає залежність паропроникності полотен від гігроскопічності складових його волокон та структури матеріалу. Для обробки результатів досліджень застосовувався метод регресійної однофакторної математичної моделі (РОФМ) на базі традиційного плану активного експерименту. Згідно отриманих результатів досліджень зміна довжини нитки в петлі в заданих межах на 39,2% призводить до зміни величини паропроникності полотна: у зразка № 1 – від 92,3 г до 74,5 г (зменшилась на 19,3%); у зразка № 2 – від 91,4 г до 84,1 г (зменшилась на 8%).

У ході досліджень виявлено, що значний вплив на паропроникність має пористість трикотажу, яка у свою чергу визначається параметрами структури та характеристиками сировини. Так, чим більша щільність в'язання, тим менша величина наскрізних пор, а отже і менший рівень паропроникності. На підставі проведеного однофакторного експерименту, де у якості фактора обрано довжина нитки в петлі, що змінювалась, одержано математичні залежності, що описують зв'язок між параметрами в'язання (у якості фактора обрано довжина нитки в петлі) та показником паропроникності. Виготовлені маски див. рис.3.



Рис. 3. Маски

### Висновки

Таким чином, у ході досліджень встановлено параметри структури до та після прання розроблених зразків інтегрованого трикотажу та величини зміни лінійних розмірів після прання. Виявлено, що величина усадки розроблених зразків інтегрованого трикотажу вздовж петельних стовпчиків перевищує рівень усадки вздовж петельних рядів, що можна пояснити тим, що у ході досягнення умовно-рівноважного стану нитка накиду перерозподіляється у протяжки. Це у свою чергу призводить до збільшення щільності трикотажу по довжині та зменшення щільності по ширині. Усадка трикотажу внаслідок мокрих обробок призводить до збільшення товщини полотна. На гігроскопічні властивості трикотажу у значній мірі впливає вид сировини лицьового (гідрофільного) шару трикотажу. У випадку використання поліпропіленових ниток рівень гігроскопічності значно збільшується.

### Список використаної літератури

1. Защепкіна Н.М., Дослідження респіраторного захисту людини за допомогою текстильних матеріалів / Н.М. Защепкіна, Н.Р. Терентьева // Тези доповідей на XIV Всеукраїнській науковій конференції молодих учених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі». Київ. – 2015.– С.138-139.
2. Защепкіна Н.М. Контроль та оцінка гігієнічних властивостей тканин / Н.М. Защепкіна, А.О. Бурмистрова, Н.Р. Терентьева // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан легкої і текстильної промисловості: інновації, ефективність, екологічність». Херсон. – 2015. – С. 104.
3. Защепкіна Н. М., Використання нового способу для контролю пилоємності текстильних матеріалів / Н.М. Защепкіна, Я.О. Яшенко, Ю.С. Гречуха, Н.Р. Терентьева // IV Міжнародна науково-технічна конференція «Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей», Наукові нотатки. Вип.45.–2016. – С.163-167.
4. Патент на корисну модель № 98272. Терентьева Н.Р., Галавська Л.С., Защепкіна Н.М. Двошаровий кулірний трикотаж. Зареєстровано в державному реєстрі патентів України 27.04.2015.