

УДК 677.075.5; 614.89

**Н.М.Защепкіна, Н.Р.Терентьєва**  
**Київський національний університет технологій та дизайну**  
**РЕСПИРАТОРНИЙ ЗАХИСТ ЛЮДИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕКСТИЛЬНИХ**  
**МАТЕРІАЛІВ**

*У результаті аналізу впливу навколишнього середовища на органи дихання людини і організм в цілому поставлені наукові завдання, обраний об'єкт дослідження, наведена базова класифікація видів респіраторного захисту, а також викладено основний матеріал, щодо побудови двошарового трикотажного фільтрувального полотна, що в подальшому було використано для виготовлення зразків масок респіраторного захисту.*

**Ключові слова:** органи дихання, респіраторний захист, властивість матеріалу, захист, транспорт, екологія.

**Рис.2. Літ 10.**

**Н.Н.Защепкина, Н.Р.Терентьева**  
**РЕСПИРАТОРНАЯ ЗАЩИТА ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ ТЕКСТИЛЬНЫХ**  
**МАТЕРИАЛОВ**

*В результате анализа влияния окружающей среды на органы дыхания человека и организм в целом, поставленные научные задачи, выбранный объект исследования, приведена базовая классификация видов респираторной защиты, а также изложено основной материал, по построению двухслойного трикотажного фильтровальной полотна, что в дальнейшем было использовано для изготовления образцов масок респираторной защиты.*

**Ключевые слова:** органы дыхания, респираторный защиту, свойство материала, защита, транспорт, экология.

**N.Zaschepkina, N.Terentyeva**  
**RESPIRATORY PROTECTION RIGHTS BY TEXTILE MATERIALS**

*As a result, the analyses of security of the organism against negative environmental influences were pointed scientific objectives and chosen object to study. The article provides an analysis of the impact of the environment on the human respiratory system and the body as a whole. This led to the classification and range of protective equipment, made recommendations to the use of respiratory protection from the negative effects of the environment, depending on the operating conditions.*

*Set targets and identify areas for further study and design of individual means of protection from the effects of the environment. Were held analysis and classification of adaptability of respiratory masks as individual respiratory protection, depending on their specific application. Actual ecological situation related with air pollution and industrial waste of water causes the necessity to develop new technologies, the use of cheap filter elements that allow multiple regeneration. Recently, the range of filter fabric extends through the application of new materials. Filtering materials are used two types: fabric and felt, obtained by stalling or mechanical mix of fibers with needle punch method. In typical filter cloth size of pinholes between the filaments is 100-200 microns. Previously, these filters were produced mainly from natural ingredients that led to their fragility, but now – they are produced of synthetic fibers and yarns, single and multiyarn. It allows to obtain a basis for filters that can carry electrostatic charges, which had a positive effect in filtering air mixtures and gases.*

*Particular interest presents wrap knitting filter sleeves. Their strength, deformation characteristics and surface density varies. This enables the seamless use of filter material, reduces cost of additional raw materials and precludes rapid destruction of sleeve in the joint zone.*

**Keywords:** respiratory, respiratory protection, material properties, protection, transportation, ecology.

**Постановка проблеми.** Забруднення повітря викидами промислових підприємств і автомобільними вихлопними газами завдає непоправної шкоди органам дихання людини. Особливо страждають жителі мегаполісів, велосипедисти, працівники ДАІ, люди, робота яких безпосередньо пов'язана з постійним пересуванням по місту. Недостатній асортимент респіраторів і обсяг інформації про способи респіраторного захисту призводить до багаторазових захворювань органів дихання людини. Поліпшення якості та розширення асортименту товарів народного вжитку – одне з головних завдань економіки будь-якої країни. В умовах ринкової економіки якість продукції значною мірою визначає її конкурентоспроможність. Асортимент і якість продукції текстильної промисловості, нерозривно пов'язані з матеріальним і культурним рівнем життя населення.

На сьогодні споживач не має достатньої можливості вибору респіраторного захисту, хоча попит на цей продукт зростає.

Споживчі якості засобів захисту людини у великій мірі залежать від матеріалу і технології їх виготовлення. У сфері технології та матеріалознавства були вивчені властивості різних матеріалів, які застосовуються для фільтрів. Багато видатні вчені, такі як К. Д. Михайлова, Л. Ф. Харитоновна,

А. А. Гусевої, В. М. Єсипенко, Д. М. Потьомкіна, Е.П. Дрегуляс, О. Д. Галанін, І. А. Липкова, М. М. Діанич, Б. Д. Семака, Н. П. Василюшин, Ф. А. Моїсеєнко, В. В. Рибальченко, П. Д. Балясова, М.В. Цебрєнко займалися проблемою вивчення властивостей матеріалів для створення фільтрів.

**Метою даної роботи є:**

- аналіз впливу навколишнього середовища на органи дихання людини і організм в цілому;
- вивчення асортименту випущених у світі респіраторних масок;
- проведення базової класифікації видів респіраторного захисту, особливостей вибору фільтрів, залежно від виду експлуатації;
- викладення основного матеріалу, щодо побудови трикотажного фільтрувального полотна, що в подальшому було використано для виготовлення масок респіраторного захисту.

**Викладення основного матеріалу.** В результаті всесвітньої індустріалізації якість повітря яким ми дихаємо значно погіршилася. Спалювання викопних видів палива призвело до колосальних викидів двоокису вуглецю та інших газів, особливо після появи автомобілів наприкінці ХІХ століття. Чисте повітря є запорукою нашого доброго самопочуття та гарного фізичного стану. У спокійному стані ми вдихаємо близько 10 літрів повітря на хвилину. Коли ми активно працюємо або займаємося спортом, кількість вдихуваного повітря зростає багаторазово. Однак повітря, яке ми вдихаємо, може містити безліч небезпечних речовин, про які ми навіть не підозрюємо [1].

Небезпечні речовини можуть бути у формі твердих або рідких аерозольних часток, газів, парів або випарів. Чим менше розмір часток пилу, тим довше вони знаходяться в повітрі у зваженому стані і тим вище ймовірність того, що вони потраплять всередину з повітрям, проникнуть в легені. Туман складається з мікро крапельок, що утворюються при розпиленні різних рідких матеріалів. При вдиханні дрібні тверді або рідкі частинки викликають подразнення верхніх дихальних шляхів, а при тривалому впливі - запалення. Дуже небезпечні дрібнодисперсні частинки токсичного пилу, які здатні проникнути в легені і, маючи дуже велику площу контакту з тканиною легені, здатні швидко і у великій кількості всмоктуватися, викликаючи інтоксикацію організму [1]. Більшість забруднюючих речовин при змішуванні надають подразнюючу дію на респіраторну систему. Маски допомагають запобігти утвореннюосновних небезпечних захворювань, так як відомо, що такі речовини як пірен і бензол, які містяться у вихлопних газах, є онкогенними. Пари і гази побачити неможливо, навіть, коли вони в дуже великих концентраціях. На відміну від твердих і рідких аерозольних частинок, організм практично ніяк не протистоїть впливу газів і парів. При вдиханні пари і гази потрапляють безпосередньо в легені і вже звідти безперешкодно проникають у кровоносну систему. Пройшовши по кровоносній системі, вони завдають шкоди внутрішнім органів і головному мозку. [1]

Частинки нетоксичного пилу, потрапляючи в легені, можуть затримуватися там тривалий час. Навколо кожної пилинки поступово розростається сполучна тканина, яка вже не здатна брати участь у процесі газообміну організму.

Процес розростання сполучної тканини протікає протягом багатьох років. Вона заміщає значну площу легеневої тканини і це призводить до того, що людині не вистачає кисню при навіть невеликому фізичному навантаженні - з'являється задишка при швидкій ходьбі або фізичній роботі середньої тяжкості. Тривала недостатність кисню призводить до ослаблення організму, зниження працездатності, зниження опірності організму інфекційним та іншим захворюванням, змінам функціонального стану органів і систем організму.

Дія пилу на органи дихання викликає специфічні захворювання, названі пневмоконіозами [1]. На сьогодні все більше людей піддаються такого роду захворювань, а саме велосипедисти, працівники дорожньо-транспортної служби, адже повітря на дорогах чистіше не стає, і тільки деяка частина населення захищає органи дихання респіраторними масками.

Створення фільтруючих матеріалів, що поєднують продуктивність з високою утримуючою здатністю, є на сьогодні найважливішим завданням, успішному вирішенню якого сприяє як правильний вибір конструкцій фільтрувального апарату, умов процесу фільтрації, так і вибір самих фільтрувальних матеріалів.

Залежно від призначення і величини вхідної і вихідної концентрації, фільтри умовно поділяють на три класи: фільтри тонкого очищення, повітряні фільтри, промислові фільтри.

Для забезпечення адекватного респіраторного захисту необхідно мати інформацію про склад і концентрації забруднюючих повітря небезпечних речовинах, а також чітко розуміти призначення і обмеження в експлуатації засобів респіраторного захисту. При цьому необхідно враховувати такі

фактори, як стан здоров'я користувача, ступінь фізичного навантаження, час знаходження в забрудненій зоні, необхідність свободи пересувань, температура і вологість повітря, індивідуальні особливості користувача, можливість обслуговування засобів захисту. Вимоги до більшості респіраторів викладені в стандарті ДСТУ EN 149:2003 [2].

В основі роботи пористих фільтрів всіх видів лежить процес фільтрації газу через перегородки, в ході якого тверді частинки затримуються, а газ повністю проходить крізь них. Фільтруючі перегородки різноманітні за своєю структурою, але в основному вони складаються з волокнистих або зернистих елементів і умовно поділяються на такі типи: гнучкіпористі перегородки - ткані матеріали з природних, синтетичних або мінеральних волокон; неткані волокнисті матеріали (повсть, клеєні і голкопробивні матеріали, папір, картон, волокнисті мати); комірчасті листи (губчаста гума, пінополіуретан, мембранні фільтри); напівтвердіпористі перегородки; жорсткіпористі перегородки.

На даний час для виготовлення фільтрувальних елементів використовується широкий спектр синтетичних полімерів. Поряд з поліетиленом, поліпропіленовими, поліамідними та поліефірними волокнами, перевагою користуються термопласти, які дуже зручні для переробки екструзією, що дає можливість отримувати одиночні нитки або пряжу.

Найбільш поширеним засобом фільтрації газів або пару є активоване вугілля, що має величезну внутрішню поверхню і здатний утримувати молекули органічних парів. Для того, щоб утримувати молекули неорганічних або кислих газів, або аміаку, активоване вугілля піддається відповідній хімічній обробці [3]. Фільтруючі елементи з активованим вугіллям, що не мають індикаторів придатності, повинні застосовуватися для захисту тільки від газів або парів, які мають яскраво виражені ідентифікаційні характеристики.

Серед текстильних матеріалів, що використовують для виготовлення одягу та аксесуарів, особливе місце займає трикотаж. Трикотажні полотна все більш широко застосовують для пошиття виробів найрізноманітнішого призначення. Саме із трикотажу виготовляють значну частину виробів для спорту, туризму та активного відпочинку. Особливістю таких виробів є те, що вони безпосередньо прилягають до тіла людини [3, 4, 7].

Виконання основних функцій респіраторного захисту можна досягти, виконуючи певну товщину полотна, комбінацію матеріалів, багатошарову будову. Останнім часом постало питання в розробці поліфункціональних текстильних матеріалів, шари яких мали б діаметрально протилежні властивості. Існують декілька способів отримання потрібного результату, а саме: 1) поєднання сировини з різними властивостями в процесі ткацтва чи в'язання; 2) створення багатофункціональних багатошарових композиційних текстильних матеріалів, шари яких виготовлені з сировини з різними властивостями.

З метою виявлення функціональності бікомпонентного трикотажу, утвореного з сировини з протилежними гігроскопічними властивостями нами обрано двошаровий трикотаж. Під час дихання між тілом людини і респіраторною маскою виникає конденсат, утворюється волога, яку потрібно вивести для комфортного самопочуття. Тому внутрішній шар зразків відповідає за виведення вологи, а зовнішній – за фільтрацію і сорбування. (Рис. 1)

Для вироблення експериментальних зразків трикотажних полотен використана круглов'язальна двофонтурна машина «Бентлі», яка призначена для вироблення полотна ластичним, дволастичним, пресовим, жакардовим та комбінованим переплетеннями і має 24 вязальних системи.

Однією з важливих властивостей фільтрувального полотна є стійкість до фізико-хімічних впливів води, пари, світлопогоди, підвищеної температури, кислот, лугів і інших хімічних реагентів. Більшість текстильних волокон характеризується високою стійкістю до різноманітних фізико-хімічних дій. Окремі види волокон проявляють ці властивості по-різному [5-10]. Наприклад, волога майже не впливає на синтетичні волокна – поліефірні (ПЕ), поліпропіленові (ПП) поліамідні (ПА), полівінілхлоридні (ПХВ). При зволоженні розтяжність усіх видів волокон, за винятком ряду синтетичних, зростає в окремих випадках до 25—30%. Міцність під впливом води зростає тільки у природних целюлозних волокон — бавовни, елементарних волокон льону, конопель, у решти видів волокон, за винятком деяких синтетичних, штучних волокон — віскозного, мідно-аміачного, ацетатного і білкових волокон міцність знижується на 40—60%.



Рис. 1. Виготовленні зразки текстильних респіраторних масок на основі двошарового трикотажу

В основному текстильні волокна піддаються впливу води і пари до температури 100°. Під впливом світлопогоди волокна внаслідок окислювальних процесів поступово «старіють», що виражається в зменшенні міцності і розтяжності, підвищенні жорсткості, крихкості і ламкості. Встановлено, що найбільш руйнівна світлопогода впливає на волокна шовку, а найстійкішими до цієї дії є волокна вовни і нітрону.



Рис. 2. Використана сировина для виготовлення зразків двошарового трикотажу

Більшість текстильних волокон задовільно переносять температуру порядку 1200—150°, а при зволоженні і більш високу температуру. Проте синтетичні волокна – ПА, ПП, ПЕ та ін – є термопластичними, тобто під впливом високої температури вони спочатку деформуються, а потім плавляться. Тому вироби, вироблені з цих волокон або в суміші з іншими волокнами, не можна піддавати дії високих температур.

Кислоти, луги і інші хімічні реагенти, які вживають при обробці і експлуатації текстильних виробів, діють на текстильні волокна по різному. Задовольнити більшості вищенаведених специфічних вимог можуть тільки матеріали з синтетичних ниток.

Найчастіше використовуються полотна з поліефірних, поліпропіленових, поліамідних ниток. Для виготовлення зразків, у якості гідрофільного виду сировини використана пряжа склад якої - бавовна 34%, льон 33%, віскоза 33%, а у якості гідрофобного – поліпропіленова мультифіламентна комплексна нитка. Поєднання натуральних і синтетичних матеріалів в результаті дає різні види масок для різних умов експлуатації (Рис. 2).

#### Висновки

В результаті проведених досліджень та аналізу впливу властивостей текстильних матеріалів та трикотажних полотен на якісні показники виробів із них, було розроблено двошаровий трикотаж та виготовлено респіраторні маски для захисту органів дихання людини від впливу шкідливих речовин. Проведено аналіз асортименту захисних масок спортивного і побутового призначення.

Поставлені задачі проектування засобів захисту органів людини, модернізація існуючих на ринку зразків, шляхом застосування або пропозиції розроблених переплетень і нових видів сировини, а також дослідження основних властивостей виготовлених зразків та розробка поліфункціональних текстильних матеріалів, шари яких мали б діаметрально протилежні властивості.

1. Сайт «Укрпрофзахиста», стаття редактора компанії "Респираторная защита на производстве", [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrprofzahyst.com.ua/ru>.
2. Сайт «Укрпрофзахиста», стаття редактора компанії "Респираторная защита", [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrprofzahyst.com.ua/ru>.
3. Горохова О.Ю. Разработка ресурсосберегающей технологии и рациональных заправок бикомпонентного трикотажа спортивного и бельего назначения: дис. канд. техн. наук: 05.19.03 / Горохова Ольга Юрьевна – М., 1999. – 244 с.
4. Зими́на Е.М. Проектирование трикотажных полотен основовязанных переплетений для функциональной спортивной одежды: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.02 / Зими́на Екатерина Михайловна – М., 2002. – 218 с.
5. J. Vincent Edwards «Modified fibers with mechanical applications» [Текст]: учебное пособие/ J.Vincent Edwards, Gisela Buschle-Diller, Steven C. Goheen. – Netherlands, 2006. – 239 p.
6. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение. М.: Легпромбытиздат. – 1992.- 272 с.
7. Перепелкин К.Е., Иванов М.Н., Куличенко А.В., Савина С.А. Методы исследования свойств текстильных изделий. Л. –1988. – 69 с.
8. Гордеев В.А., Штеклер А.И. Об одном способе расчета параметров намотки текстильных нитей // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 1977. – № 6. – С. 48-50.
9. Николаев С.Д., Панин И.Н., Назарова М.В. Анализ причинно-следственных связей между параметрами, структурой паковки и свойствами нитей при перематывании на основе бинарной теории информации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001. – № 1. – С. 28-33.
10. Николаев С.Д. Прогнозирование технологических параметров изготовления тканей заданного строения и разработка методов их расчета. Дис. ...док-ра. техн. наук: 05.19.02. – М., МЛТА, 1988. – 470 с..

#### References

1. Сайт «Ukrprofzashhita», stat'yaredaktorakompanii «Respiratornayazashhitanaproduktse», [Elektronny'jresurs] – Rezhim dostupa: <http://ukrprofzahyst.com.ua/ru>
2. Сайт «Ukrprofzashhita», stat'yaredaktorakompanii «Respiratornayazashhita», [Elektronny'jresurs] – Rezhim dostupa: <http://ukrprofzahyst.com.ua/ru>.
3. Goroxova O. Yu. Razrabotka resursosberegayushhej tehnologii i racional'ny'x napravokbikomponentnogo trikotazha sportivnogo i bel'evogonaznacheniya: dis. kan.tehn. nauk: 05.19.03 / GoroxovaOl'gaYur'evna – M., 1999. – 244 s..
4. Zimin EM Designing warp knitted fabric weaves for functional sportswear : dis . ... Cand. tehn. Sciences: 05.19.02 / Zimin Kateryna - Moscow, 2002 . - 218 s.
5. J.. Vincent Edwards «Modified fibers with mechanical applications» [Текст]: учебное пособие/ J.Vincent Edwards, Gisela Buschle-Diller, Steven C. Goheen. – Netherlands, 2006. – 239 p.
6. Kykin G.N., Solovev A.N., Koblyakov A.I. Textile материаловедение. М. - 1992. - 272 p.
7. Perepelkin K.E., Ivanov M.H., Kylichenko A.V., Savina S.A. Methods of research of properties of soft goods. L. - 1988. - 69 p.
8. Gordeev VA Shtekler AI A method of calculating the winding textile yarn // Proceedings of the universities . Technology of Textile Industry . - 1977 . - № 6. - S. 48-50.
9. Nikolaev SD , Panin IN, MV Nazarov Analysis of causal relationships between the parameters of the structure and properties of the packing yarns at rewinding based on binary information theory // Math. universities. Technology of Textile Industry . - 2001 . - № 1. - S. 28-33.
10. Nikolaev SD Prediction of technological parameters of manufacturing a given tissue structure and working methods of their calculation . Dis. Pa ... docking . tehn. Sciences: 05.19.02 . - M., MLTA , 1988. - 470 s..

Стаття надійшла до редакції 14.04.2014