

С.Ю. БОБРОВА, Д.О. ШИПКО, Л.Є. ГАЛАВСЬКА
Київський національний університет технологій та дизайну

ДЕФОРМАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТРИКОТАЖУ ДЛЯ ЗАХИСТУ РУК ВІД МЕХАНІЧНИХ УШКОДЖЕНЬ

Запропоновано структуру трикотажу для суцільнов'язаних засобів індивідуального захисту рук від механічних ушкоджень при роботі з гострими ріжучими предметами. Зразки трикотажу виготовлено із використанням надміцної високомолекулярної поліетиленової нитки у комбінації з високорозтяжною поліуретановою ниткою одинарним футерованим переплетенням на базі гладі при різних заправних даних в'язального устаткування – трьох рівнях глибини кулірування. Досліджено вплив технологічних параметрів роботи в'язальної машини на деформаційні властивості трикотажу та його релаксаційні характеристики.

Ключові слова: засоби індивідуального захисту рук, трикотаж підвищеної міцності, футероване переплетення, захисні рукавні вироби, деформаційні властивості, високомолекулярна поліетиленова нитка.

S. BOBROVA, D. SHYPKO, L. HALAVSKA
Kyiv National University of Technologies and Design

DEFORMATION PROPERTIES OF KNITWEAR FOR HAND PROTECTION AGAINST MECHANICAL DAMAGES

The aim of the research to explore the deformation properties of knitted fabric for the manufacture of hand protection means against mechanical damage by sharp cutting objects. The paper proposes a knitting structure for seamless protective products against mechanical hazards. Knitwear samples are made using ultra-high molecular weight polyethylene yarn in combination with a high-tenacity elastan yarn by a single weft fleecy knitting structure on the plain basis with different initial knitting process data – three levels of knockover depth. Knitwear is produced on a double flat glove knitting machine 8 gauge. To define the load value by deformation the indicators of the tensile strength of the knitwear samples along the courses are determined. The tension of knitted fabric samples proceeded under the load of 5% of the breaking load. The influence of knitting process parameters of a glove machine on the properties of knitwear and its relaxation characteristics has been investigated. It is established that increase of the knockover depth leads to a proportional increase the deformation value under the action of applied tensile force and deformation relaxation after the removal of the load. This makes it possible to predict the deformation characteristics of high strength knitwear in accordance with the chosen knitting density. Increase the part of the permanent deformation with an increase the knockover depth is more evident in the range of knockover depth 3,75÷4,0 mm. This property should be taken into account when designing the loop structure of protective products. The parameters of knitting, in which the knitwear with the optimal parameters of deformation properties can be produced, was determined. Knitting structure can be recommended for the manufacture of seamless knitted products of small diameter and use them to protect hands from various mechanical damage.

Keywords: hand protection means, hyper strength knitted fabrics, fleecy knitting structure, protected sleeves, deformation properties, ultra-high molecular weight polyethylene yarn.

Вступ

Асортимент текстильних виробів для індивідуального захисту від різних ушкоджень при роботі в умовах механічної небезпеки промислових виробництв, при зайнятті спортом або при виконанні небезпечних трюків, доволі широкий. Це насамперед вироби для захисту верхніх і нижніх кінцівок – різні рукавні або панчішні вироби, конструкція яких визначається в залежності від того, які ділянки рук або ніг вони захищають: рукавички, напіврукавички, рукавиці, надолонники, напульсники, налокітники, нарукавники, наколінники, гомілкостопи, напівпанчохи. Крім того, деякі види спорту також для пошиття спеціальних костюмів потребують використання полотен з підвищеними характеристиками міцності. Такі текстильні вироби повинні мати підвищену стійкість до різних механічних впливів – тертя, проколів, порізів, вібрацій або ударів [1, 2]. Розвиток текстильних технологій дає можливість виготовляти захисні вироби за безвідходною безшовною технологією, що дозволяє, по-перше, економно використовувати високовартісну сировину, а по друге, забезпечити задану конфігурацію у процесі в'язання. Необхідна стійкість до дії механічних навантажень забезпечується за рахунок характеристик вихідних надміцних ниток, виробництво і використання яких у різних галузях промисловості постійно зростає. Не менш важливими є вимоги до ергономіки виробів – вони повинні забезпечувати комфорт, свободу рухів та спритність для виконання маніпулятивних завдань, що забезпечується насамперед конструкцією виробу, структурою текстильного матеріалу та властивостями сировини [3]. У розрізі цього питання особливий інтерес представляє вивчення процесів деформації та релаксації деформації матеріалів при дії навантажень, які близькі до умов експлуатації виробів з метою прогнозування їх механічних властивостей в умовах їх безпосереднього використання.

Постановка задачі

Останнім часом для виготовлення засобів для індивідуального захисту від механічних ушкоджень використовують параарамідні, метаарамідні та високомолекулярні поліетиленові нитки у чистому вигляді або у комбінації з поліамідними, поліефірними та іншими видами ниток. Стрімке зростання виробництва надміцних волокон та ниток на світовому ринку призвело до появи нових технологій виготовлення різного асортименту текстилю технічного призначення, виробів для оборонно-промислового сектору та спорту. Текстильні захисні матеріали підвищеної міцності повинні мати не лише необхідну жорсткість для протистояння шкідливим механічним впливам, а й певну еластичність, щоб максимально гасити цю

механічну дію й забезпечувати необхідний комфорт. Тут першочергову роль має структура переплетення, яка характеризується певною товщиною та деформаційними властивостями. Питання протікання процесів релаксації та повзучості надмічних арамідних ниток, тканин та шнурів розглянуто у роботі [4]. Проведений аналіз деформаційних властивостей цих матеріалів виявив роль впливу геометричних розмірів, лінійної густини сировини, способу переплетення ниток і компонентного складу на їх деформаційні властивості. Авторами доведено, що при дослідженні процесів релаксації та повзучості тканин відбувається перебудова макроструктури геометричного характеру за рахунок зміни відстаней між нитками. Тільки тоді коли зміни макроструктури геометричного характеру будуть вичерпані, включається механізм релаксації і повзучості самих арамідних ниток. Питання впливу структури трикотажу підвищеної міцності, виготовленого при різних технологічних параметрах роботи в'язального устаткування, на його деформаційні властивості до цього часу майже не розглядалось, тому потребує детального вивчення з метою розробки певних рекомендацій щодо його виготовлення.

Аналіз видів сировини, що забезпечить готовим виробам підвищену стійкість до тертя та порізу, а також необхідні деформаційні властивості, дозволив обрати для виготовлення захисних трикотажних рукавів трубчастої форми високомолекулярну поліетиленову нитку у комбінації з високорозтяжною поліуретановою ниткою.

Трикотажний виріб циліндричної форми виготовлено на плосков'язальному рукавичному автоматі 8 класу одинарним кулірним футерованим переплетенням з рапортом прокладанням високорозтяжної футерної нитки 1+3 у кожному четвертому ряді (рис. 1). Така структура трикотажу забезпечує готовому виробу окрім необхідних показників міцності достатню еластичність, пружність, зручність та комфортність, що дозволить робітникам безперешкодно одягати і знімати виріб, а також виконувати необхідні функціональні обов'язки. Запропонована структура може бути використана для виготовлення засобів індивідуального захисту від ріжучих предметів, що підтверджено відповідними дослідженнями [5].

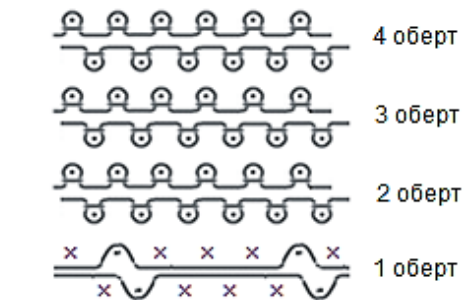


Рис. 1. Графічний запис переплетення трикотажу для захисного рукава

Експериментальна частина

Для реалізації поставленої задачі в умовах в'язальної лабораторії Київського національного університету технологій та дизайну на рукавичному автоматі ПА-8 виготовлено зразки кулірного трикотажу футерованого переплетення при різних рівнях глибини кулірування і постійних значеннях лінійної густини сировини, вхідного натягу ниток та зусилля відтягування трикотажу. У якості сировини ґрунту трикотажу обрано високомолекулярну поліетиленову нитку торгової марки Doyentrontex (компанія «Beijing Tongyizhong», Китай) [6] лінійної густини 132 текс, футерної нитки – високорозтяжну армовану нитку с поліуретановим сердечником лінійної густини 100 текс. Зразки трикотажу виготовлені при трьох рівнях глибини кулірування, що змінювалася шляхом переміщення кулірного клина по висоті ($h_k = 3,5; 3,75; 4,0$ мм).

З метою встановлення величини навантаження для дослідження характеру деформації та релаксації деформації розтягу зразків трикотажу визначено їх розривальне зусилля та розривальне видовження вдвоє петельного стовпчика на розривній машині марки AVK Budapest (Угорщина) згідно з [7] (рис. 2).



Рис. 2. Дослідження розривальних характеристик трикотажу

Показники розривального зусилля вздовж лінії петельного стовпчика наведені на діаграмі (рис. 3). Одержані результати досліджень свідчать, що зі збільшенням глибини кулірування на 14,28 % розривальне навантаження зменшується на 45%. Тобто інтервал зміни глибини кулірування 0,25 мм (близько 5%) призводить до зниження розривального зусилля на 15%. Це пояснюється тим, що зі зменшенням щільності трикотажу, відповідно зменшується кількість петельних стовпчиків, що опираються розриву.

Діаграми розривального навантаження та видовження дослідних зразків трикотажу, представлені на рис. 3, наглядно ілюструють пропорційний вплив зміни щільності в'язання в діапазоні зміни глибини кулірування від 3,5 мм до 4,0 мм з інтервалом варіювання 0,25 мм. Збільшення величини розривального видовження зі збільшенням глибини кулірування зумовлено ступенем орієнтації нитки в петлях кулірного трикотажу та відповідно пропорційним збільшенням відрізка нитки в області у напрямку голкової та платинної дуг, з яких саме і відбувається перерозподіл нитки в палички під час розтягу у напрямку лінії

петельного стовпчика.

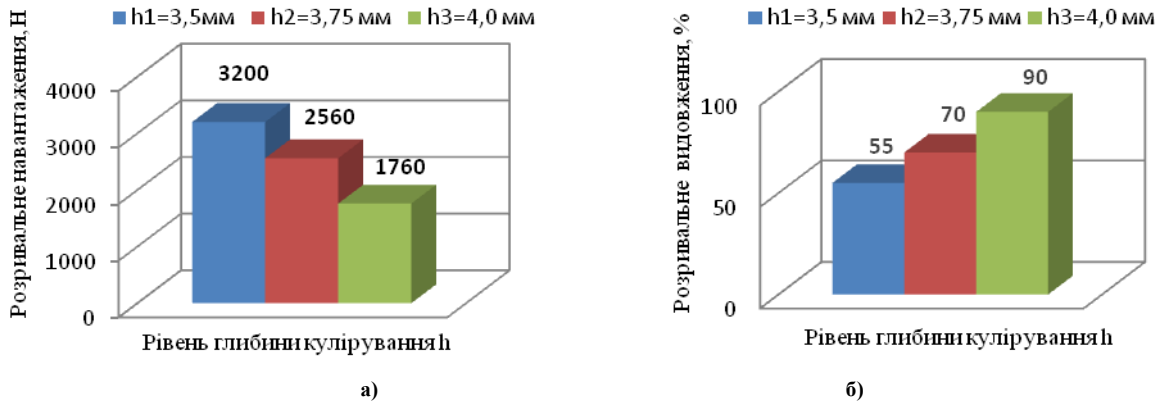


Рис. 3. Діаграми розривального навантаження (а) та видовження (б) дослідних зразків трикотажу

Масу навантаження при дослідженні релаксаційних процесів встановлено як 5% від розривального навантаження дослідного зразка трикотажу, виробленого при середньому рівні глибини кулірування, що склало 12,5 кг. Для визначення характеру зміни деформації та релаксації деформації використано релаксометр типу «стійка» при постійному навантаженні. Дослідження проведено у відповідності до ГОСТ 8847-85 [7].

На підставі одержаних експериментальних даних побудовані відповідні діаграми, що наглядно ілюструють характер зміни деформації і релаксації деформації розтягу у часі (рис. 4).

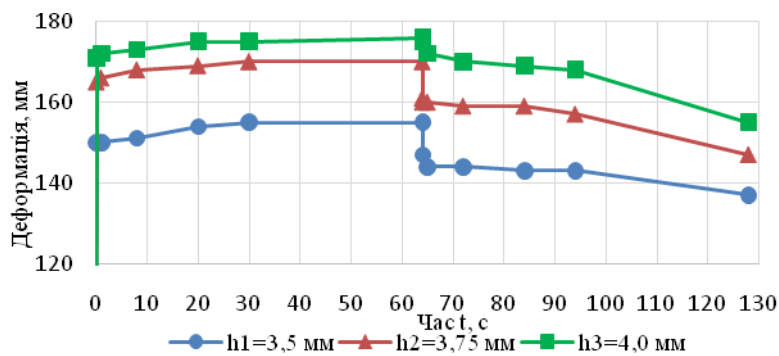


Рис. 4. Графік зміни деформації та релаксації деформації розтягу зразків трикотажу по ширині від часу

Як видно з графіків, наведених на рис. 4, збільшення рівня глибини кулірування з кроком 0,25 мм призводить до пропорційного зростання величини деформації під дією прикладеного розтягуючого зусилля та релаксації деформації після зняття навантаження. Це дає можливість прогнозувати деформаційні характеристики трикотажу підвищеної міцності у відповідності до обраної щільності його в'язання.

З метою оцінки впливу зміни глибини кулірування на величину повної та залишкової деформації побудовані відповідні діаграми (рис. 5).

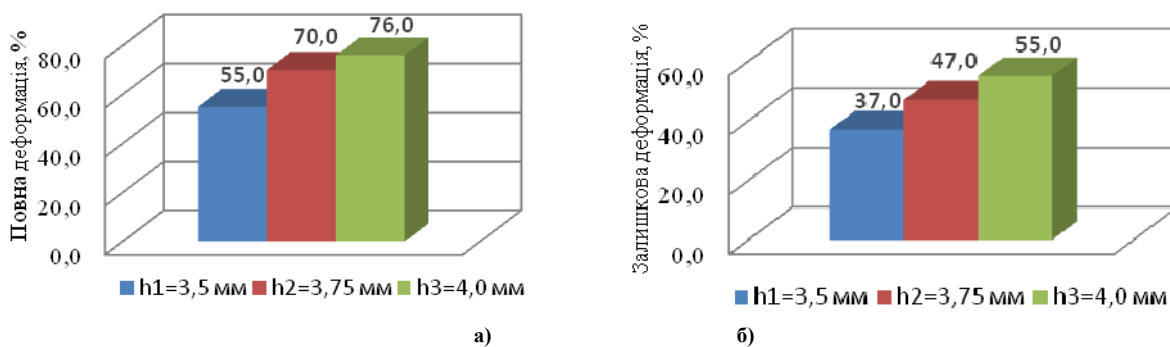


Рис. 5. Величина повної (а) та залишкової (б) деформації дослідних зразків трикотажу

Як видно з діаграми (рис. 5, а), зі збільшенням глибини кулірування на 14,28% величина повної деформації зростає на 38,2%. Слід також зауважити, що суттєвий стрибок спостерігається у діапазоні глибини кулірування від 3,5 мм до 3,75 мм. Подальше збільшення довжини нитки в петлі у меншій мірі впливає на величину повної деформації. Що стосується величини залишкової деформації, то найменша її частка спостерігається при максимальній щільності в'язання (h1 = 3,5 мм). Зменшення щільності в'язання на

14,28% призводить до зростання величини залишкової деформації на 48,6%. Спостерігається пропорційний характер зміни величини залишкової деформації під впливом зміни глибини кулірування з кроком 0,25 мм. Значна частка залишкової деформації обумовлена використанням надміцної поліетиленової нитки, яка має гладку поверхню та низький рівень пружності та жорсткості на згин.

Отримані дані свідчать про те, що зі збільшенням глибини кулірування частка залишкової деформації зростає, що можна пояснити зменшенням щільності в'язання та проявом механічних властивостей поліетиленової нитки. Значне тертя нитки об нитку мінімізує величину швидкооборотної деформації, яка у випадку використання традиційних для трикотажної галузі видів сировини є найбільшою складовою релаксації деформації. Це у більшій мірі проявляється в діапазоні глибини кулірування $3,75 \div 4,0$. Дану властивість слід враховувати під час проектування петельної структури захисних виробів. Більшу частку залишкової деформації вздовж петельних стовпчиків (0,67 – 0,72) також можна пояснити значно більшим ступенем орієнтації петель в структурі кулірного трикотажу у поздовжньому напрямку.

Висновки

Встановлено, що збільшення рівня глибини кулірування призводить до пропорційного зростання величини деформації під дією прикладеного розтягуючого зусилля та релаксації деформації після зняття навантаження. Це дає можливість прогнозувати деформаційні характеристики трикотажу підвищеної міцності у відповідності до обраної щільності його в'язання. Оптимальних показників деформаційних характеристик трикотажу запропонованої структури досягнуто при мінімальному рівні глибини кулірування ($n_1 = 3,5$ мм). Трикотаж можна рекомендувати для виготовлення суцільнов'язаних виробів малого діаметру і використовувати їх для захисту рук від різних механічних ушкоджень.

Література

1. Загальні вимоги до рукавиць : ДСТУ EN 420-2001. – [Чинний від 2003-01-07]. – К. : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2003. – 18 с. – (Національний стандарт України).
2. Система стандартів безпеки праці (ССБТ). Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация : Межгосударственный стандарт – ГОСТ 12.4.103-83. – [Чинний від 1984-01-07]. – М. : Изд-во стандартів, 2003. – 9 с.
3. Dianat I., Haslegrave C., Stedmon A. Design options for improving protective gloves for industrial assembly work / I. Dianat, C. Haslegrave, A. Stedmon // Applied Ergonomics. – 2014. – Volume 45, Issue 4. – P. 1208–1217.
4. Макаров А.Г. Разработка методики проведения сравнительного анализа деформационных и релаксационных свойств арамидных нитей и текстильных материалов на их основе / А.Г. Макаров, Н.В. Переборова, В.И. Вагнер, Е.К. Васильева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 5 (359). – С. 48–58.
5. Боброва С.Ю. Розробка трикотажу для захисту рук від механічних небезпек / С.Ю. Боброва // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2018. – № 5(265). – С. 242–246.
6. Офіційний сайт компанії «Beijing Tongyizhong» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.bjtyz.com/en/index.php?optionid=681&auto_id=5.
7. Полотна трикотажные. Метод определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных : ГОСТ 8847-85. – [Чинний від 1987-01-01]. – М. : Изд-во стандартів, 1985. – 12 с.

References

1. Zahalni vymohy do rukavyts : DSTU EN 420-2001. – [Chynnyi vid 2003-01-07]. – K. : Derzhavnyi komitet Ukrainy z pytan tekhnichnoho rehulivannia ta spozhyvchoi polityky, 2003. – 18 s. – (Natsionalnyi standart Ukrainy).
2. Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Odezhda special'naja zashhitnaja, sredstva individual'noj zashhity nog i ruk. Klassifikacija : Mezghosudarstvennyj standart – GOST 12.4.103-83. – [Chinnij vid 1984-01-07]. – M. : Izd-vo standartov, 2003. – 9 s..
3. Dianat I., Haslegrave C., Stedmon A. Design options for improving protective gloves for industrial assembly work / I. Dianat, C. Haslegrave, A. Stedmon // Applied Ergonomics. – 2014. – Volume 45, Issue 4. – P. 1208–1217.
4. Makarov A.G. Razrabotka metodiki provedenija sravnitel'nogo analiza deformacionnyh i relaksacionnyh svojstv aramidnyh nitej i tekstil'nyh materialov na ih osnove / A.G. Makarov, N.V. Pereborova, V.I. Vagner, E.K. Vasil'eva // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015. – № 5 (359). – S. 48–58.
5. Bobrova S.Iu. Rozrobka trykotazhu dlia zakhystu ruk vid mekhanichnykh nebezpek / S.Iu. Bobrova // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky. – 2018. – № 5(265). – S. 242–246.
6. Ofitsiyni sait kompanii «Beijing Tongyizhong» [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : http://www.bjtyz.com/en/index.php?optionid=681&auto_id=5.
7. Polotna trikotazhnye. Metod opredelenija razryvnyh harakteristik i rastjazhimosti pri nagruzkah men'she razryvnyh : GOST 8847-85. – Chinnij vid 1987-01-01]. – M. : Izd-vo standartov, 1985. – 12 s.

Рецензія/Peer review : 10.01.2019 р.

Надрукована/Printed : 15.2.2019 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Кизимчук О.П.