

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет індустрії моди

Кафедра технології і дизайну текстильних матеріалів

Дипломна магістерська робота

на тему: Розробка трикотажу для застосування у функціональних виробах

Виконав: студент групи МГТ 1-19

Спеціальності: 182 Технології легкої
промисловості

Романенко Марія Вікторівна

Керівник: д.т.н. проф. Кизимчук О. П.

Рецензент: к.т.н. доц. Мельник Л. М.

Київ 2020

АНОТАЦІЯ

Романенко Марія Вікторівна. Розробка трикотажу для застосування у функціональних виробках.

Спеціальність 182 – Технології легкої промисловості.

Київський національний університет технологій та дизайну.

Мета. Розробка та дослідження властивостей трикотажного полотна, яке можна застосувати для прокладання дротів та вбудованих датчиків у виробках різного функціонального призначення. Розробка «розумних» матеріалів та виробів з них сьогодні є актуальним та перспективним напрямом досліджень з огляду на створення нових видів матеріалів, інтеграцію в них струмопровідних елементів та розробку методів створення виробів, які здатні відчувати, реагувати і пристосовуватися до умов навколишнього середовища.

Результати. В результаті проведеної роботи створено зональне трикотажне полотно, яке за рахунок наявності в його структурі каналів придатне для монтування біометричних пакетів з метою моніторингу різноманітних показників, зокрема у підодяговому просторі. Результати проведених експериментальних досліджень параметрів структури та фізико-механічних властивостей трикотажу виявили вплив сировинного складу трикотажу та рапорту переплетення на досліджувані показники. Так, зі збільшенням кількості пропущених голок в неповному ластикі від 3 до 15 поверхнева густина полотна, яка визначає матеріалоемність виробів, зменшується в середньому на 15 %. Це також призводить до зменшення повної деформації полотна при розтягуванні як вздовж петельних рядів, так і вздовж петельних стовпчиків.

Практична значимість. Розроблено трикотаж для функціонального виробу, що застосовують для комплексного оцінювання тактико-технічних і фізичних властивостей функціональних елементів предметів речового майна військовослужбовців. Результати досліджень дозволяють проектувати зональне полотно з розташуванням каналів заданих розмірів по його ширині.

Ключові слова: трикотаж з каналами, комбіноване переплетення, неповний ластик, вбудовані датчики.

ABSTRACT

Maria Romanenko. Development of knitted fabric for functional products.

Study program 182 – Light industry technologies.

Kyiv National of Technologies and Design.

Purpose. The development of “smart” materials and products from them is a relevant and promising research area today. It is taking into account the creation of new materials, the integration of conductive elements into them and the development of methods for creating a product which is able to feel, react and adapt to the environment. The goal of this work is the development of knitted fabric, which can be used for laying wires and embedded sensors in functional items for various purposes as well as the study of their properties.

Results. As a result of this work, a zonal knitted fabric with slots in its structure was created, which is suitable for biometric packages incorporation in order to monitor various indicators, in the space under the clothes in particular. The influence of the raw components of the knitted fabric and the interloping repeat on the structural parameters and the physical-mechanical properties of knitted material has been revealed as results of experimental studies. Thus, the surface density of the fabric, which determines the material consumption of products, decreases by 15% average with an increase of the number of missed needles from 3 to 15 in an incomplete rib. It also leads to a decrease in the total deformation under the tension of the knitted fabric with the vertical slots, both coursewise and walewise.

Practical value. It was determined that a repeat of the combined interlooping, as well as a raw materials composition, affect the width of the slots, that allows designing a zonal fabric with the slots of a given size along its width.

Keywords. Knit with slots, combined interlooping, incomplete rib, built-in sensors

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ РОЗУМНОГО ТЕКСТИЛЮ НА РОЗВИТОК ТЕКСТИЛЬНОЇ ГАЛУЗІ	10
1.1. Розумний текстиль як новий напрям.....	10
1.2. Основні сфери застосування.....	11
1.3. Основні способи отримання	11
1.4. Приклади «розумних речей»	18
1.5. Датчики в текстилі	20
1.6. Висновки по розділу	23
РОЗДІЛ 2. ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ	24
2.1. Характеристика переплетення.....	24
2.2. Характеристика обладнання	26
2.3. Характеристика сировини.....	31
2.4. Характеристика зразків.....	35
2.5. Методи дослідження	37
2.6. Обробка результатів досліджень	39
2.7. Висновки по розділу	40
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИКОТАЖУ.....	41
3.1. Зсідання.....	41
3.2. Ширина каналів	45
3.3. Кількість петельних стовпчиків і рядів на 100 мм.	46
3.5. Товщина.....	53
3.6. Поверхнева густина.....	54
3.7. Розтяжність.....	56

3.8. Висновки по розділу	77
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗОНАЛЬНОГО ТРИКОТАЖУ	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85

ВСТУП

Активний розвиток науки і просування передових технологій на сучасному етапі стали причиною появи «розумного текстилю». Його особливість полягає в реакції на зміну стану навколишнього середовища, а також складається в здатності змінювати свої властивості залежно від зовнішніх факторів.

«Розумний текстиль» комфортніший, ніж традиційний: гріє в мороз, охолоджує в спеку і навіть змінює розміри залежно від температури. У дизайні костюма і експериментальному дизайні їх застосування сприяє розробці унікальних багатофункціональних об'єктів, що не мають аналогів в дизайнерській практиці.

«Розумний текстиль» іноді представляє собою цілий програмно-апаратний комплекс, що складається з різноманітних сенсорів, мініатюрних процесорів і виконавчих нанопристроїв [1].

Актуальність теми. Тема є актуальним напрямком дослідження з огляду на створення нових видів матеріалів, інтеграцію в них струмопровідних елементів та розробку методів створення виробів, які здатні відчувати, реагувати і пристосовуватися до умов навколишнього середовища.

Мета дослідження. Розробка та дослідження властивостей трикотажного полотна, яке можна застосувати для прокладання дротів та вбудованих датчиків у виробках різного функціонального призначення.

Завдання дослідження. Створення зонального трикотажного полотна для виготовлення функціонального виробу, дослідження параметрів структури та фізико-механічних властивостей полотна.

Об'єкт дослідження. Об'єктом є спосіб утворення каналівв структурі трикотажу.

Предмет дослідження. Предметом є трикотаж з вертикальними каналами в структурі, який застосовують для прокладання дротів та елементів електронної системи виробу.

Методи дослідження. Для визначення параметрів структури та фізико-механічних властивостей полотна були використані експериментальні методи

досліджень за стандартними методиками. Обробка результатів експерименту та побудова графіків і діаграм виконана за допомогою програми Microsoft Excel за середніми значеннями показників.

Наукова новизна. Розроблено структуру трикотажного полотна з вертикальними каналами для датчиків та сенсорів різного розміру та форми для виготовлення виробів, що застосовують для комплексного оцінювання тактико-технічних і фізичних властивостей функціональних елементів предметів речового майна військовослужбовців. Встановлено вплив рапорту комбінованого переплетення та сировинного складу трикотажу на розміри каналів та фізико-механічні властивості розробленого полотна.

Практична цінність. Розроблено трикотаж для функціонального виробу, що застосовують для комплексного оцінювання тактико-технічних і фізичних властивостей функціональних елементів предметів речового майна військовослужбовців. Результати досліджень дозволяють проектувати зональне полотно з розташуванням каналів заданих розмірів по його ширині.

Апробація результатів роботи.

Роботу виконано у межах виконання держбюджетної теми 16.04.61 МВ ДБ «Розробка біометричних пакетів текстильних матеріалів та виробів для комплексного оцінювання тактико-технічних і фізичних властивостей речового майна військовослужбовців», яку виконували у КНУТД – 2019-2020 р. (додаток А).

Основні результати роботи доповідалися на:

XVIII Всеукраїнській науковій конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі», 18-19 квітня 2019 р., Київ.

IV Міжнародній науковій конференції текстильних та фешн технології KyivTex&Fashion, яка проходила у КНУТД м. Київ (Україна) 20 жовтня 2020 р.

За результатами досліджень опубліковано статтю у фаховому науковому виданні:

- Кизимчук О. П. Трикотаж для застосування у виробках спеціального призначення // Кизимчук О. П., Новак Д. С., Романенко М. В., Овсієнко Р. О. // Вісник КНУТД – 2019. - №2 (132). – С. 87-98 (додаток Б).

та тези доповідей на конференціях різного рівня:

- Романенко М. В. Розробка трикотажного полотна для функціональних виробів / М. В. Романенко ; О. П. Кизимчук // Наукові розробки молоді на сучасному етапі : тези доповідей XVIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів (18-19 квітня 2019 р., Київ). - Київ : КНУТД, 2019. - Т. 1 : Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення. - С. 245-246 (додаток В).
- Романенко М. В. Зональний трикотаж для функціонального виробу / М. В. Романенко; О. П. Кизимчук // Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технології KyivTex&Fashion, м. Київ, 20 жовтня 2020 р. – Київ: КНУТД, 2020. – С. 119-120 (додаток Г).

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, чотирьох розділів з висновками, загальних висновків, додатків та списку використаної літератури. Основна частина роботи викладена на 80 сторінках друкованого тексту, включає рисунки 26 рисунків та 13 таблиць. Список використаної літератури з 18 найменувань поданий на 2 сторінках. Повний обсяг роботи складає сторінок.

РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ РОЗУМНОГО ТЕКСТИЛЮ НА РОЗВИТОК ТЕКСТИЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

Важливими функціями, які виконує одяг та текстильні матеріали, є захисні та естетичні. Але зі стрімкою зміною потреб сучасних споживачів, зростає ще одна функція – «інтелект», який інтегрується в тканини [2].

1.1. Розумний текстиль як новий напрям

Термін «Розумний текстиль» позначає широке поле досліджень та продуктів, що розширюють сферу застосування, функціональність і корисність звичайних тканин. Розумний текстиль визначають як текстильні вироби, такі як волокна та нитки, нитки разом із тканинами, трикотажними чи нетканими структурами, які можуть взаємодіяти із середовищем / користувачем [3].

«Розумний» текстиль характеризують як об'єднання електроніки та текстилю у такі тканини, що здатні одержувати інформацію, виконувати розрахунки та робити різні дії. Здебільшого, "розумний" текстиль - це текстиль, який може реагувати та пристосовуватися до середовища за рахунок електричного, термічного, хімічного або магнітного джерела [4].

Вчені світу вже виробляють штучні «розумні структури», які відчують і реагують на умови навколишнього середовища. За способом відповіді ці матеріали можуть бути розділені на пасивно розумні, активно розумні і дуже розумні матеріали.

1. Пасивно розумні інтелектуальні матеріали можуть відчувати умови навколишнього середовища, виконувати функції пасивного сенсора;
2. Активно розумні матеріали сприймають і реагують на умови або подразники, виконують функцію пасивного сенсора та здійснюють збір, зберігання і аналіз інформації та передають її в зовнішнє середовище і самому користувачеві;
3. Дуже розумні матеріали можуть відчувати, реагувати і пристосовуватися, виконувати певні накази (рекомендації).

Матеріали, які здатні реагувати для виконання функції в ручному режимі або попередньо запрограмованим способом мають більш високий рівень «інтелекту».

Ці матеріали повинні мати три компоненти: датчики, виконавчі і контролюючі засоби. Приводи управління на пряму або з центрального блоку діють на виявлений сигнал і разом з датчиками є важливими елементами інтелектуальних матеріалів [2].

Для того, щоб виготовити «розумний» текстиль використовують волокна, покриті провідними полімерами або металом, скручені волокна з тонкими металевими нитками або із нитками провідного полімеру, струмопровідну гуму, оптичні волокна, волокна з ефектом пам'яті форми, фазоперехідні матеріали, які повинні бути інтегровані в текстильну структуру.

На етапі обробки можна застосовувати покриття з наночастинками, такі як нікель-титан, електропровідні чорнила, хромові барвники, яким властиво міняти свій колір залежно від зовнішніх умов.

1.2. Основні сфери застосування

Ресурс «розумного» текстилю дуже великий. Такий одяг надає захист від несприятливих погодних умов, перевіряє параметри людини, повідомляє в разі небезпеки, сприяє лікуванню захворювань і травм. Все це виконується за допомогою вбудованих сенсорних датчиків, які мають здатність відстежувати і записувати біометричні дані, дають можливість адаптуванню до змін навколишніх умов.

«Розумний» текстиль включає текстильні матеріали, які здатні виділяти медикамент або зволожуючий засіб на шкіру, дають можливість контролювати вібрацію м'язів під час заняття спортом або регулюють температуру тіла.

Існують й більш прості, естетичні приклади «розумного» текстилю: вироби, яким властиво змінювати колір, візерунок, відображати фотографії і відео, що надає велику кількість можливостей для розробки нових конструктивних і декоративних рішень в індустрії моди.

Важливою сферою застосування «розумного» текстилю є екіпірування військовослужбовців. Військові сили в усьому світі опановують те, як розумний одяг може бути використаний для поліпшення безпеки та здібності збройних сил. Наприклад, як камуфляж - тканини-«хамелеони», які мають властивість міняти

колір під дією води, тепла і світла, тканини, що можуть «слідкувати» за серцевим ритмом солдата, вводити, за потребою, потрібні медикаменти або купірувати рани, інформувати про стан захворівшого.

«Розумний» текстиль має широку сферу застосування у спорті. Виготовляють одяг та взуття з функціями моніторингу частоти серцевих скорочень, температури тіла, дихання, інших фізіологічних параметрів; контроль активності; стимуляція м'язів; запис складових фізичної активності; захист від пошкодження.

В медицині використовують об'єднанні в одяг системи безперервного моніторингу ЕКГ, дихання і фізичної активності.

Також «розумний» текстиль застосовує в екіпіруванні космонавтів, учасників експедицій, альпіністів, спортсменів, спеціальний одяг для робітників у сфері медицини, енергетики, транспорту, безпеки [5].

Вимоги, що висувають до «розумного текстилю»:

- створення комфортного мікроклімату підодягового простору;
- контроль і регулювання основних параметрів функціонування організму людини (тиск, пульс, дихання, температура);
- здатність одягу "дихати" при одночасному забезпеченні його гідрофобності чи гідрофільності, пониженої горючості та бактерицидності; економічність та легкість утилізації;
- висока зносостійкість і формостійкість;
- здатність змінювати колір, відтінок, рисунок і форму під дією відповідних чинників та ряд інших;
- здатність нейтралізувати хімічні отруйні речовини;
- мати властивості бронежилета [6].

«Розумний» текстиль розвивається в двох напрямках: колористичному та інтелектуальному.

Колористичний напрям має зв'язок з виготовленням нових видів армійського камуфляжу і розвитком моди, що дозволяє отримати одяг з незвичними колірними ефектами. Цей напрям передбачає використання фото-, термо- і гідрохромних

барвників. Пофарбовані цими барвниками, полотна мають властивість міняти колір під дією води, тепла і світла подібно хамелеонам.

Інтелектуальний напрям вдосконалення розумного текстилю полягає в створенні і промислового впровадженні технологій, що забезпечують виготовлення текстильних матеріалів з великим комплектом нових можливостей, які збільшують сферу їх використання [7].

Так як можна ввести багато різних електронних систем до всякого одягу, такий текстиль стає більш зручним, і людина, яка використовує такий одяг, може міняти свій зовнішній вигляд залежно від погодних умов та особистих уподобань [4].

1.3. Основні способи отримання

Нові способи, такі як застосування електропровідних ниток, були вироблені, щоб створити нові м'які текстильні матеріали, які є зручними для тих, хто їх використовує. Головними компонентами для виготовлення електронних текстильних продуктів є застосування електропровідних ниток та волокон, в яких сигнали передаються по всіх частинах одягу та інші гнучкі елементи, такі як датчики або комп'ютерні чіпи, які вставлені в одяг.

Є декілька способів для того, щоб зробити електропровідні тканини. Перший спосіб полягає в введенні струмопровідної нитки в текстильну структуру, наприклад, шляхом переплетення (ткацького чи трикотажного). Проте введення провідникових ниток в структуру є не легким процесом, який повинен сприяти комфортному використанню електропровідної тканини.

Ткані структури мають можливість забезпечити складну комбінацію, яка може застосовуватися для виготовлення електричних рядів з багаточисленними електропровідними і непровідними компонентами. Будова розводки між елементами схеми налаштовується за допомогою з'єднання вмонтованих в тканину мідних дротів. Для того, щоб запобігти короткого замикання між мідними дротами, потрібно надрізи розмістити у відповідних місцях схеми.

А саме, процес такий :

- зняття покриття на мідних дротах на певних перехрестях з лазерною абляцією;
- обрізання проводів, запобігання витоку сигналу лазером;
- формування зв'язку з краплею провідного клею;
- введення механічного та електричного захисту із осадженням епоксидної смоли [3].

Компанія Miasole створила куртку, яка підвищує безпеку мотоциклістів, за допомогою електролюмінесцентних легких елементів. Такі світлові елементи отримують живлення від батареї, яка може заряджатися від гнучких легких потужних тонкоплівкових сонячних панелей, які ввімкнені в задню частину куртки. Така куртка надає можливість заряджати телефон [2].

З точки зору розумного текстилю майбутні електронні системи описуються як невід'ємна частина нашого повсякденного одягу, які працюють як розумні персональні помічники.

Датчики забезпечують систему для виявлення сигналів, таким чином, в пасивному інтелектуальному матеріалі існування датчиків має важливе значення. Електроприводи впливають на виявлений сигнал або автономно, або з центрального блоку керування; разом з датчиками, вони є основним елементом активних інтелектуальних матеріалів.

Зондування на основі тканини є великим полем досліджень біомедичної та охоронної діяльності. Тканинні датчики можуть використовуватися для отримання електрокардіограми (ЕКГ), електроміографії (ЕМГ) та електроенцефалографії (ЕЕГ). Вуглецеві електроди, інтегровані в тканини, можна використовувати для виявлення конкретних екологічних або біомедичних особливостей, таких як кисень, солоність, вологість або забруднення.

Активна функціональність може включати генерацію або зберігання енергії, елементи інтерфейсу людини, функціональність радіочастот (РЧ) або допоміжні технології. Генерація електроенергії може бути досягнута завдяки п'єзоелектричним елементам, які забирають енергію від руху або фотоелектричних

елементів. Людські інтерфейси до активних систем можна приблизно групувати у дві категорії: пристрої введення та пристрої для оголошення або відображення.

Пристрої введення можуть включати ємнісні патчі, які функціонують як кнопки або чутливі до форми тканини, які можуть записувати рух або згинання, тиск та розтягування або стискання.

Пристрої оповіщення та відображення можуть включати тканинні динаміки, електролюмінесцентні нитки або нитки, оброблені таким чином, щоб містити масиви органічного випромінювання світла. Тканини також можуть включати елементи, які забезпечують біозворотній зв'язок або просто вібрувати.

Антени на основі тканини - це відносно просте застосування електронного текстилю. Проста тканина антени - це лише електропровідні нитки певної довжини, які можна зшити або вплести в непровідні тканини [3].

Виконати це в текстильному виробництві можна при застосуванні нанотехнологій. Нанотехнології надали можливість утворити електропровідні текстильні матеріали, які дають великий простір для удосконалення у виробництві антистатичного одягу і електромагнітного екранування, для зняття заряду або пригнічення радіополя, у тому числі для виготовлення тканин з теплом.

В текстильній галузі широкого поширення дістає застосування нанотехнологій, тому що вони мають унікальні і значні властивості. Є суттєво велика здатність для відповідного застосування нанотехнологій в трикотажній промисловості. Використання НТ може розширити широкий вибір і можливості текстильної галузі та готових виробів. Текстильні матеріали можуть виконувати багато функцій, мати спеціальні можливості, завдяки застосуванню нанотехнологій.

Сучасний напрям використання нанотехнологій в області текстилю можна умовно поділити на три види:

- покращення текстилю завдяки наноматеріалам і нанопокриттям;
- введення в звичайні матеріали електронних компонентів і мікроелектромеханічних систем (МЕМС).

З цих видів на сьогодні вдалося реалізувати лише перший. В деяких виробках, щоправда інколи застосовують і нанoeлектронні системи і мікроелектромеханічні, але, зазвичай, це - пробрази, поодинокі види або особливі військові і медичні вироби, які не випускаються партіями.

Останнім часом було показано, що нанотехнології можуть застосовуватися для поліпшення властивостей текстильних полотен різноманітного волокнистого вмісту, прикладом є: м'якість, довговічність, повітропроникність, вогнестійкість, антимікробні властивості.

В наступному десятилітті передбачається, що покращення характеристик текстильних матеріалів за допомогою прогресу в нанотехнологіях може трансформуватися в багатомільярдну промисловість з належними економічними та екологічними вигодами для користувачів текстильних матеріалів і суспільства включно.

Застосування нанотехнологій забезпечує поєднання переваг натуральних і синтетичних волокон. Останнім часом багато дослідників спрямовують свою увагу на виготовленні нових видів сучасних матеріалів, що дають можливість або поліпшують функціональні властивості цих волокон.

Компанія «Nano-Tech» досягла великого прогресу у виготовленні одягу з поліпшеними властивостями. Тканини та оздоблювальні елементи є доступними для швейної, текстильної галузі, для вироблення уніформ, костюмів, спортивного одягу та одягу на кожен день

Швейцарською компанією «Schoeller®» недавно було досліджено інноваційну технологію Soft-Shell, для виготовлення нової лінії зручних функціональних багат шарових тканин. Вироби, зроблені з цих тканин надають можливість забезпечувати оптимальну зручність, мають добру водостійкість та повітропроникність, бо мають м'яке наповнення і жорсткий та міцний зовнішній шар. Ця технологія застосовується у виготовленні одягу, що призначений для надмірно холодних погодних умов, для гірських видів спорту, для лижного спорту.

Ця компанія створила нову технологію – Nano-Sphere, що є кінцевою обробкою тканин і може відштовхувати бруд та самоочищатися. Також розробила

технологію, яка може управляти вологою, надавати зручність і захист одночасно. Тканину чи одяг, які відштовхують воду можна отримати завдяки об'єднанню технологій обробки Nano-Sphere і Soft-Shell.

Одяг спеціального призначення, що широко використовується у світі, розроблюється в деяких компаніях. А саме, в компанії «Franz-Ziener», засновником якої є Німеччина, розробляються лижні куртки, застосовуючи покриття Nano-Tech, що дозволяє протистояти вітру, воді та має добру повітропроникність. Завдяки прогресивним оздоблювальним елементам та технологіям є можливість досягти стійкість до ультрафіолету, гарну повітропроникність і м'якість.

Застосування нанотехнологій дало можливість широко розвинутися у виготовленні одягу для військових. Великим та особливим центром у світі, що займається науково-дослідними роботами є «Institute for Soldier Nanotechnologies». Розробки, які виконує консорціум, спрямовані на дослідження прогресивних текстильних матеріалів та продуктів, застосовуючи нанотехнології для військових.

Важливу увагу приділяють на виготовлення різноманітних текстильних тканин, які є не важкими (вага для солдата має бути набагато меншою), мають стійкість до стирання, міцні, можуть міняти колір, відштовхують воду куленепробивні, мають чутливість до температури, в них вмонтовані мікро- та нанодатчики.

Захист від електронного випромінювання можуть надавати електропровідні нановолокна, які дослідив Otsuka Kagaku. Також він досліджує ще деякі сфери використання нанотехнологій у виготовленні матеріалів, що можуть захищати від радіоактивного випромінювання.

Важливим завданням текстильної промисловості є оформлення текстильних матеріалів, виготовлених з волокон синтетичних і натуральних, для отримання текстури ззовні, яка б задовольнила споживача, а також особливих естетичних можливостей та функціональності.

Грунтовні зміни та запровадження в цій сфері обумовила поява нанотехнологій. При використанні їх, обробка матеріалів виконується в інших напрямках, це дало суттєві поліпшення властивостей [8].

1.4. Приклади «розумних речей»

Levi's виготовили джинси з вмонтованим iPod'ом, джойстик від якого вбудовано в малесенький брелок, це є прикладом використання нанотехнологій в одязі з застосуванням вмонтованих гаджетів.

Куртку Audex з навушниками, вмонтованими в капюшон, які надають можливість говорити по мобільному, використовуючи Bluetooth, а також слухати музику, яка подобається (в рукав вбудовані кнопки плеєра) виготовляють Burton Snowboards і Motorola.

Марка Rip Curl розробила лінію окулярів для гірськолижного спорту з вмонтованою камерою, що надають можливість знімати відео, коли людина спускається з гори. Philips Research виготовила куртку, використовуючи технологію Lumalive. Вона має можливість демонструвати рекламу, а також графічні зображення в різній кольоровій гамі.

«Цифрові джинси», які обладнанні клавіатурою, повного розміру, мишею та динаміками, що мають зв'язок з комп'ютером за допомогою Bluetooth, розробив Дизайнер Ерік Де Нідж.

Борис Смус, що проживає в Канаді вбудував у джинси ударну установку з двох квадратних резисторів, які чутливі до дотику та розміщені на колінах. Всякий раз, коли удар приходить по резистору, сигнал переводиться через порт плати на ноутбук, який обробляє дані і репродукує потрібні звуки з бази.

Футболку, яка надає можливість музикантам грати на гітарі, яка є віртуальною, віднайшли австралійці. Ця гітара має сенсори на ліктях і руках, які відтворюють звук. Гітаристу треба лише відтворювати рухи гри.

Подушку «Buen Despertar», виготовили студенти з Чілі. Вона "заводиться" так, як і будильник, але в назначений час, без шуму починає м'яко скидати голову того хто спить, надуваючись і здуваючись.

Британська фірма Loop.ph, виготовила «Light Sleeper», що застосовує електролюмінесценту технологію. «Light Sleeper» може приспати або розбудити, лише за 15-20 хв. [7].

Інтерактивний електронний текстиль має широку сферу застосування у брендовому одязі, інтерє'рі будинків, у медичному текстилі та промисловому.

Зважаючи на виготовлення нових різновидностей полотен, включення в них струмопровідних приладів та розробку техніки формування виробів, які можуть відчувати, реагувати та адаптуватися до умов навколишнього середовища – дослідження «розумних» матеріалів та виробів на сьогоднішній день є значущим та актуальним напрямком.

«Розумний» текстиль займає широку сферу життя суспільства, його виготовляють для військових, втілюючи їх вимоги, в охороні здоров'я, для космосу, використовуючи при його дослідженнях, спортивних цілей [4].

Електронний (e-textile) – вид «розумного» текстилю, що включає електроніку (невеликі комп'ютери), і в якому використовують цифрові технології [9].

Він може виконувати різноманітні функції, як антистатичні програми, захист електромагнітних перешкод (EMI), електронні програми, інфрачервоне поглинання або захисний одяг у вибухонебезпечних зонах [3].

Використання e-текстилю в телемедицині надає можливість дистанційно:

- контролювати фізіологічні та фізичні параметри організму людини;
- контролювати стан роботи внутрішніх органів людини: серця, нирок, шлунково-кишкового тракту, м'язів;
- перевіряти температуру, тиск, швидкість руху крові, частоту дихання;
- проводити різноманітні аналізи крові без пошкодження шкіри, виконувати кардіограму та енцефалограму.

Важливими елементами електронного текстилю (електронного текстилю й одягу) для телемедицини є вбудовані в них наноелектронні елементи (сенсори, струмопровідні системи, антени), які можуть знімати та аналізувати всі потрібні дані про самопочуття людини [12].

Електронний текстиль є матеріалом, який проводить і одночасно споживає електричну енергію. Він об'єднав дві раніше самостійні області: текстиль та електроніку. Текстильний матеріал є основою, на якій встановлюються різноманітні електронні пристрої.

В електронному текстилі електропровідні металеві або полімерні волокна потрібно вбудовувати в тканини для передачі сигналів, які створюються датчиками, що реагують на різні вхідні параметри, такі як звук, світло, рух і хімічні речовини, а також на певні гази і рідкі пари в навколишньому середовищі.

Звичайним способом отримання металевих волокон є витягування дроту, механічний процес виробництва. Цей процес характеризується різноманітними етапами витягування, які називаються грубими, середніми, тонкими і кардинальними.

Матриця, яка використовується для витягування волокна, складається із сталевого кріплення з серцевиною з кераміки, карбід або алмаз. Початковий діаметр металевого дроту змінюється залежно від матеріалу. Для міді зазвичай становить 8 мм, тоді як для заліза - 5 мм. Після витягування дріт відпалюють при температурі від 600 до 900 °С. Потім металевий дріт намотується на циліндр, що обертається [3].

1.5. Датчики в текстилі

Часом текстиль включає в себе різні датчики і контактні кабелі. Схематично електронний подібний пристрій складається з мікроконтролера, підключеного до зовнішнього пристрою, що є датчиком, перемикачів, батарей харчування і зовнішніх пристроїв, таких як колонки, дисплеї, світлодіоди, електролюмінісцентні екрани, об'єктиви [10].

Датчики можна класифікувати як:

- датчики світла,
- акустичні датчики, теплові датчики,
- датчики руху,
- датчики розпізнавання активності,
- датчики виявлення місця розташування та хімічні датчики.

Хоча деякі з цих датчиків уже використовуються військовими для зондування навколишнього середовища, дослідження та розробки можуть вдосконалити існуючі технології та допомогти інтегрувати решту типів у військові програми.

Екологічне зондування також може виявити наявність ворогів або потенційні біохімічні загрози. Відповідні датчики можуть ідентифікувати вибухові ситуації та повідомляти про наявність ризиків для здоров'я. Повідомлялося про використання струмопровідних тканин із вбудованими мікрофонами розміру кнопки для виявлення звуку віддалених предметів, таких як наближення транспортних засобів. Мікроконтролер порівнює та аналізує звук від кожного мікрофона для виявлення напрямку звуку [11].

Мікроконтролер є спрощеною версією комп'ютера, який контролює вхід і вихід інформації. Всередині мікроконтролера знаходиться чіп, який виконує раніше встановлену програму і зберігає у своїй пам'яті інформацію, що надходить. При наявності живлення від батареї він може працювати автономно.

Вбудовані чіпи активно використовують для виготовлення спортивного одягу і костюмів для різних шоу-програм. Коли технічні компоненти мають невеликий розмір, прийнято говорити про мікроелектроніку. Є два типи електронних пристроїв: аналогові і цифрові. Аналогові електронні пристрої використовують електричні та механічні компоненти.

Компоненти цифрової електроніки, які є найбільш простими і історично першими, були отримані завдяки застосуванню програмування. Ця обставина змушує виробників електронного текстилю на додаток до знань власне електроніки також вивчати мову програмування.

Зазвичай використовуються в електронному текстилі пристрої, які:

- генерують світло (електролюмінесценція, LED, волоконна оптика, OLED),
- включають звукові колонки (MP3, пристрої зв'язку),
- проектують зображення (ЖК екрани, OLED, LCD),
- мають теплові властивості (резистивні волокна, волокна з пам'яттю форми).

В даний час існують і розробляються чіпи, які збирають і обробляють сигнали від декількох датчиків (тиск, температура, акселерометр, вологість, пульс, газ і т.д.). Такі тканини мають як правило два активних режиму. Ці функції є зворотними, так як текстильні вироби можуть переміщатися з пасивного стану в активне за допомогою перемикача.

Тканини можуть бути інтерактивними, оскільки вони реагують на зовнішні подразники, відповідаючи на сигнали. Коли програмне забезпечення має широкі можливості, у споживачів створюється відчуття, що вони мають справу з «розумними» тканинами. Але такий ефект можливий тільки в результаті створення складних сценаріїв за допомогою дизайну та інформаційних технологій [10].

Головною закономірністю поширення інформації, яка переноситься для особистого опрацювання мобільних даних є те, що вона не має додавати ніяких зайвих соціальних, психологічних чи ергономічних впливів на особистість.

Потрібна база, яка буде природною, популярною та допоможе досягти багатофункціональності. Доповненням до того, що є просто одягом, основа має бути здатною розташовувати чи тримати другі "носії" або датчики на певному місці; разом з тим вона має забезпечувати шляхи передавання сигналів, поміж датчиками та компонентами опрацювання даних в сенсорній мережі.

З позиції технічного вироблення, текстильний матеріал (або одяг) є насправді мета-вирішенням, що виконує функцію незалежного датчика і є базою для увімкнення допоміжних датчиків і процесорів для застосування даних про становище, не змінюючи при цьому естетичність і комфортність, поміж маси інших виняткових можливостей текстилю.

Декілька останніх років електроніка в текстилі розширювала свої функціональні можливості та зменшувала свої розміри. Ідея доступності полягає в тому, щоб прилаштувати технологічні елементи до матеріалів, в яких підключені лінії передачі та з'єднувачі.

Так як до всього одягу можливо включити масу різноманітних електронних елементів, його носіння стає зручним, а останні дослідження з виготовлення нових матеріалів, текстильних технологій та дрібної електроніки створюють комфортні системи більш точними.

Метою досліджень було і є на сьогоднішній день – виробити шлях для об'єднання комп'ютерного керування з тканинами чи одягом з них. Спочатку в склад одягу вводили жорсткі та негнучкі компоненти, які об'єднувалися системою

дротів, а це сприяло до вагомого збільшення маси виробу та незручності при застосуванні.

Одяг повинен мати такі головні властивості, як розтяжність, еластичність, драпірування тощо. Щоб забезпечити вище сказані ознаки, тканини мають мати малу поверхневу густину (не більше 300 г/м²). Такі умови невідповідні з текстильними тканинами та структурами, які необхідні для «розумної» електропровідності, через те, що введення таких компонентів, як металеві дроти в матеріали, вагомо збільшує їх поверхневу густину і зменшує розтяжність.

З іншого боку, матеріали можуть мати багат шарову структуру і мати простір для розташування електронних елементів. Для цього на заміну тканим структурам використовують трикотажні полотна та суцільнов'язані вироби, які мають ряд суттєвих переваг.

У найближчий час, практично всі текстильні вироби, зокрема ті, що ми носимо, будуть багатофункціональними, стійкими та чутливими системами. Вони будуть мати такі можливості як контактування, підрахування та розваги, а також охорона здоров'я та помічення небезпеки. Текстиль може здійснювати функції дослідження та виявлення [4].

1.6. Висновки по розділу

Напрямок «розумний текстиль» активно розвивається останніми роками. Від сфери високих технологій він поступово переміщується в повсякденне життя. Проведений аналіз дозволив сформулювати головне завдання досліджень – розробити текстильний матеріал, який можна використовувати у якості бази для створення функціонального виробу.

РОЗДІЛ 2. ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

2.1. Характеристика переплетення

Переплетення є важливим чинником, який визначає будову та властивості трикотажу і, відповідно, функціональність виробу. Від виду переплетення залежить характер лицьового та виворітного боків полотна, поверхнева густина, міцність, розтяжність, пружність та інші властивості. При виборі переплетення необхідно враховувати призначення трикотажного полотна та сферу використання виробу [13].

При виготовленні виробів зі специфічними функціональними властивостями доцільніше використовувати комбіновані переплетення, оскільки вони надають безмежні можливості у комбінуванні різних класів переплетень та забезпечує необхідні показники трикотажу.

Для виготовлення функціонального виробу, полотно має мати порожнисті трубки, для монтування біометричних пакетів з метою моніторингу різноманітних показників, зокрема у підодяговому просторі.

Так авторами [4] розроблено структуру комбінованого трикотажу, в якому рапорт переплетення включає два ряди ластика, вісім рядів гладі на одній стороні та вісім рядів гладі на другій стороні в результаті чого утворюється порожниста трубка впоперек полотна.

Залежно від призначення виробу трубки заповнюють різноманітним наповнювачем. Для виготовлення трикотажного матеріалу, який застосовують для прокладання дротів для поєднання елементів електронної системи виробу, потрібно також створити в певних місцях його структури канали – порожнисті ділянки між лицьовою та виворітною сторонами трикотажу. На плосков'язальних машинах це можна забезпечити декількома способами [4].

Перший спосіб: чергування у рапорті рядів переплетення ластик, яке створює основу полотна, з рядами гладі на одній з голечниць, які створюють так званий валик, що і є горизонтальним каналом в структурі. Його розмір залежить від кількості рядів гладі, які пров'язують в рапорті (рис.2.1).

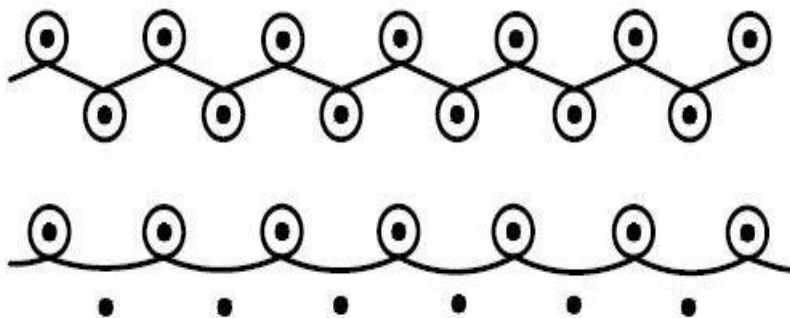


Рис. 2.1. Графічний запис переплетення з горизонтальними каналами

Другий спосіб: чергування рядів подвійної гладі (на обох голечницях), які створюють окремі шари полотна, та декількох рядів ластіку для з'єднання цих шарів. Спосіб дозволяє отримати горизонтальні канали різної ширини лише змінюючи кількість рядів подвійної гладі у рапорті (рис.2.2).

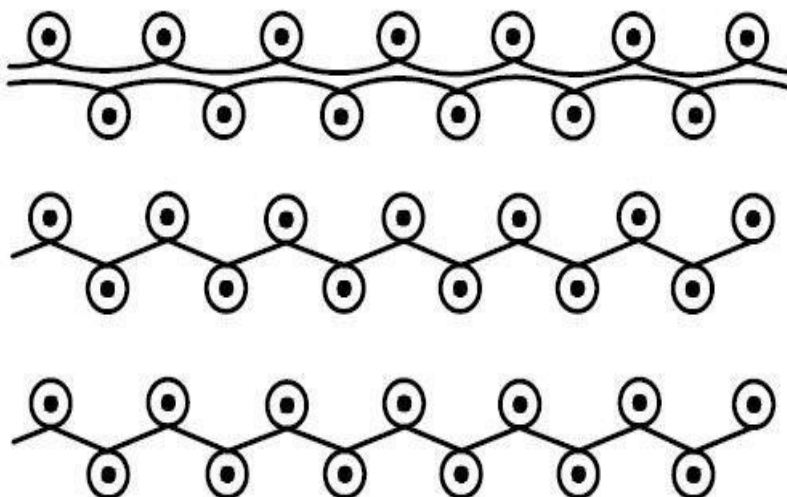


Рис. 2.2. Графічний запис переплетення з горизонтальними каналами

Третій спосіб: чергування в рапорті ряду гладі та ряду неповного ластіку великого рапорту, в результаті чого отримують вертикальні канали (рис.2.3).

Третій спосіб простіший у виготовленні, адже може бути реалізований на переважній більшості плоско- та круглов'язальних машин, а трикотажне полотно з вертикальними каналами має кращі фізико-механічні властивості вздовж каналів. Отже, для проектування полотна використано саме цей спосіб.

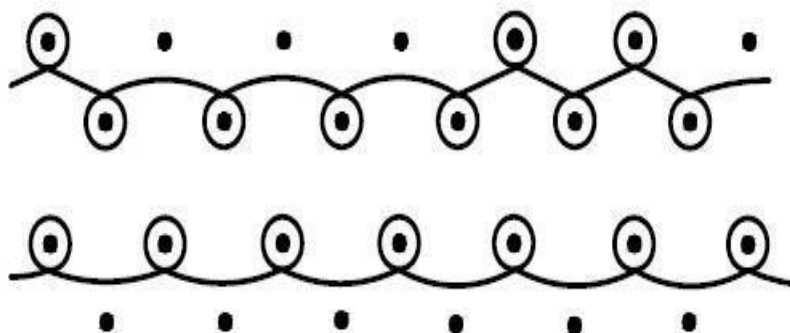


Рис. 2.3. Графічний запис переплетення з вертикальними каналами

2.2. Характеристика обладнання

Для вироблення зразків трикотажних полотен з каналами було обрано плоскофангову машину.

На даній машині можливо отримувати такі переплетення: гладь, ластик, пресові (фанг і напівфанг), перехресні, ажурні, найпростіші жаккардові тощо. Програмні пристрої машини встановлюють механізацію наступних процесів: заміни ниток інших кольорів, зсуву голочниці, збільшення кількості голок, збільшення ходу каретки відповідно до збільшення кількості голок, вимикання голок зі скиданням петель та паралельним зменшенням ходу каретки. Обчислення подвійних ходів замкової каретки та зупинка машини після виготовлення потрібного числа петельних рядів виконується призначеним для цього лічильником, що вимикає привод, коли стрілка лічильника дійшла до нуля.

Напівавтомат автоматично вимикається з паралельним увімкненням електромагнітного гальма, який розроблений для швидкої зупинки каретки, якщо обірвалася нитка або зійшла з бобіни, якщо є вузол або потовщення пряжі, коли зривається виріб, а також якщо відтяжні вантажі дістали до рівня підлоги.

Внаслідок підвищення рівня автоматизації у виготовленні верхніх виробів відходи при кроїнні можуть зводитися до 5% від маси напівфабрикату, а зона обслуговування може бути доведена до трьох машин на одну в'язальницю.

Головним недоліком, на цій машині є виконання деяких операцій вручну, наприклад, перенесення петель декерами, на що втрачається багато часу.

Технічна характеристика машини-напівавтомата

Клас	10
Робоча ширина голочниці, мм	1000
Кількість голочниць	2
Кількість в'язальних систем	1
Кількість нитководів	4
Кількість позицій голок	2
Кількість позицій підголкових пружин	2
Хід замкової каретки	Змінний
Мінімальний хід замкової каретки, мм	300
Лінійна швидкість переміщення каретки (середня), м/с	0,9
Потужність електродвигуна, кВт	0,4
Габаритні розміри, мм:	
довжина при робочій ширині голочниці 1000	1700 мм
довжина при робочій ширині голочниці 1000	1500мм
ширина	700
висота	2080
Маса напівавтомата, кг	400

Механізм в'язання

В'язальна машина напівавтомат має дві фонтури (голочниці), які знаходяться відносно один до одного під кутом 90° . У пази однієї і другої голочниці (рис.2.4) вставлені язичкові голки і підголкові пружини. Дистанція між центрами двох сусідніх пазів означає голковий крок – клас машини. Для плоских в'язальних машин клас машини це – кількість голок на один англійський дюйм 25,4 мм.

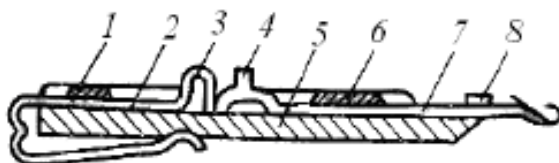


Рис. 2.4. Розріз голочниці машини напівавтомата ПВК

Голки 7 обох позицій: з короткою 4 і довгою п'ятками. установлені в голочниці. За допомогою цих голок можна виготовляти неповні ластичні переплетення, жакард тощо. На базі неповного ластика можливо виготовляти неповні пресові фанг.

Голки в пазах голочниць тримаються лінійкою 6 і мають можливість приймати робоче та неробоче положення. Для ввімкнення голок у робоче положення та уникнення абсолютного опускання їх у неробоче положення в пазах голочниць під голками поставлені підголкові пружини 2, які держаться в голочниці завдяки лінійці 1. Використовують підголкові пружини двох позицій: з короткою п'яткою, що не виступає з голочниці, і з довгою п'яткою 3. Пружини з довгою п'яткою застосовуються для виконання автоматичного додавання голок. Пружини з короткою п'яткою розміщені в центральній частині голочниці, де не здійснюється автоматичне додавання голок. Для того, щоб дізнатися число ввімкнених голок на верхніх або нижніх ножах проти пазів голочниці є поділки з цифрами.

Верхня частина голочниці завершується відбійними зубцями 8, що формують відбійний гребінь, який тримають петлі в процесі петлетворення. У верхній частині відбійні зубці мають товщину меншу за товщину перегородки між пазами, внаслідок чого забезпечується самостійне переміщення ниток при петлетворенні. Голочниці встановлюють так, що відбійний зуб однієї голочниці знаходиться між двома відбійними зубцями іншої голочниці. Отже, голки в голочницях розміщуються в шаховому порядку. Голки однієї голочниці розташовуються проти відбійних зубів іншої.

Голочниці закріплюють на станині машини так, що передня голочниця може опускатися завдяки особливому пристрою, а задня голочниця може переміщатися в горизонтальному напрямку під дією механізму зсуву.

Процес петлетворення – в'язальний, реалізується послідовним способом. Одна і друга голочниці є активними. При їх взаємній роботі виготовляється ластик і на його базі – рисунчасті переплетення. При окремій роботі голочниць формується гладь і на її базі – також рисунчасті переплетення.

Крім голочниці з голками, до складу в'язального механізму входить замкова каретка. На замковій каретці напівавтомата тримаються клини, що виконують рух голок у процесі петлетворення, прилад управління рухом нитководів і щіткотримачі. Крім цього, на каретці розміщуються додавачі, які здійснюють автоматичне додавання (включення) голок.

Замкова каретка формується з переднього і заднього корпусів з кронштейнами. На передньому кронштейні містяться ручки для зрушення каретки вручну, а на задньому кронштейні установлений пристрій для з'єднання замкової каретки з приводною. Корпуси об'єднані дугою, що має площину для кріплення коробки з перемикачами і повідковими пальцями – движками, які з'єднують замкову каретку з нитководами. На корпусах є щіткотримачі із щітками.

Замкова каретка легко переноситься по напрямних рейках, що знаходяться на плиті машини. В обох корпусах каретки є по два отвори, в які вставляються втулки із пристроєм для переміни позиції клинів. На корпусах також є пристосування для зміни щільності трикотажу при переході з в'язання однієї ділянки виробу на в'язання іншої.

На передньому та задньому корпусі (рис.2.5) кріпляться клини, завдяки яким переміщуються голки в процесі петлетворення.

Клини є втоплюваними. Завдяки спеціальному пристосуванню клини можуть займати три різні положення, змінюючи глибину кулірування, а отже, щільність при в'язанні різних ділянок виробу.

За допомогою потрібного настроювання регулювальних гвинтів пристосування можна піднімати клини для того, щоб не було скидання старих петель, а отже, не кулірувалася нитка і не формувалися нові петлі. Замість петлі з нової нитки в цьому випадку буде формуватися накид – незамкнута петля. Цей процес є потрібним при в'язанні пресових переплетень способом без кулірування.

Внутрішні ділянки клинів скошені так, що якщо між клинами потрапить п'ятка голки, то при русі каретки голка знаходить на скіс клина і утоплює його. Після проходження голки або групи голок клин під дією пружини займає робоче положення.

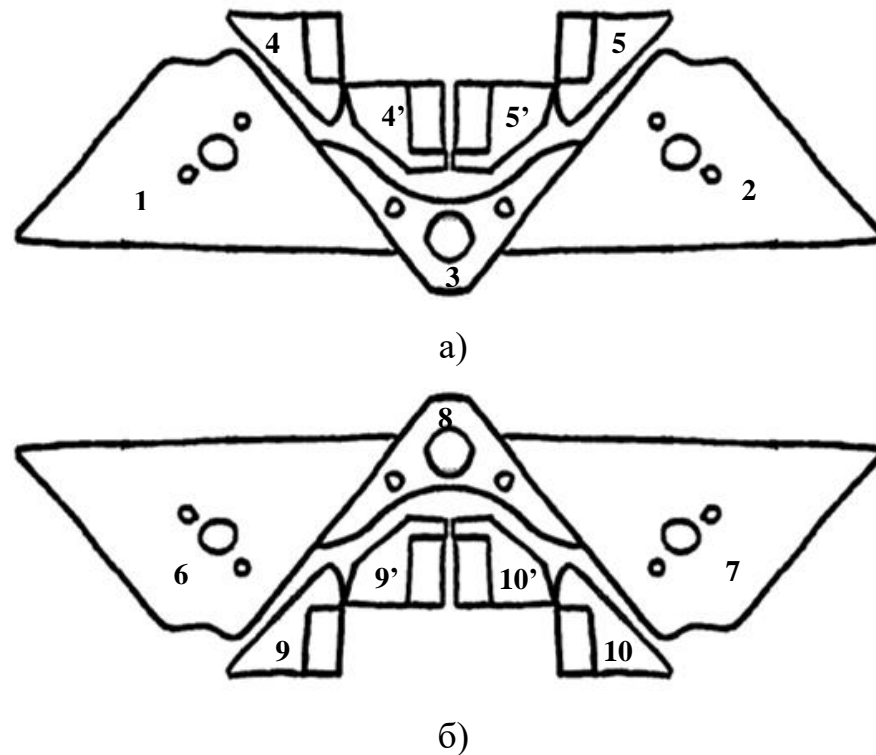


Рис. 2.6. Схема голкових замків плоскофангової машини: а – задній корпус корпус; б – передній корпус

Клини 1, 2, 6, 7 – кулірні. Вони кріпляться на повзунах, які переміщуються в пазах дошки.

Клини 4, 5, 9, 10 – замикальні. Внутрішні ділянки клинів скошені так, що якщо між клинами потрапляє п'ятка голки, то при русі каретки голка знаходить на скіс клина і утоплює його. Після проходження голки або групи голок клин під дією пружини піднімається в робоче положення.

Клини 4, 5, 9, 10 можуть займати три положення. Для перемикання клинів на каретці встановлене спеціальне пристосування.

При вимкнених клинах 4, 5, 9, 10 всі голки не працюють при русі каретки в обидва боки. Це необхідно при вимиканні голочниці з роботи.

При повністю включених клинах 4, 5, 9, 10 всі голки працюють при русі каретки в обидва боки. В цьому випадку всі голки включені в роботу і утворюють петлі.

Клини 4, 5, 9, 10 можуть бути включені у напівпідхід. В цьому випадку голки з високою п'яткою включені в роботу і на них отримуються петлі, з низькою п'яткою – виключені з роботи і на них петлі не утворюються.

Верхні частини 4', 5', 9', 10' замикальних клинів можуть також займати 3 положення:

1 – включені, усі голки піднімаються на повне замикання і на них утворюються петлі;

2 – виключені, усі голки піднімаються на рівень не повного замикання і на них утворюються накиди,

3 – включені у напівпідхід, коли голки з високою п'яткою піднімаються на рівень повного замикання і на них утворюються петлі, а голки з низькою п'яткою залишаються на рівні неповного замикання і на них утворюються накиди. [14].

Клини 3, 8 – напрямні та обмежувальні

Для виготовлення вибраного переплетення на даній машині на задній голечниці голки виставляють за рапортом: дві з високою п'яткою, к голок – з низькою, а на передній голечниці – всі голки з високою п'яткою.

Замикальні клини на передньому корпусі замкової каретки включають лівий 4 на повний підхід, а правий 5 виключають з роботи. На задньому корпусі лівий 9 включений у напівпідхід, а правий 10 включений повністю. При русі каретки зліва на право голки передньої голочниці не працюють, а задньої працюють. Отже на голках задньої голочниці утворюються петлі, а на голках передньої – ні. Таким чином отримуємо ряд гладі на голках задньої голочниці.

При русі каретки з права на ліво по задній голечниці працюють тільки голки з високими п'ятками, а по передній всі. Отже отримуємо ряд неповного ластика.

2.3. Характеристика сировини

Для виготовлення зразків трикотажних полотен з каналами обрано пряжу як натуральну (бавовняну), так і хімічного походження (віскозна, поліамідна, поліакрилонітрильна).

Бавовна – текстильне волокно, яке має рослинне походження. Волокно є волосками на насінинах бавовнику – кущоподібної рослини, яка займає одне з головних місць серед технічних сільськогосподарських культур. Бавовняне волокно здобувають з коробочок бавовнику. Якість залежить від довжини волокна – чим воно довше, тим бавовна краща.

Це провідне натуральне волокно, яке застосовується в текстильній галузі для виготовлення одягу, виробів для дому і промислової продукції, і становить приблизно 40 % усіх текстильних волокон у всьому світі. Кожен рік у всьому світі виготовляється багато тонн бавовни у багатьох країнах. Це волокно є фундамент легкої галузі [15].

Будова. Бавовняне волокно при розгляді неозброєним оком виглядає найтоншим волокном (15 мкм) довжиною від 6 до 52 мм, а під мікроскопом - звивистою сплющеною трубкою.

Хімічний склад бавовняного полотна залежить від ступеня його зрілості: найбільш зрілі волокна в основному складаються з целюлози (95-96%) і різних домішок (4-5%).

Властивості. Бавовняне волокно має порівняно високу міцність, хімічну стійкість (волокно довго може не руйнуватися під дією води і світла), стійкість до тепла (130—140 С), середню повітропроникність (18-20 %) і малу частку пружної деформації, невелику стійкість до стирання.

Бавовняне волокно поглинає багато вологи (20 - 65% від власної ваги) та при цьому не здається вологим.

При мерсеризації (обробки розчином їдкого натру при паралельному розтягуванні волокна) бавовняні волокна приймають м'якого блиску, посилюється їх міцність на розрив і вбираюча можливість.

Вироби, виготовлені з даного волокна є м'якими, мають хорошу поглинаючу здатність в теплу пору, просто фарбуються, не шкідливі для здоров'я, але легко мнуться, мають тенденцію до усадки, жовтіють на світлі.

Поліамідні волокна дістають з матеріалів переробки нафти та вугілля.

Є декілька видів поліамідних волокон, які різняться за видом сировини, що використовується для їх виготовлення та за їх хімічним складом. Це, в основному, капронові волокна. Подуктом для виготовлення капронового волокна є фенол, бензол, толуол або циклогексан, які отримані з кам'яного вугілля або нафти. Зараз широко використовують промисловий процес виготовлення капронового волокна

з фенолу. Капронові волокна виробляють у вигляді комплексних ниток і моноволокна.

Будова. Поліамідні волокна мають гладку поверхню і круглий поперечний переріз.

Властивості. Поліамідні волокна мають високу міцність (у вологому стані знижується лише на 10 – 13%) і стійкість до стирання та до багатократних деформацій. Характеризуються стійкістю до дії лугів і достатньою стійкістю до дії кислот.

До значних недоліків цих волокон потрібно зарахувати низьку світлостійкість, малу повітропроникність і незначний початковий модуль.

Поліакрилонітрильні волокна. Для утворення цих волокон служить акрилонітрил, який отримується з пропілену та аміаку або ацетилену і синильної кислоти. Волокна дістають з прядильного розчину, що проходять через фільтри.

Будова. Поліакрилонітрильні волокна складаються з структурних елементів – фібрил, що являють собою пучки макромолекул. Поперечний переріз має вигляд гантелі. Структура поперечного перерізу залежить від умов формування волокна.

Властивості. Поліакрилонітрильні волокна мають високу світло- і теплостійкість, стійкість до дії плісняви, мікроорганізмів і молі, високі теплозахисні і еластичні властивості, достатньо високу міцність, низьку щільність і теплопровідність.

Модуль пружності поліакрилонітрильних волокон нижчий, ніж у поліефірних, але значно вищий, ніж у поліамідних. До недоліків цього волокна, в першу чергу, слід віднести крихкість і низьку повітропроникність. [16].

Віскозне волокно («штучний шовк») – штучне волокно; регеноване целюлозне волокно, яке утворюється в результаті внаслідок віскозного процесу.

З волокон, утворених штучним шляхом, скручують нитки, які лягають в фундамент цього приємного на дотик матеріалу. Блиск віскози порівнюють з блиском шовку, трму інша її назва «штучний шовк». Штучна шерсть з віскози в 1930-х роках називалася «вістрі».

Властивості. Віскозне волокно гігроскопічне, стійке до більшості органічних розчинників, руйнується в концентрованих мінеральних кислотах, не піддане дії молі.

Віскозу можна назвати «найнатуральнішим» штучним волокном тому, що вона демонструє собою відновлену целюлозу, тобто склад віскози дуже близький до складу натуральних рослинних волокон. Властивості чистої віскози більше за все нагадують властивості бавовни. Тканина приємна на дотик, гігроскопічна, повітропроникна.

Чиста віскоза напівпрозора і блискуча – цим подібна шовку. Щоб звільнитися від блиску (якщо він непотрібний) віскозу обробляють додатково або включають у розчин матуючі добавки. Віскоза не нагромадує статичної електрики. Віскозне волокно легше, ніж бавовняне.

Дане волокно має порівняно низьку міцність, вагому втрату в мокрому стані (до 55 %), велику усадку (до 16 %).

Легко мнеться і руйнується під впливом атмосферних чинників в наслідок загальної дії води, кисню, оксидів повітря і ультрафіолетового випромінювання. Аналогічним впливам піддається і натуральна бавовна, але крім целюлози вона має природні антиоксиданти і захист від сонячного світла, тому бавовна стійкіше реагує на зовнішнє середовище.

Виробники пряжі і тканин з віскози беруть до уваги цю ознаку чистої віскози і включають в неї додаткові елементи: хімічні антиоксиданти і фільтри ультрафіолетового випромінювання, які дозволяють продовжити термін життя волокну і, також, речі, виготовленої з віскози. При введенні в розчин віскози сульфату міді та гідроксиду амонію дістають мідноаміачне волокно.

Віскоза розрізняється яскравим привабливим «шовковим» блиском, якщо в ній не має матуючих добавок.

Віскозу також відрізняє дуже висока гігроскопічність. Віскоза всмоктує в два рази більше вологи, ніж, наприклад, бавовна.

Вироби з віскози дуже легко фарбуються в найяскравіші кольори. При зволоженні чиста віскоза стає менш міцною, проте, ця проблема абсолютно вирішується вплітанням особливих зміцнювальних волокон.

Щільність нетканого полотна з віскози може варіюватися від 1,53 г/см³ до 4,5 г/см³. Еластичність віскози не перевищує 2-3 %. Віскозна тканина не втрачає своїх властивостей при нагріванні аж до 150° С.

Віскозне волокно дуже добре суміщається з іншими волокнами, що дозволяє поліпшувати різноманітні можливості матерії: міцність, м'якість, гігроскопічність. Віскоза не електризується.

Використання. Віскозне волокно включають до синтетичних волокон для покращення санітарно-гігієнічних властивостей виробів, до бавовни (до 10%) – для зменшення зриву ниток при прядінні. У чистому вигляді його застосовують у виготовленні штапельних тканин, медичної вати (в цій ситуації волокно піддають більш пильній обробці та неодмінному відбілюванню) [17].

Для виготовлення зразків було обрано 4 варіанти заправки:

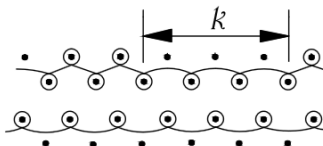
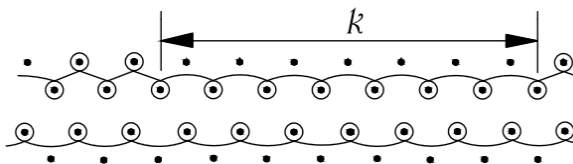
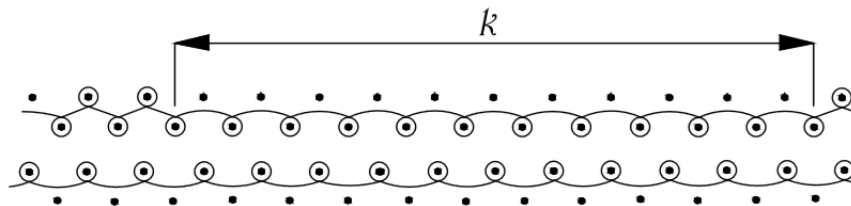
1. бавовняна пряжа 29.1 текс у 2 складення;
2. бавовняна пряжа 29.1 текс в 1 складення та віскозна нитка 33.2 текс в 1 складення;
3. бавовняна пряжа 29.1 текс в 1 складення та поліамідна нитка в 1 складення;
4. поліакрилонітрильна пряжа 31.2 текс в 1 складення.

2.4. Характеристика зразків

Для проведення дослідження було виготовлено 4 різних зразки, які відрізняються кількістю виключених підряд голок k (рис.2.7). Кожен такий зразок, виготовлений при чотирьох різних заправках ниток. Позначення зразків наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Кодування зразків трикотажу

Заправка	Кількість виключених голок у рапорті неповного ластика k			
	3	7	11	15
1. бавовняна пряжа 29.1 текс у 2 складення	1-3	1-7	1-11	1-15
2. бавовняна пряжа 29.1 текс в 1 складення та віскозна нитка 33.2 текс в 1 складення	2-3	2-7	2-11	2-15
3. бавовняна пряжа 29.1 текс в 1 складення та поліамідна нитка в 1 складення	3-3	3-7	3-11	3-15
4. поліакрилонітрильна пряжа 31.2 текс в 1 складення	4-3	4-7	4-11	4-15

а) $k=3$ б) $k=7$ в) $k=11$

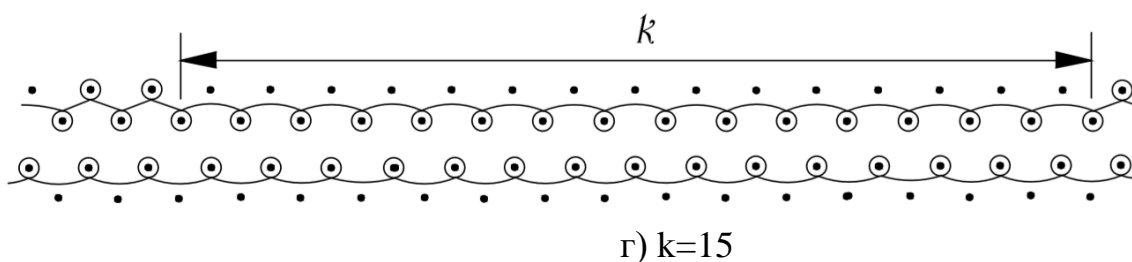


Рис. 2.7. Графічний запис переплетення

2.5. Методи дослідження

Для проведення досліджень параметрів структури та властивостей полотна використано стандартні методики.

1. Дослідження зсідання полотна проводили відповідно ГОСТ 30157.0-95.

Від кожної відібраної точкової проби викроювали по шаблону елементарні проби. Шаблон накладали на точкову пробу паралельно ниткам основи а також петельним стовпчикам на відстані 100 мм від кромки полотна, окреслювали його контури, вирізали елементарну пробу.

Наглядали за тим, щоб проби були гладкими, без згинів і складок, не містили вад, які впливають на результати вимірювання.

По помічених точках прошивали стібки тонкими нитками контрастного кольору таким чином, щоб розмічена точка перебувала на внутрішньому кінці мітки. Підготовлені елементарні проби піддали пранню.

Після прасування проби розкладали на рівній гладкій поверхні і вимірювали відстань між мітками, лінійкою з похибкою до 1 мм.

2. Визначення кількості петельних стовпчиків і рядів на 100 мм проводили відповідно ГОСТ 8846-87.

Для визначення кількості петельних стовпчиків і рядів використовували такі прилади: лупа зі збільшенням не менше 3, голка, лінійка з ціною поділки 1 мм, ножиці.

На пробах, розташованих в розправленому вигляді, без розтягування на столі, намічали ділянки вимірювання таким чином, щоб різні ділянки не містили в собі одні й ті ж петельні ряди і петельні стовпчики і були розташовані по всій поверхні полотна на відстані 10 см від краю проби.

Залежно від числа петель, що припадають на 10 см полотна, визначали довжину ділянки виміру в напрямку петельних стовпчиків і петельних рядів.

3. Довжина нитки в петлі. Проводили відповідно ГОСТ 8846-87.

Для визначення довжини нитки в петлі використовували такі прилади: лінійка з ціною поділки 1 мм, голка.

Довжину нитки в петлі визначали розпуском елементарної проби. Потім вимірювали довжину ниток, отриманих при розпуску.

При вимірюванні довжини нитки її розрівнювали на вимірювальній лінійці при мінімальному натязі, необхідному для зняття зигзагоподібної форми нитки, потім вимірювали її довжину. Розрівнювання нитки проводили наступним чином: притискували вказівним пальцем лівої руки один кінець нитки до нульової позначки лінійки, вказівним пальцем правої руки розрівнювали нитку вздовж лінійки.

4. Поверхнева густина. Проводили відповідно ГОСТ 8845-87.

Для визначення поверхневої густини використовували ваги.

Проби 50 на 150 мм зважували. Поверхневу густину обчислювали за формулою:

$$m_s = \frac{m}{S} \quad (2.1)$$

де m – маса проби;

S – площа проби.

5. Товщина. Проводили відповідно ГОСТ 12023-2003.

Наглядали за тим, щоб на ділянці проби, обраної для вимірювання, не було складок, заломів або інших порушень структури, що впливають на результат вимірювання.

Місця вимірювань вибирали таким чином, щоб кожна точка вимірювання відображала особливості структури полотна.

Товщину проби вимірювали товщиноміром наступним чином: піднімаємо притискний майданчик, рівномірно і без натягу розташовуємо пробу на опорному майданчику. Притискний майданчик м'яко опускають на пробу полотна. Після впливу заданого тиску протягом 30 с. знімаємо показання реєструючого пристрою

з абсолютною похибкою 0,001 мм при товщині полотна менше 0,1 мм і з абсолютною похибкою 0,01 мм при товщині полотна більше 0,1 мм.

6. Показники розтяжності при навантаженні, яке менше за розривне, визначали на підставі даних експерименту, який проведений на релаксометрі «стійка» відповідно до ГОСТ 8847-85.

Релаксометр складається з двох стійок, з'єднаних зверху планкою, до якої жорстко прикріплені затискачі. Одним кінцем зразок закріплювали в затискачі, другим – в підвісні затискачі, які одночасно є вантажами попереднього натягу. До нижніх затискачів підвішували вантажі, необхідні для розтягування зразків, вага їх 0,4 кг. Навантаження зразків під дією вантажів вимірювали лінійкою через 1, 5, 15, 30, 60 хв. Розвантаження вимірювали відразу після зняття зразка, а потім через 5, 15, 30, 60 хв.

2.6. Обробка результатів досліджень

Для кожного параметру було виконано по 10 паралельних досліджень кожного параметру.

Середнє значення визначали за формулою

$$l_{\text{сер}} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}, \quad (2.2)$$

де l_1, l_2, l_n – виміри;

n – кількість вимірів.

Середнє квадратичне відхилення

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (l_i - l_{\text{сер}})^2 + (l_2 - l_{\text{сер}})^2 + \dots + (l_n - l_{\text{сер}})^2}{m-1}} \quad (2.3)$$

де l_1, l_2, l_n – виміри;

$l_{\text{сер}}$ – середнє значення;

m – кількість вимірів.

2.7. Висновки по розділу

В результаті аналізу можливих способів отримання каналів в структурі трикотажу обрано чергування в рапорті ряду гладі та ряду неповного ластика великого рапорту, в результаті чого отримують вертикальні канали. Третій спосіб простіший у виготовленні, адже може бути реалізований на переважній більшості плоско- та круглов'язальних машин.

Для отримання дослідних зразків трикотажу обрано плосков'язальну машину 10 класу. Для проведення досліджень сплановано експеримент, в якості входних факторів якого обрано варіант заправки та кількість вимкнених голок у рапорті неповного ластика.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИКОТАЖУ

3.1. Зсідання полотна

Перед проведенням досліджень усі зразки приведено в умовно рівноважний стан шляхом прання та прасування.

На усіх стадіях текстильного виготовлення виробу, волокна та нитки піддаються великому натягуванню, зокрема в напрямку основи, і в такому стані фіксуються, за допомогою апретування, пресування – це є головною підставою зсідання

Нитки вивільняються від натягування при змиванні апрету. Під дією ВТО виявляється пружність, нитки розбухають, зменшуються в довжину і внаслідок цього тканина зсідається. Нитки основи, що були дуже натягнуті, скручуються. Таки чином, уздовж основи полотна зсідає більше, аніж уздовж утоку. При великому зсіданні основи тканини мають можливість збільшувати розмір в ширину.

Через те що зсідання змінюється відповідно до набухання волокон, то тканини з синтетичних волокон мають найменше зсідання, це ояснюється низьким відсотком набухання волокон [18].

Зміна лінійних розмірів трикотажу після мокрих обробок є одним з основних показників, який характеризує його якість. Дослідження показника проводили як вздовж петельних стовпчиків – вздовж каналів, так і вздовж петельних рядів – упоперек каналу.

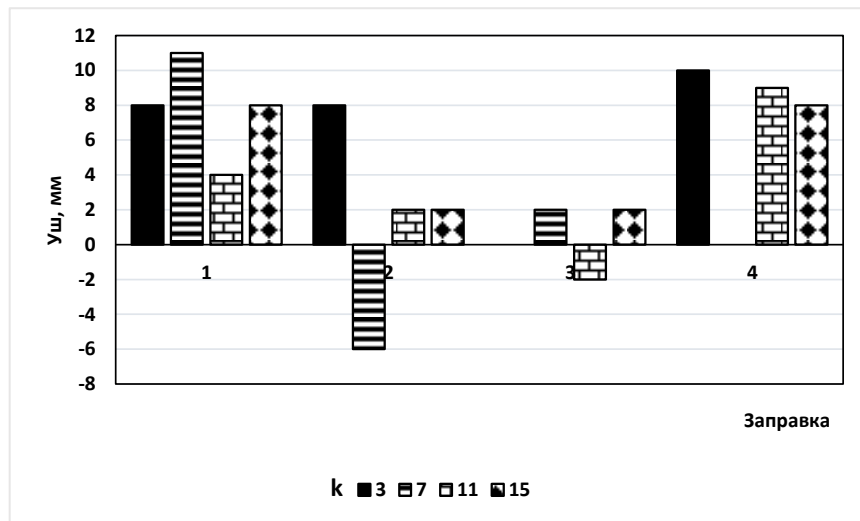
Дані занесено в таблицю 3.1 і 3.2 та представлено на рис. 3.1.

Таблиця 3.1 – Усадка по ширині

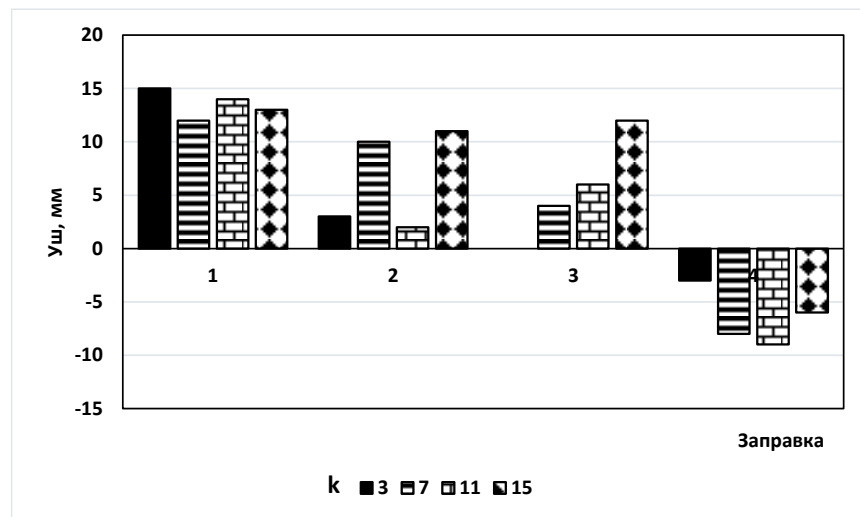
Варіант зразка	До ВТО	Розмір між мітками після ВТО					Зсідання, %
		1	2	3	Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення	
1-3	100	85	85	85	85	0	15
1-7	100	82	82	82	82	0	12
1-11	100	86	86	86	86	0	14
1-15	100	88	86	86	87	1,2	13
2-3	100	97	97	97	97	0	3
2-7	100	91	89	90	90	1	10
2-11	100	98	98	98	98	0	2
2-15	100	90	89	89	89	0,7	11
3-3	100	100	100	100	100	0	0
3-7	100	96	96	96	96	0	4
3-11	100	94	94	94	94	0	6
3-15	100	88	88	88	88	0	12
4-3	100	103	104	103	103	0,7	-3
4-7	100	108	108	108	108	0	-8
4-11	100	109	109	110	109	0,7	-9
4-15	100	106	106	106	106	0	-6

Таблиця 3.2 – Усадка по довжині

Варіант зразка	До ВТО	Розмір між мітками після ВТО					Зсідання,%
		1	2	3	Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення	
1-3	100	92	92	93	92	0,7	8
1-7	100	90	90	88	89	1,2	11
1-11	100	96	96	96	96	0	4
1-15	100	92	92	92	92	0	8
2-3	100	93	92	90	92	1,6	8
2-7	100	106	106	105	106	0,7	-6
2-11	100	98	99	98	98	0,7	2
2-15	100	100	98	97	98	1,6	2
3-3	100	100	101	100	100	0,7	0
3-7	100	97	98	99	98	1	2
3-11	100	102	103	102	102	0,7	-2
3-15	100	96	98	99	98	1,6	2
4-3	100	90	89	91	90	1	10
4-7	100	100	100	100	100	0	0
4-11	100	92	91	91	91	0,7	9
4-15	100	93	93	91	92	1,2	8



а)



б)

Рис. 3.1. Зсідання трикотажу: а – вздовж каналу; б – уперек каналу

В результаті проведених досліджень встановлено, що зсідання трикотажу вздовж каналу (рис. 3.1 а) спостерігається у трикотажу, який містить бавовняну пряжу, в той час як у трикотажу з поліакрилонітрильної пряжі спостерігаємо притяжку – збільшення розмірів. Слід зазначити, що рапорт переплетення практично не впливає на показник, різниця в значеннях якого лежить в межах похибки досліджу.

Результати дослідження показали, що майже усі полотна після прання зменшують свої розміри уперек каналу (рис. 3.1 б), однак показник зменшується при збільшенні рапорту переплетення, тобто зі збільшенням кількості пропущених голок k в неповному ластику. Найбільше зсідання спостерігається у трикотажу,

який виготовлено з бавовняної пряжі (заправка 1) та поліакрилонітрильних ниток (заправка 2) [4].

3.2. Ширина каналів

Рапорт в'язання дає можливість отримати канали різної ширини. Вимірювання ширини каналів проводили за допомогою лінійки з похибкою 0,1 – 0,2 мм. Для кожного варіанту виконано по 10 вимірів, дані занесено в таблицю 3.3. та представлено на рис. 3.2.

Таблиця 3.3 – Ширина каналів

Варіант зразка	Виміри										Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1-3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
1-7	14	13	12	12	13	12	13	12	13	12	13	0,8
1-11	20	21	22	18	20	21	17	19	18	21	20	1,7
1-15	26	27	28	26	24	26	26	26	28	25	26	1,2
2-3	6	5	6	5	6	6	5	6	6	5	6	0,6
2-7	13	13	12	13	11	14	13	12	12	13	13	0,9
2-11	21	20	21	21	20	18	21	21	22	19	20	1,2
2-15	26	27	26	26	27	26	30	29	25	27	27	1,5
3-3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0
3-7	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0
3-11	23	21	21	23	21	21	21	23	22	22	22	0,9
3-15	27	27	26	25	27	26	26	26	25	26	26	0,7
4-3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0
4-7	15	14	15	13	15	14	14	15	15	15	15	0,9
4-11	23	23	24	25	24	25	22	25	24	24	24	1
4-15	30	30	31	31	29	30	31	31	31	29	30	0,9

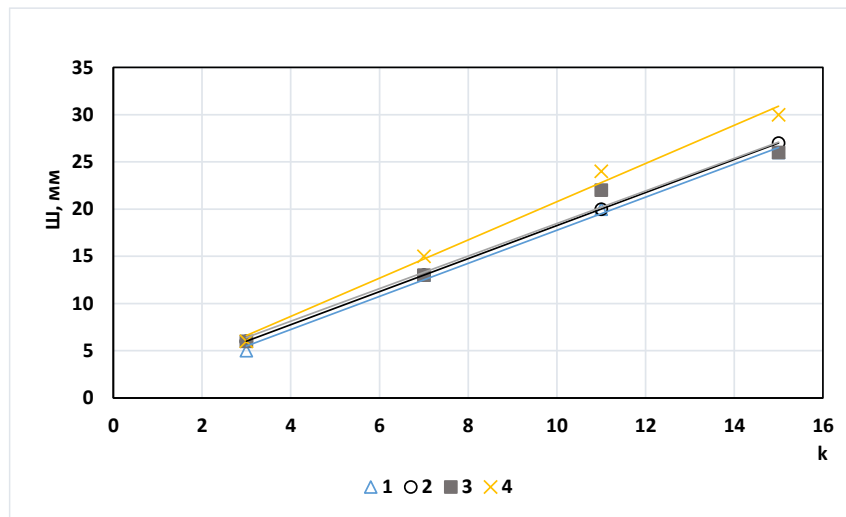


Рис. 3.2. Залежність ширини каналів від рапорту переплетення

Отримані прямолінійні залежності з високою точністю описують досліджуваний параметр і можуть бути представлені наступними математичними виразами:

для варіанту заправки 1-3 з бавовняною пряжею

$$\text{Ш} = 1.18 + 1.73 k ; \quad (1)$$

для варіанту заправки з поліакрилонітрильної пряжі

$$\text{Ш} = 0.16 + 2.06 k. \quad (2)$$

Отже, спостерігаємо вплив сировини на ширину каналів в трикотажі. Використання поліакрилонітрильної пряжі дозволяє отримати ширші канали при одному й тому самому рапорті переплетення в порівнянні з бавовняною пряжею. Пропоновані залежності дозволяють визначити рапорт розстановки голок для отримання зонального полотна для сенсорів різного розміру та конфігурації [4].

3.3. Кількість петельних стовпчиків і рядів на 100 мм.

Кількість петельних стовпчиків і рядів визначається безпосередньо їх підрахунком.

Кількість петельних стовпчиків розраховується по горизонталі полотна на ділянці довжиною 100 мм.

Кількість петельних рядів розраховується по вертикалі полотна на ділянці довжиною 100 мм.

Дані занесено в таблицю 3.4 і 3.5 та представлено на рис. 3.3. і 3.4.

Таблиця 3.4 – Кількість петельних стовпчиків

Варіант зразка	Кількість петельних стовпчиків										Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1-3	62	60	60	59	62	60	61	59	63	61	61	1,4
1-7	56	56	57	56	55	55	56	57	56	56	56	0,7
1-11	58	58	58	59	58	59	57	57	58	57	58	0,7
1-15	63	62	64	63	63	65	64	62	62	63	63	1
2-3	54	55	53	55	53	53	54	54	55	54	54	0,8
2-7	55	56	55	56	55	55	54	54	54	55	55	0,7
2-11	55	57	56	56	56	57	56	55	55	56	56	0,7
2-15	59	58	58	57	56	58	59	59	57	58	58	1
3-3	57	57	56	56	57	58	57	58	58	57	57	0,7
3-7	54	55	56	55	55	54	56	56	55	55	55	0,7
3-11	56	55	55	54	55	55	54	56	56	54	55	0,8
3-15	61	61	60	61	59	60	60	61	62	61	61	0,9
4-3	52	53	53	54	52	53	53	53	54	52	53	0,7
4-7	51	52	51	51	50	51	51	52	52	50	51	0,7
4-11	49	52	50	52	50	50	49	49	50	51	50	1,2
4-15	50	50	50	51	51	50	50	49	50	50	50	0,6

Таблиця 3.5 – Кількість петельних рядів

Варіант зразка	Кількість петельних стовпчиків										Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1-3	70	70	69	69	71	69	70	71	71	70	70	0,8
1-7	69	68	69	70	70	68	69	68	69	69	69	0,7
1-11	66	68	67	67	66	68	66	67	67	68	67	0,8
1-15	74	74	74	75	74	74	75	73	74	74	74	0,6
2-3	75	74	75	75	74	76	76	75	75	74	75	0,7
2-7	66	70	69	67	67	68	69	68	67	67	68	1,2
2-11	75	76	75	75	75	74	75	74	74	75	75	0,7
2-15	72	72	72	70	72	72	71	73	72	72	72	0,8
3-3	79	78	79	78	78	79	80	79	79	79	79	0,7
3-7	72	74	72	72	73	73	74	73	73	74	73	0,8
3-11	75	75	75	74	75	75	75	74	74	75	75	0,6
3-15	75	74	75	75	75	76	75	74	75	74	75	0,7
4-3	76	77	78	77	77	76	78	78	76	77	77	0,8
4-7	70	71	70	69	70	71	72	70	70	70	70	0,9
4-11	76	76	76	75	75	76	75	77	76	76	76	0,7
4-15	73	72	74	72	74	73	74	73	74	72	73	0,9

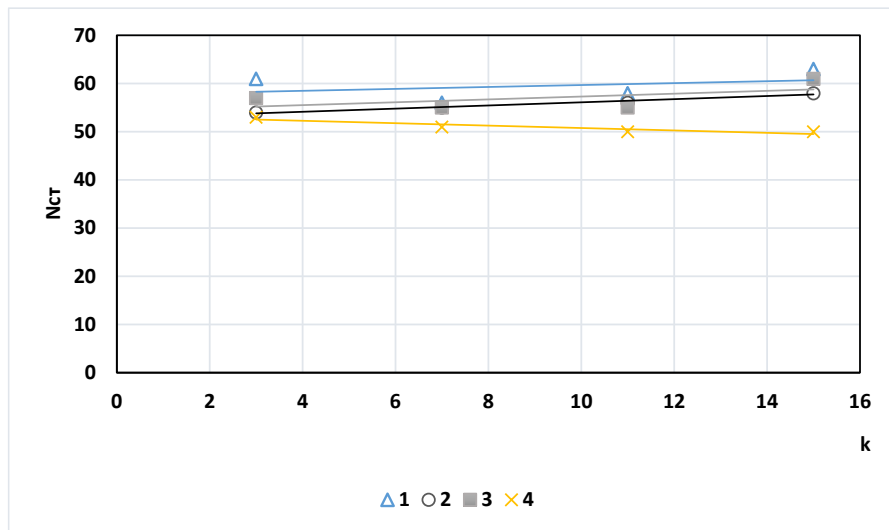


Рис. 3.3. Залежність кількості петельних стовпчиків від рапорту переплетення

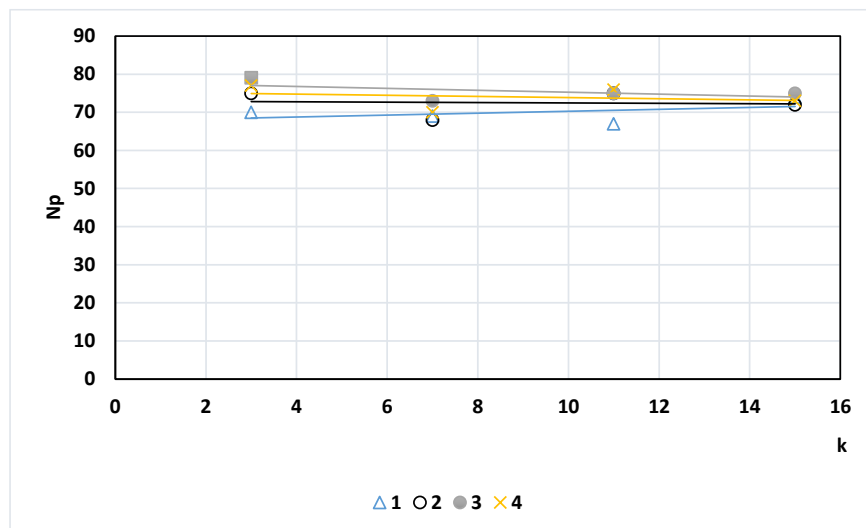


Рис. 3.4. Залежність кількості петельних рядів від рапорту переплетення

Дослідження показало, що найменшу щільність має полотно, яке виготовлено з бавовняної пряжі 29,1 текс та віскозних ниток 33,3 текс (заправка 2), найвищу – полотно, яке виготовлено з поліакрилонітрильної пряжі 31,2 текс x 2 (заправка 4).

3.4. Довжина нитки в петлі

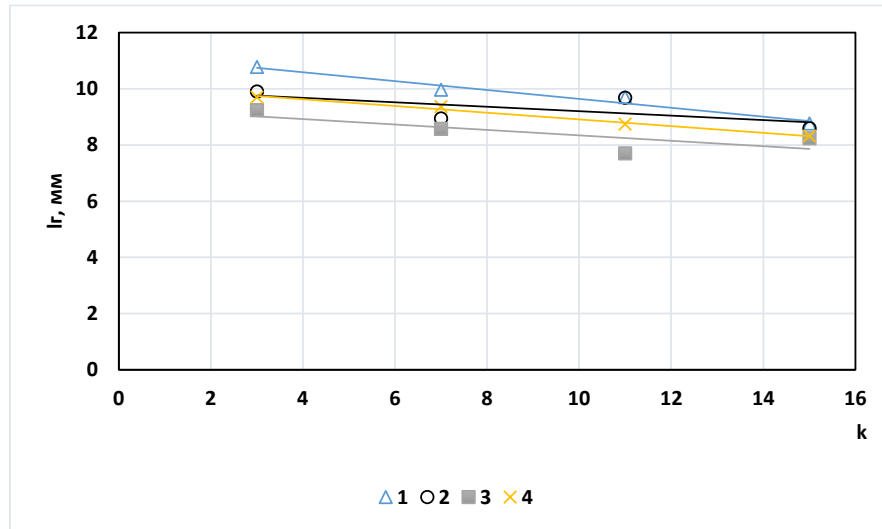
Довжина нитки в петлі - головний параметр, який, поряд з сировинним складом ниток та типом переплетення, визначає як параметри структури, так і фізико-механічні властивості трикотажу.

Дані дослідження занесено в таблицю 3.6 і представлено на рис. 3.5.

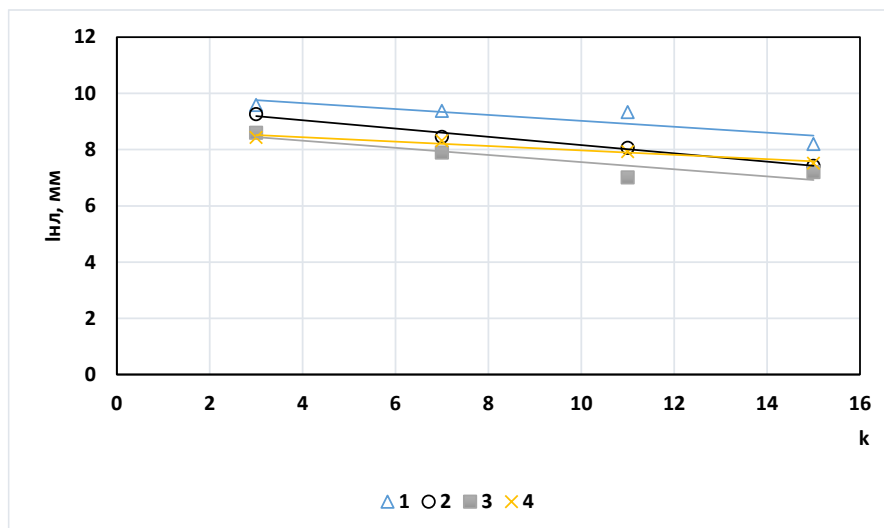
Таблиця 3.6 – Довжина нитки в петлі

Варіант зразка	Кількість пет. Стовпч.	Дані дослідження										Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення	Довжина нитки в петлі, мм
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1-3	50	536	536	538	544	538	538	544	542	536	536	539	3,3	10,78
	29	278	279	280	284	274	278	280	274	278	274	278	3,2	9,59
1-7	50	498	496	499	499	498	499	498	499	496	498	498	1,2	9,96
	40	376	384	372	376	376	382	372	372	372	372	375	4,4	9,38
1-11	50	484	488	488	484	484	482	482	484	488	482	485	2,5	9,70
	41	390	384	382	382	382	382	384	380	380	380	383	3	9,34
1-15	50	434	438	440	436	434	440	434	442	440	440	438	3,1	8,76
	44	356	362	362	364	360	362	358	356	364	362	361	3	8,20
2-3	50	500	486	502	484	500	488	486	500	500	502	495	7,7	9,90
	30	282	274	280	278	282	276	280	272	276	282	278	3,3	9,27
2-7	50	444	452	444	446	444	444	448	452	446	448	447	3,2	8,94
	39	330	328	328	326	332	334	332	334	328	334	330	3,1	8,46
2-11	50	484	483	483	480	480	486	486	486	488	488	484	2,9	9,68
	43	346	346	344	344	352	352	346	346	346	346	347	2,9	8,07

2-15	50	430	432	430	432	428	426	432	424	434	428	430	3,1	8,60
	44	322	330	324	322	328	332	330	326	334	322	327	4,4	7,43
3-3	50	460	460	464	464	462	462	462	462	466	462	462	2	9,24
	30	262	254	260	254	264	254	262	260	254	254	258	4,2	8,60
3-7	50	414	416	418	418	414	446	446	440	440	438	429	13,9	8,58
	40	308	308	309	304	302	324	324	328	330	320	316	10,5	7,90
3-11	50	364	372	370	368	374	402	396	406	402	396	385	16,7	7,70
	44	290	298	298	300	304	312	320	324	326	322	309	13	7,02
3-15	50	402	400	398	400	402	422	426	416	426	428	412	11,1	8,24
	44	305	307	297	302	308	330	335	330	330	330	317	14,7	7,20
4-3	50	488	484	484	484	484	484	486	488	480	484	485	2,4	9,70
	30	254	252	250	254	254	254	252	256	250	254	253	1,9	8,43
4-7	50	474	474	464	464	470	464	464	472	468	470	468	4,2	9,36
	38	317	317	318	314	316	314	316	316	316	315	316	1,3	8,32
4-11	50	435	438	438	435	435	440	440	440	438	434	437	2,4	8,74
	43	338	340	339	336	340	348	338	348	340	340	341	4,1	7,93
4-15	50	417	417	415	417	414	415	417	416	416	414	416	1,2	8,32
	44	330	332	332	332	332	330	328	331	332	327	331	1,9	7,52



а)



б)

Рис. 3.5. Залежність довжини нитки в петлі від рапорту переплетення:

а – гладь; б – неповний ластик

Дослідження довжини нитки в петлях полотна з вертикальними каналами проводили окремо для переплетень гладь та неповний ластик. Встановлено вплив сировини на показник. Найменшу довжину нитки в петлі має полотно, яке виготовлено з бавовняної пряжі 29,1 текс та поліамідних ниток 29,0 текс (заправка 3), а найбільшу – полотно, яке виготовлено з поліакрилонітрильної пряжі 31,2 текс х 2 (заправка 4). Різниця в показниках становить біля 1 мм, тобто біля 15 %.

Очевидно, що для всіх варіантів заправки спостерігається залежність довжини нитки в петлі гладі від рапорту переплетення (рис. 3.5 а): зі збільшенням

кількості пропущених голок k в неповному ластикі від 3 до 15 довжина нитки в петлі збільшується в середньому на 1 мм. Довжина нитки в петлі неповного ластика трикотажу з бавовняної рязі практично не залежить від рапорту (рис. 3.5 б), в той час як у полотна інших заправок показник зростає на 7÷11 % при збільшенні ширини каналу в межах досліджень.

3.5. Товщина

Товщина полотна – це відстань між лицьовою та виворотною сторонами, виміряна як відстань між двома паралельними майданчиками під заданим тиском.

Дані дослідження занесено в таблицю 3.7 і представлено на рис. 3.6.

Таблиця 3.7 – Товщина

Варіант зразка	Товщина полотна										Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1-3	1,6	1,6	1,7	1,6	1,8	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	0,09
1-7	1,4	1,4	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4	0,09
1-11	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,5	1,4	0,07
1-15	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5	0,05
2-3	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	0,06
2-7	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	0,05
2-11	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	0,05
2-15	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,3	1,2	1,2	0,09
3-3	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4	1,5	1,3	1,4	0,07
3-7	1,2	1,4	1,1	1,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	1,2	0,09
3-11	1,1	1,4	1,3	1,2	1,2	1,3	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	0,1
3-15	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	0,08
4-3	1,5	1,5	1,3	1,5	1,4	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,1
4-7	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1,1	1,2	1,05
4-11	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,2	1,3	0,07
4-15	1,3	1,4	1,4	1,3	1,2	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	0,07

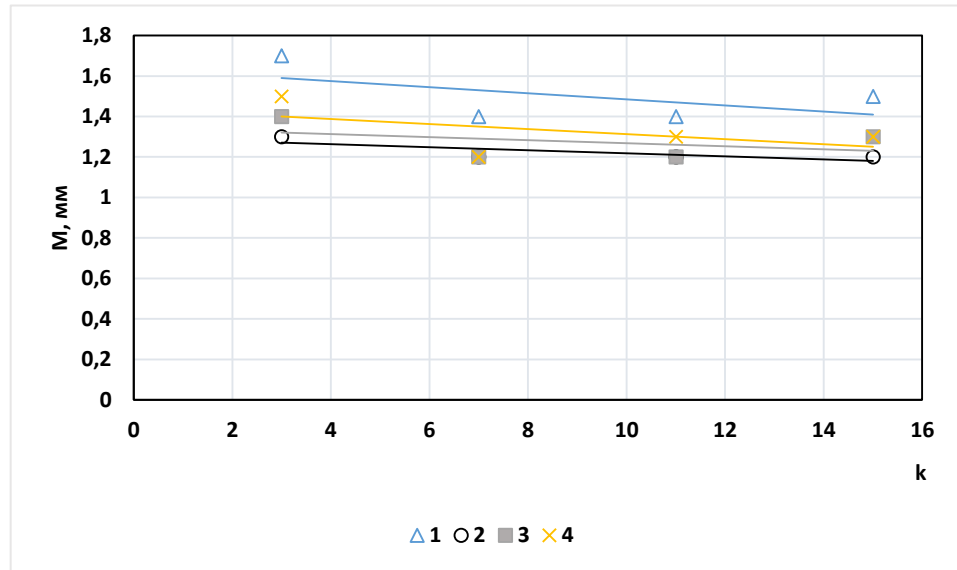


Рис. 3.6. Залежність товщини від рапорту переплетення

Отримані прямолінійні рівняння описують досліджуваний параметр і можуть бути представлені наступними математичними виразами:

Для варіанту заправки з бавовняною пряжею

$$M = 1,635 - 0,015k;$$

Для варіанту заправки з поліакрилонітрильної пряжі

$$M = 1,4375 - 0,0125k.$$

Спостерігаємо, що зі збільшенням виключених голок в рапорті, товщина полотна зменшується. Найбільшу товщину має полотно з бавовняної пряжі 29,1 текс х 2 (заправка 1).

3.6. Поверхнева густина

Поверхнева густина трикотажу (м/г^2) - це показник, який визначає матеріалоемність полотна і впливає на його властивості та сфери застосування. Графічне відображення залежності поверхневої густини від рапорту переплетення в полотнах різного сировинного складу представлено на рис. 3.7.

Таблиця 3.8 – Поверхнева густина

Варіант зразка	Дані дослідження						Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення
	1	2	3	4	5	6		
1-3	390,2	420	379,3	350,111	349,444	366,556	375,935	26,9
1-7	408,6	367,282	385,641	347,053	359,684	375,158	373,903	21,5
1-11	329,5	322,564	324,2	327,2	336,8	337	329,544	6,2
1-15	338,737	318,270	320,947	305,7	310,974	337,895	332,027	17,5
2-3	411,892	363	352,615	412,205	348	343,889	371,934	31,7
2-7	356,923	332,632	320,211	368,304	330,421	357,158	344,275	19,02
2-11	336,842	350,154	340,702	377,641	331,474	345,889	347,117	16,3
2-15	340,316	346,316	344,211	373,5	366,433	358,713	354,915	13,4
3-3	449,368	407,053	399,544	407,589	421,846	422,769	418,028	17,8
3-7	355,895	347,692	366,316	368,737	354,302	364,211	359,526	8,2
3-11	360,2	343,5	362,872	367,282	357,333	343,077	355,710	10,2
3-15	377,538	385,333	382,974	386,154	366,974	385,641	380,769	7,5
4-3	343,692	344,308	352,4	349,8	343,487	356,1	348,298	5,3
4-7	292,410	297,949	308,1	299,7	279,385	304,8	297,057	10,2
4-11	312	312,821	312,615	317,436	297,641	322,154	312,445	8,2
4-15	307,897	325,5	330,6	326,564	328,410	345,231	327,367	11,9

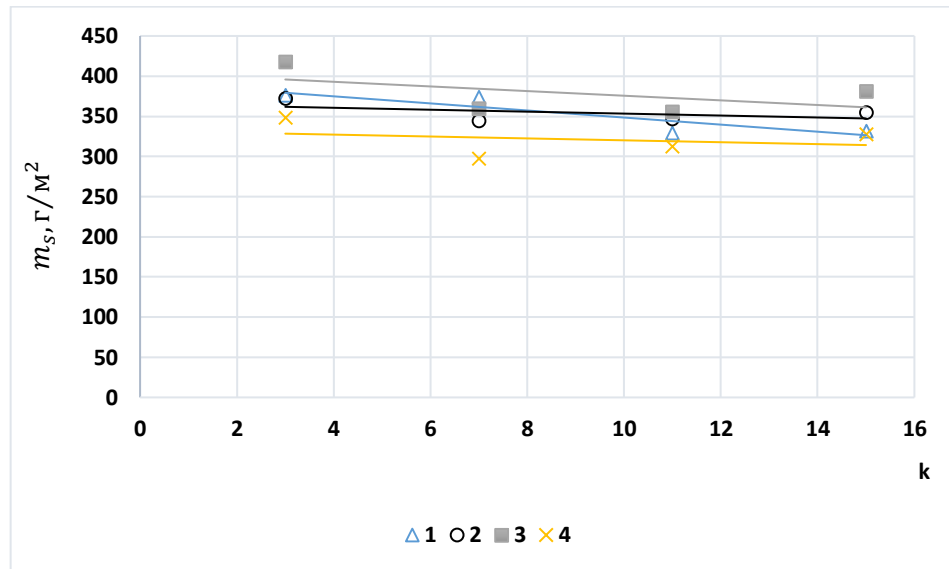


Рис. 3.7. Залежність поверхневої густини від рапорту переплетення

Очевидно, що для всіх варіантів заправки спостерігається залежність поверхневої густини від рапорту переплетення: зі збільшенням кількості пропущених голок k в неповному ластикі від 3 до 15 поверхнева густина полотна зменшується в середньому на 15 %. Найменшу поверхневу густину має полотно, яке виготовлено з поліакрилонітрильної пряжі 31,2 текс х 2 (заправка 4), а найвищу – полотно, яке виготовлено з бавовняної пряжі 29,1 текс та поліамідних ниток 29,0 текс (заправка 3)[4].

3.7. Розтяжність

Характеристики, які найбільше використовують для оцінки механічних властивостей текстильних матеріалів при одноциклових дослідженнях, є повна деформація і її складові частини. Результати розрахунків показників повної деформації та її складових трикотажу з вертикальними каналами різних варіантів заправки наведено у табл. 3.11 і 3.12.

Таблиця 3.9 – Довжина зразка уперек каналів упродовж дослідження за циклом навантаження – розвантаження – відпочинок

Варіант зразка	Номер зразка	Початкова довжина	Навантаження					Розвантаження				
			1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.	0хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.
1-3	1	100	166	166	168	168	169	116	111	110	108	108
	2		168	168	168	168	168	118	115	114	112	111
	3		165	167	167	167	167	115	114	113	107	107
1-7	1	100	159	162	163	163	164	116	110	106	104	104
	2		168	169	170	170	170	119	111	108	108	106
	3		160	162	163	163	163	112	108	106	105	105
1-11	1	100	155	155	156	156	156	112	110	107	106	105
	2		155	155	157	157	159	113	110	107	106	106
	3		156	156	156	156	159	113	108	107	105	104
1-15	1	100	147	148	148	149	150	114	111	107	107	106
	2		161	164	164	165	166	113	111	109	108	108
	3		164	166	166	167	169	115	112	110	108	106

Продовження таблиці 3.9.

Варіант зразка	Номер зразка	Початкова довжина	Навантаження					Розвантаження				
			1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.	0хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.
2-3	1	100	155	156	158	160	160	121	117	112	111	111
	2		165	166	167	168	168	122	119	113	112	111
	3		166	169	169	170	170	123	116	112	110	109
2-7	1	100	156	158	160	160	161	119	112	112	110	109
	2		152	153	154	156	156	114	110	109	108	108
	3		160	164	164	165	165	122	113	110	110	109
2-11	1	100	153	156	156	156	157	115	110	110	110	109
	2		156	159	159	159	160	118	106	106	106	104
	3		151	154	154	154	154	117	107	106	105	104
2-15	1	100	140	140	141	143	143	114	110	106	105	104
	2		148	149	150	151	152	115	110	108	107	105
	3		149	151	151	153	154	116	111	109	107	106

Продовження таблиці 3.9.

Варіант зразка	Номер зразка	Початкова довжина	Навантаження					Розвантаження				
			1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.	0хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.
3-3	1	100	148	149	149	149	150	113	112	108	106	106
	2		144	145	146	146	147	114	110	107	106	106
	3		151	152	153	154	155	117	114	112	110	109
3-7	1	100	152	154	156	158	158	112	109	106	103	102
	2		154	155	156	157	158	116	109	107	103	102
	3		157	159	159	160	161	118	112	107	104	103
3-11	1	100	149	152	152	152	153	111	106	106	102	102
	2		146	148	148	148	148	112	106	106	103	102
	3		147	149	149	149	149	111	105	104	102	100
3-15	1	100	145	145	145	145	145	111	109	108	106	105
	2		141	142	142	143	143	110	108	107	105	105
	3		140	142	142	142	142	111	109	107	106	104

Продовження таблиці 3.9.

Варіант зразка	Номер зразка	Початкова довжина	Навантаження					Розвантаження				
			1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.	1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.
4-3	1	100	150	150	150	152	153	112	111	109	109	109
	2		142	142	142	143	143	109	108	107	107	107
	3		146	146	147	149	149	108	108	106	106	105
4-7	1	100	148	150	150	150	150	112	111	109	108	108
	2		147	149	149	149	149	113	108	107	107	106
	3		145	148	148	148	149	111	107	106	106	105
4-11	1	100	155	156	157	157	158	111	111	108	107	106
	2		149	150	155	155	156	107	107	106	106	106
	3		146	148	149	149	150	103	103	103	102	102
4-15	1	100	136	137	138	138	138	108	106	105	105	104
	2		148	148	149	149	149	109	106	106	105	105
	3		157	157	157	157	158	113	110	108	108	107

Таблиця 3.10 – Довжина зразка вздовж каналів упродовж дослідження за циклом
навантаження – розвантаження – відпочинок

Варіант зразка	Номер зразка	Початкова довжина	Навантаження					Розвантаження				
			1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.	1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.
1-3	1	100	206	207	208	208	208	127	120	118	115	113
	2		207	208	208	209	208	125	121	118	116	115
	3		208	209	209	209	209	125	122	117	115	113
1-7	1	100	239	242	243	243	243	149	130	122	119	115
	2		236	238	240	240	240	147	128	120	117	115
	3		248	252	255	255	255	147	128	121	113	113
1-11	1	100	220	223	226	229	229	139	129	123	118	116
	2		240	244	245	245	245	141	134	127	122	120
	3		207	207	209	211	211	130	124	120	116	112
1-15	1	100	185	187	188	189	190	122	114	110	108	108
	2		227	230	230	231	235	137	123	118	117	114
	3		224	228	228	229	230	136	128	122	117	115

Продовження таблиці 3.10.

Варіант зразка	Номер зразка	Початкова довжина	Навантаження					Розвантаження				
			1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.	1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.
2-3	1	100	175	176	176	179	180	128	123	119	113	111
	2		170	171	173	174	174	129	125	118	116	114
	3		171	171	172	174	174	131	126	120	117	114
2-7	1	100	232	233	234	235	235	154	140	130	126	125
	2		212	216	216	217	218	150	140	130	124	122
	3		220	222	222	225	225	151	141	130	125	124
2-11	1	100	200	203	204	204	204	145	128	121	120	118
	2		201	204	205	205	205	145	126	122	120	118
	3		205	209	210	211	211	146	129	125	120	118
2-15	1	100	214	217	218	219	219	147	131	124	122	116
	2		199	204	205	206	208	136	129	122	120	116
	3		195	196	197	197	198	144	132	125	122	120

Продовження таблиці 3.10.

Варіант зразка	Номер зразка	Початкова довжина	Навантаження					Розвантаження				
			1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.	1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.
3-3	1	100	162	165	166	166	167	125	116	113	111	110
	2		160	162	162	162	162	121	113	109	108	107
	3		160	163	164	164	164	121	114	110	108	107
3-7	1	100	192	196	197	198	199	132	108	107	105	105
	2		183	187	188	188	188	127	115	113	105	104
	3		182	183	184	184	186	125	113	107	104	103
3-11	1	100	189	191	192	192	192	121	112	109	107	105
	2		187	188	188	188	189	121	113	109	107	106
	3		186	187	188	188	188	121	111	106	104	103
3-15	1	100	190	194	194	195	195	129	118	116	112	109
	2		187	189	189	189	191	125	115	110	108	107
	3		184	185	186	186	188	126	119	114	110	108

Продовження таблиці 3.10.

Варіант зразка	Номер зразка	Початкова довжина	Навантаження					Розвантаження				
			1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.	1хв.	5хв.	15хв.	30хв.	60хв.
4-3	1	100	158	159	160	161	163	114	113	111	110	110
	2		156	158	158	159	159	110	109	107	106	106
	3		148	149	150	151	152	107	106	106	105	105
4-7	1	100	185	189	189	189	190	130	121	118	116	115
	2		188	192	192	192	192	126	118	116	115	113
	3		186	193	194	194	194	125	116	114	114	112
4-11	1	100	164	167	168	168	169	117	110	110	107	107
	2		172	172	173	173	175	123	116	111	110	108
	3		170	171	171	171	172	120	113	110	108	108
4-15	1	100	173	174	174	175	176	124	118	115	114	112
	2		177	179	179	179	179	127	121	119	116	115
	3		179	181	182	182	183	127	121	118	116	114

Складові компоненти деформації вираховуються за формулами:

- Повна деформація (%) – деформація, яку зазнає зразок в кінці першого циклу навантаження:

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100; \quad (3.1)$$

- швидкооборотна деформація, (%):

$$\varepsilon_1 = \frac{L_1 - L_2}{L_0} \cdot 100; \quad (3.2)$$

- повільнооборотна деформація, (%):

$$\varepsilon_2 = \frac{L_2 - L_3}{L_0} \cdot 100; \quad (3.3)$$

- залишкова деформація, (%):

$$\varepsilon_3 = \frac{L_3 - L_0}{L_0} \cdot 100; \quad (3.4)$$

- частка швидкооборотної деформації:

$$\Delta\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon}; \quad (3.5)$$

- частка повільнооборотної деформації:

$$\Delta\varepsilon_2 = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon}; \quad (3.6)$$

- частка залишкової деформації:

$$\Delta\varepsilon_3 = \frac{\varepsilon_3}{\varepsilon} \quad (3.7)$$

де L_0 – початкова довжина експериментального зразка, (мм);

L_1 – довжина зразка при останньому вимірі під час навантаження, (мм);

L_2 – довжина зразка відразу після зняття вантажу (5 хв);

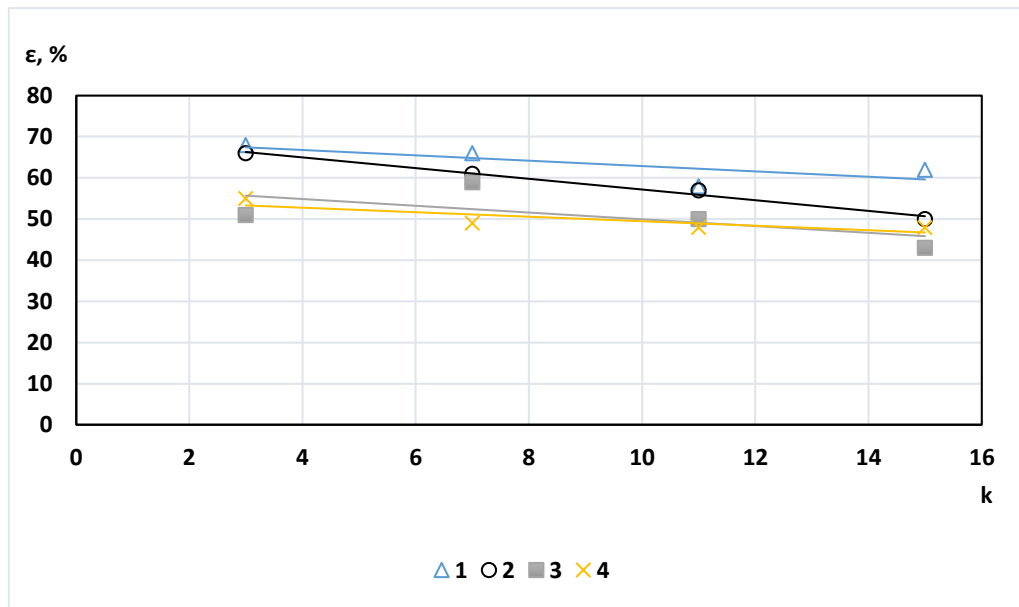
L_3 – довжина зразка при останньому замірі за час після зняття навантаження (під час відпочинку).

Таблиця 3.11 – Складові повної деформації трикотажу. Розтягання вздовж каналів

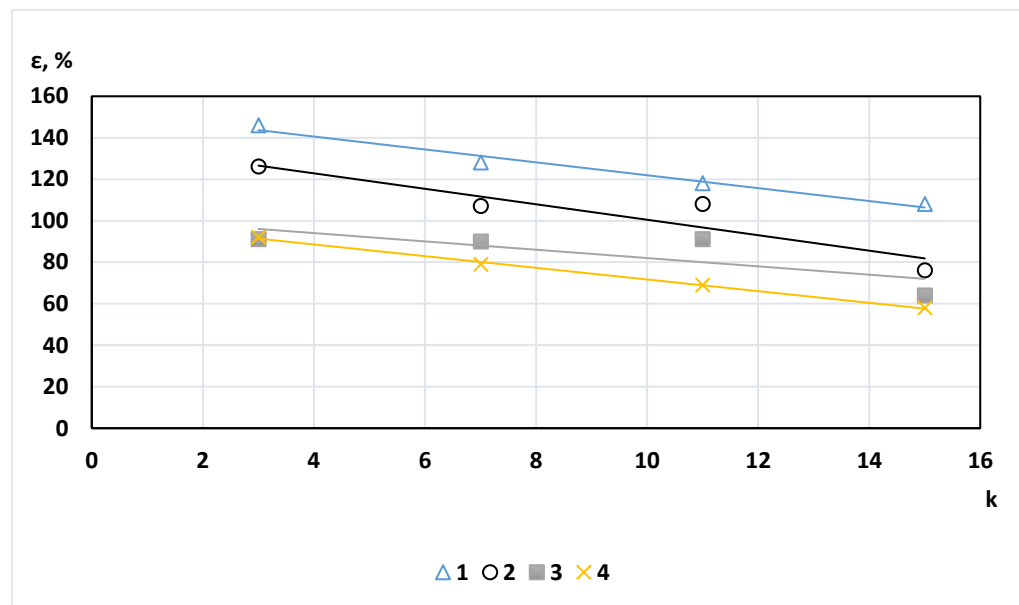
Варіант зразка	Деформація, %				Частки деформації		
	повна ε	швидко-оборотна ε_1	повільно-оборотна ε_2	залишкова ε_3	Δ_1	Δ_2	Δ_3
1-3	68	52	8	9	0,76	0,11	0,13
1-7	66	50	11	5	0,76	0,16	0,08
1-11	58	45	8	5	0,78	0,13	0,09
1-15	62	48	7	7	0,77	0,12	0,11
2-3	66	44	12	10	0,67	0,18	0,16
2-7	61	42	10	9	0,70	0,16	0,14
2-11	57	40	11	6	0,71	0,19	0,10
2-15	50	35	10	5	0,70	0,20	0,10
3-3	51	36	8	7	0,71	0,15	0,14
3-7	59	44	13	2	0,74	0,22	0,04
3-11	50	39	10	1	0,77	0,20	0,03
3-15	43	33	6	5	0,75	0,14	0,11
4-3	55	48	2	5	0,87	0,04	0,09
4-7	49	37	6	6	0,76	0,11	0,13
4-11	48	39	3	7	0,80	0,06	0,14
4-15	48	38	5	5	0,79	0,10	0,11

Таблиця 3.12 – Складові повної деформації трикотажу. Розтягування впоперек каналів

Варіант зразка	Деформація, %				Частки деформації		
	повна ε	швидко-оборотна ε_1	повільно-оборотна ε_2	залишкова ε_3	Δ_1	Δ_2	Δ_3
1-3	146	98	33	14	0,67	0,23	0,10
1-7	128	92	21	16	0,71	0,16	0,12
1-11	118	87	19	12	0,73	0,16	0,10
1-15	108	83	12	14	0,76	0,11	0,13
2-3	126	74	28	24	0,59	0,22	0,19
2-7	107	61	27	18	0,58	0,26	0,17
2-11	108	66	25	17	0,61	0,23	0,16
2-15	76	47	16	13	0,61	0,21	0,17
3-3	91	63	24	4	0,69	0,26	0,04
3-7	90	69	16	5	0,77	0,18	0,05
3-11	91	65	19	8	0,71	0,20	0,09
3-15	64	42	14	8	0,65	0,22	0,12
4-3	92	65	14	13	0,71	0,15	0,14
4-7	79	53	12	14	0,67	0,16	0,17
4-11	69	52	11	7	0,75	0,15	0,10
4-15	58	48	3	7	0,82	0,06	0,12



а)



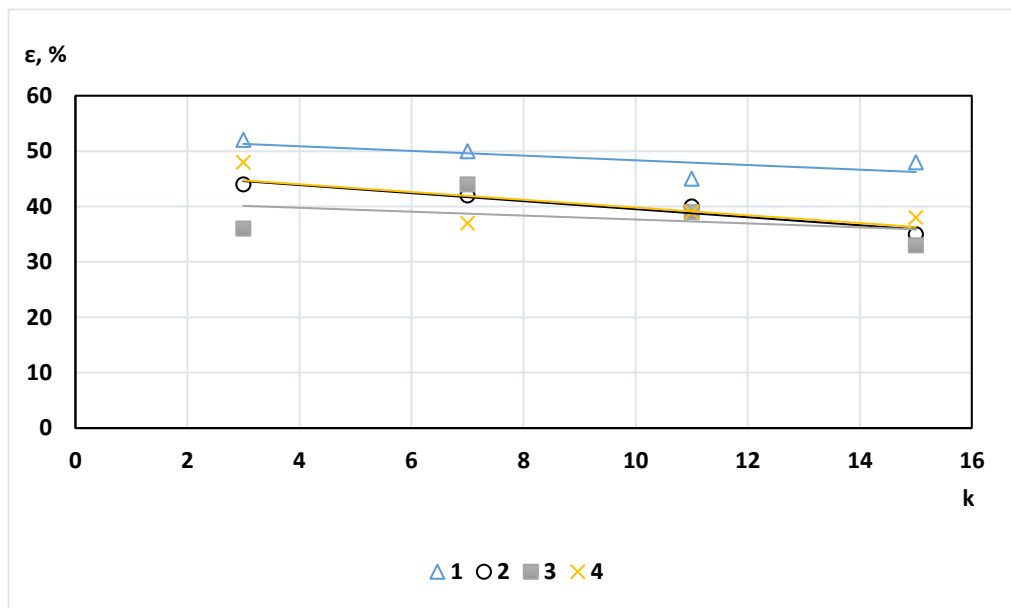
б)

Рис. 3.8. Залежність повної деформації від рапорту неповного ластику:

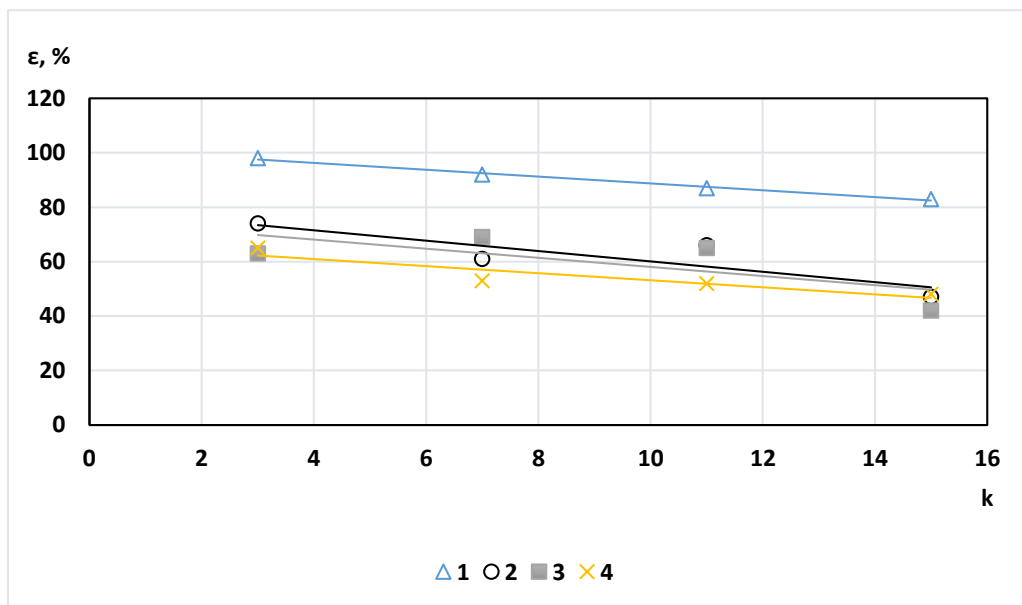
а – вздовж каналів, б – уперек каналів

Графічне відображення залежності повної деформації трикотажу вздовж та вперек каналу від його ширини наведено на рис. 3.8. Отримані результати показують, що повна деформація трикотажу знижується зі збільшенням рапорту вимкнених голок у неповному ластику. Тенденція більш виражена при розтягуванні уперек полотна (каналів). Встановлено вплив заправки на розтяжність полотна: найбільшу розтяжність в обох напрямках має трикотаж, який

виготовлено з бавовняної пряжі, а найнижчу – трикотаж з поліакрилонітрильної пряжі.



а)

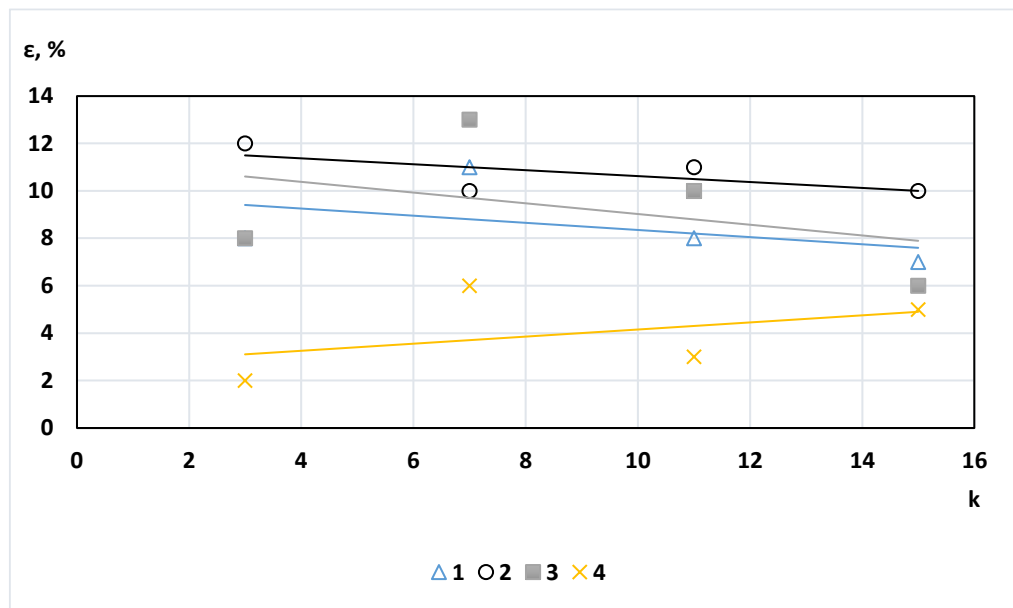


б)

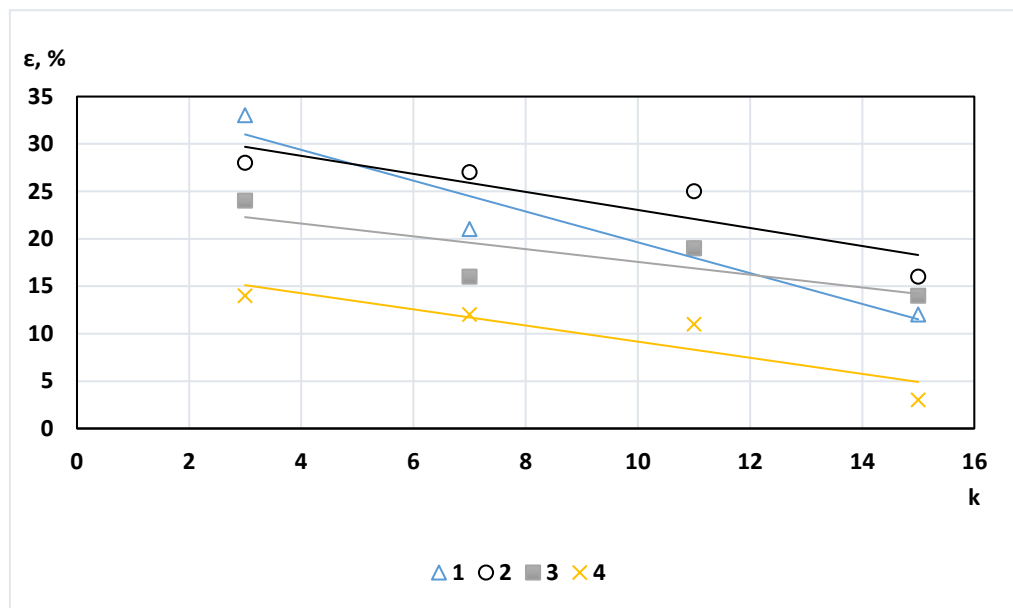
Рис. 3.9. Залежність швидкооборотної деформації від рапорту неповного ластику: а – вздовж каналів, б – уперек каналів

Залежність швидкооборотної деформації від рапорту неповного ластику наведено на рис. 3.9. Отримані результати показують, що при заправці 1, швидкооборотня деформація трикотажу знижується зі збільшенням рапорту

вимкнених голок у неповному ластику. Найбільшу розтяжність в обох напрямках має трикотаж, який виготовлено з бавовняної пряжі.



а)

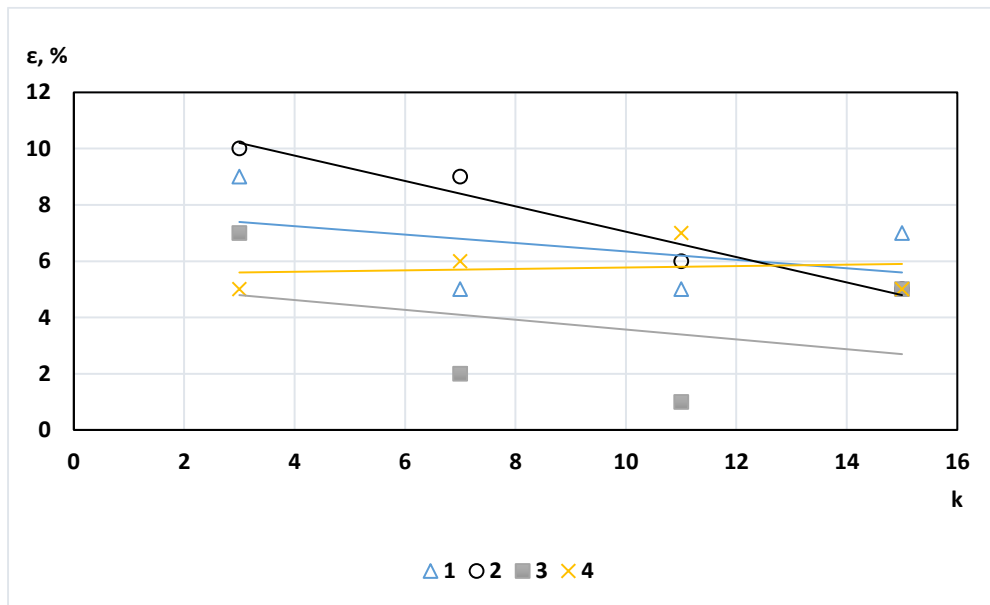


б)

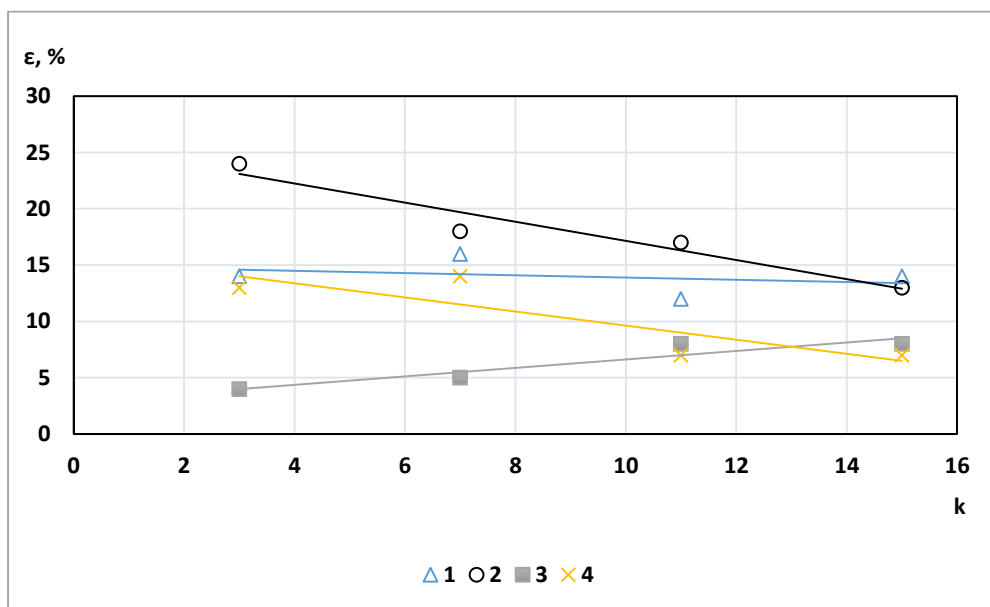
Рис. 3.10. Залежність повільнооборотної деформації від рапорту неповного ластику: а – вздовж каналів, б – упоперек каналів

Отримані результати показують, що повільнооборотня деформація трикотажу впоперек каналів знижується зі збільшенням рапорту вимкнених голок у неповному ластику. Тенденція більш виражена при розтягуванні упоперек

полотна (каналів). Найбільшу розтяжність впоперек каналів має трикотаж, який виготовлено з бавовняної пряжі. Найнижчу розтяжність в обох напрямках має трикотаж з поліакрилонітрильної пряжі.



а)



б)

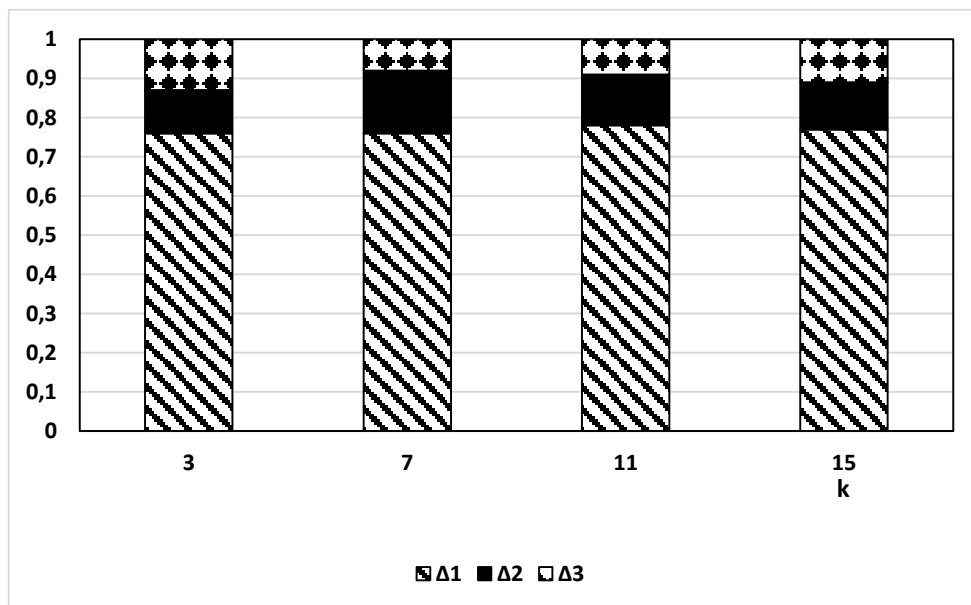
Рис. 3.11. Залежність залишкової деформації від рапорту неповного ластику: а – вздовж каналів, б – уперек каналів

Залишкова деформація (рис. 3.11) залежить також від варіанту заправки та напрямку розтягування. При розтягуванні вздовж каналу показник змінюється в

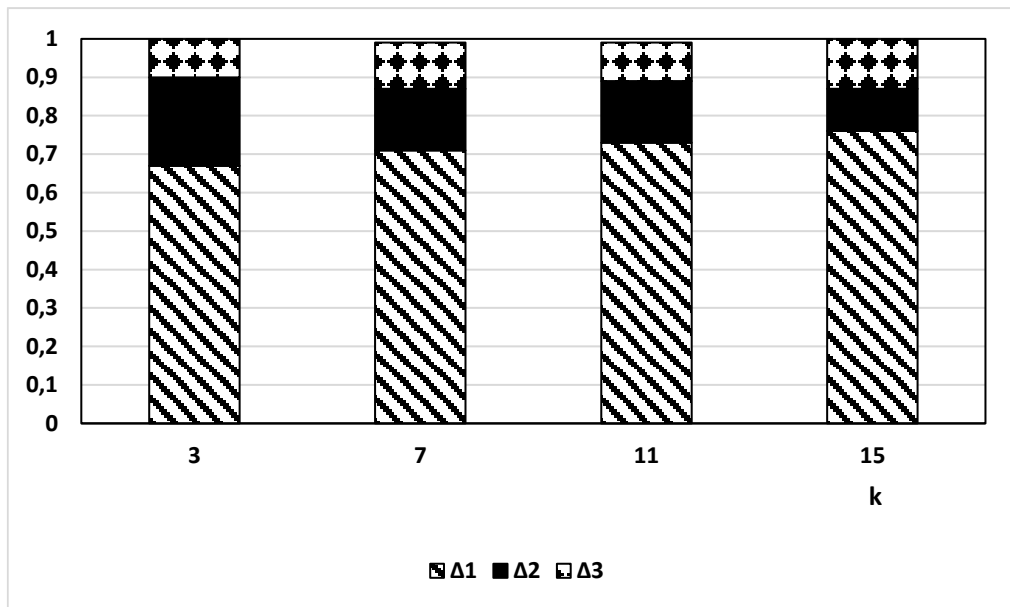
межах $2 \div 10$ %, в той час як при розтягуванні упоперек каналу у полотна перших двох заправок (бавовняна пряжа та комбінація бавовняної пряжі з віскозною ниткою) сягає $12 \div 20$ %. Найнижче значення залишкової деформації спостерігаємо у полотна третього варіанту заправки (бавовняна пряжа та поліамідна нитка): $1 \div 5$ % при розтягуванні вздовж каналу та $4 \div 8$ % при розтягуванні упоперек каналу.

Важливе значення при дослідженні релаксаційних характеристик має визначення часток складових деформацій в повній. (табл.3.12). графічні інтерпретації отриманих показників для різних варіантів заправки наведено на рис.3.12-3.15.

Так при використанні бавовняної пряжі (рис.3.12), частка швидкооборотної складової при розтягуванні вздовж каналів становить близько 0,8 і практично не залежить від рапорту переплетення. В той час як при розтягуванні впоперек каналів вона зростає зі збільшенням рапорту вимкнених голок, тобто ширини каналу.



a)



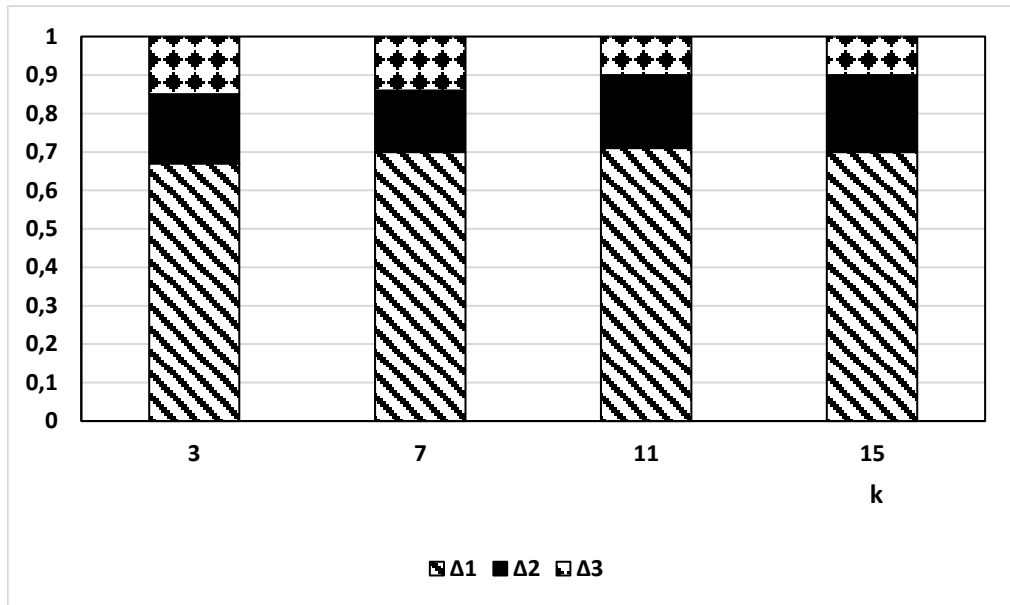
б)

Рис. 3.12. Залежність часток деформації від рапорту неповного ластика (Заправка 1): а – вздовж каналів; б – впоперек каналів

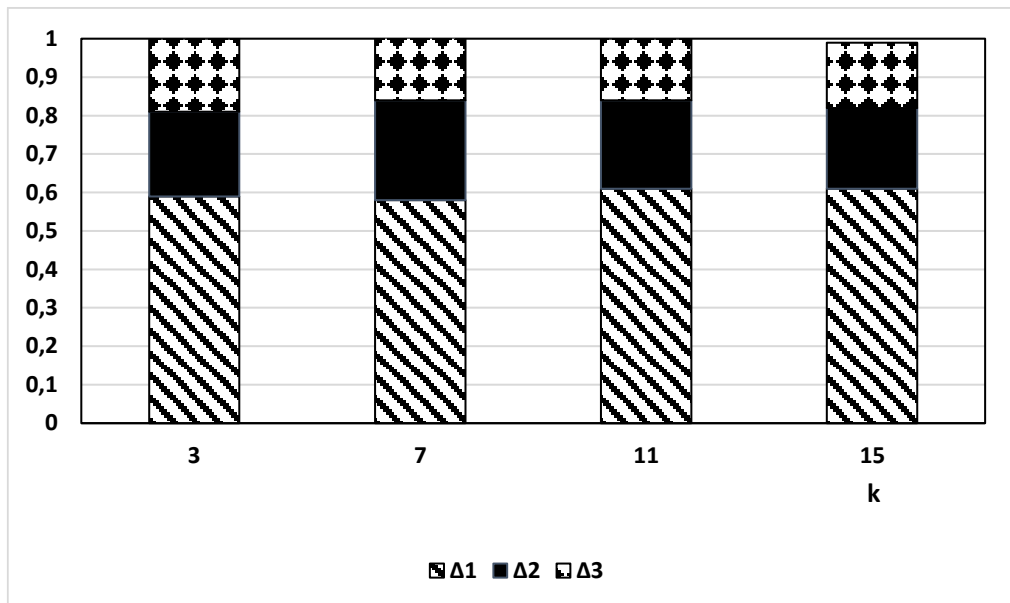
Частка швидкооборотної деформації вздовж каналів приймає найбільше значення, коли $k=11$; частка повільнооборотної деформації, коли $k=7$; частка залишкової деформації, коли $k=3$ (рис 3.12 а).

При збільшенні вимкнених голок у неповного ластика частка швидкооборотної деформації впоперек каналів збільшується, частка повільнооборотної деформації – зменшується. Частка залишкової деформації має найбільше значення, коли $k=15$ (рис 3.12 б).

При використанні бавовняної пряжі у поєднанні з віскозними нитками (рис.3.13), частка швидкооборотної складової при розтягуванні вздовж каналів нижча, ніж при використанні чистої бавовни, становить близько 0,7 і також не залежить від рапорту переплетення. Та ж сама тенденція зберігається і при розтягуванні впоперек каналів при дещо нижчому значенні показника.



а)



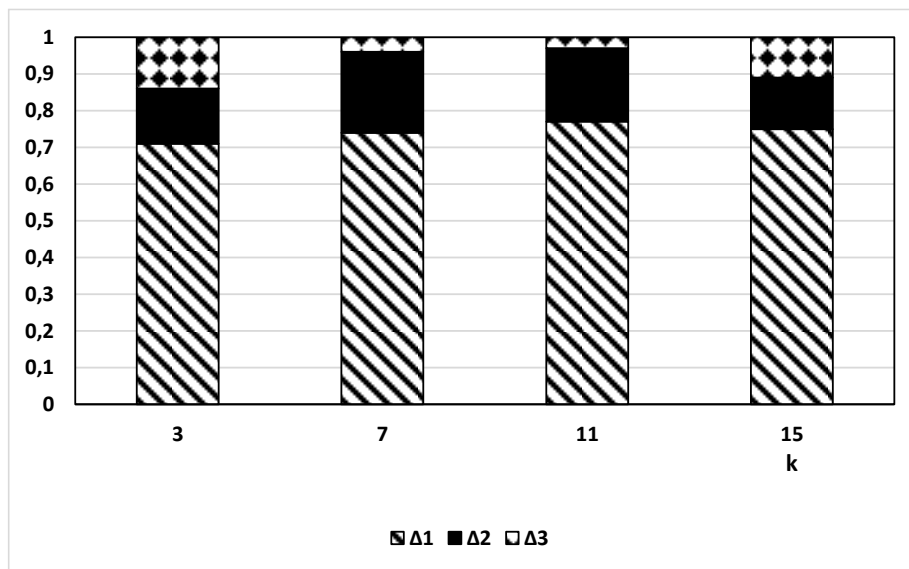
б)

Рис. 3.13. Залежність часток деформації від рапорту неповного ластика
(Заправка 2): а – вздовж каналів; б – впоперек каналів

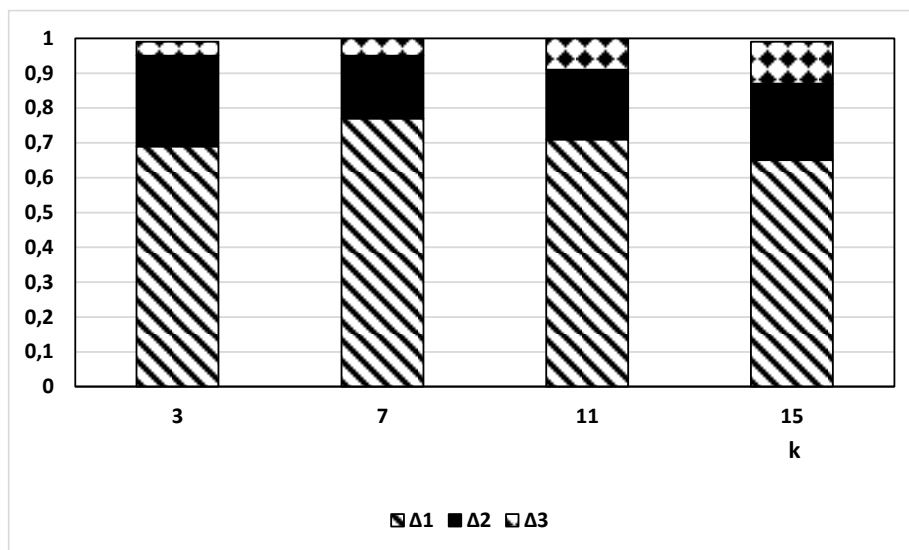
При збільшенні викнених голок у неповного ластика частка залишкової деформації вздовж каналів зменшується, частка швидкооборотної деформації приймає найбільше значення, коли $k=11$; частка повільнооборотної деформації, коли $k=15$ рис 3.13 а).

Частка швидкооборотної деформації впоперек каналів приймає найбільше значення, коли $k=11$; частка повільнооборотної деформації, коли $k=7$; частка залишкової деформації, коли $k=3$ (рис 3.13 б).

При використанні бавовняної пряжі у поєднанні з поліамідною ниткою (рис.3.14), частка швидкооборотної складової при розтягуванні вздовж каналів становить в середньому 0,73 і також не залежить від рапорту переплетення. При розтягуванні впоперек каналів показник дещо вищий при $k=7$.



а)



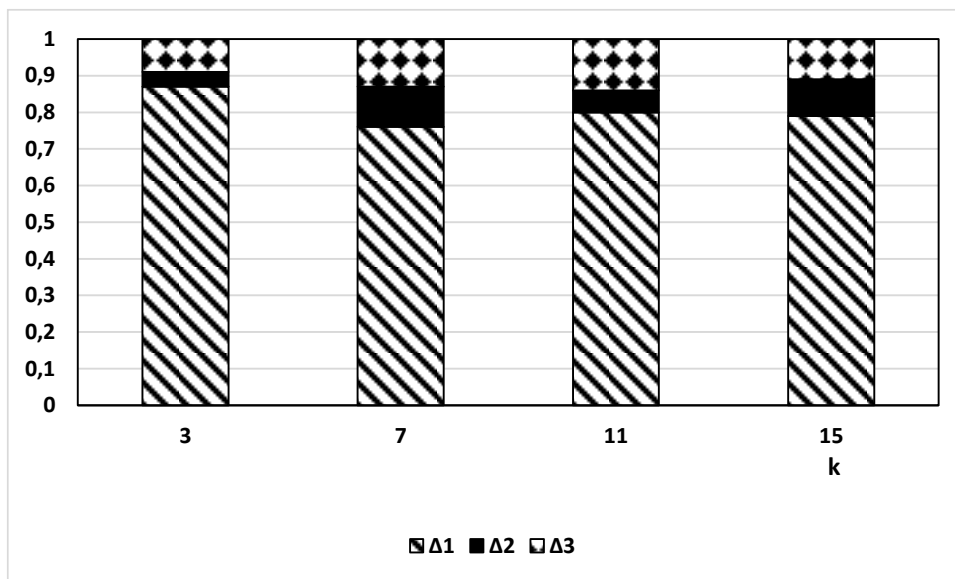
б)

Рис. 3.14. Залежність часток деформації від рапорту неповного ластику (Заправка 3): а – вздовж каналів; б – впоперек каналів

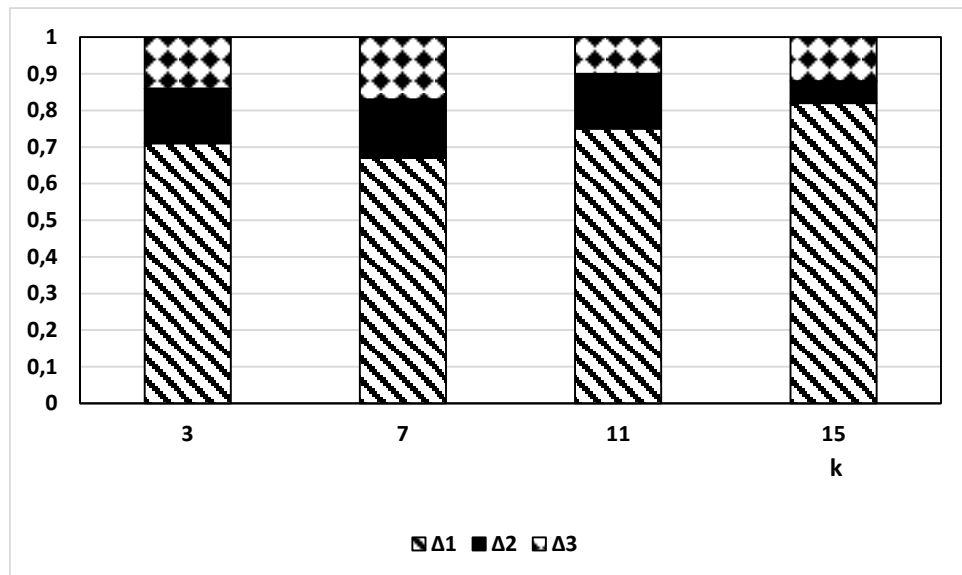
Частка швидкооборотної деформації вздовж каналів приймає найбільше значення, коли $k=11$; частка повільнооборотної деформації, коли $k=7$; частка залишкової деформації, коли $k=3$ (рис 3.14 а).

При збільшенні вимкнених голок у неповного ластика частка залишкової деформації впоперек каналів збільшується, частка швидкооборотної деформації приймає найбільше значення, коли $k=7$; частка повільнооборотної деформації, коли $k=3$ (рис 3.14 б).

При використанні поліакрилонітрильної пряжі (рис.3.15), частка швидкооборотної складової при розтягуванні вздовж каналів вища, ніж при використанні чистої бавовни, становить близько 0,8 і також практично не залежить від рапорту переплетення. В той час як і при використанні чистої бавовни при розтягуванні впоперек каналів вона зростає зі збільшенням рапорту вимкнених голок, тобто ширини каналу.



а)



б)

Рис. 3.15. Залежність часток деформації від рапорту неповного ластика (Заправка 4): а – вздовж каналів; б – впоперек каналів

Частка швидкооборотної деформації вздовж каналів приймає найбільше значення, коли $k=3$; частка повільнооборотної деформації, коли $k=7$; частка залишкової деформації, коли $k=11$ (рис 3.15 а).

Частка швидкооборотної деформації впоперек каналів приймає найбільше значення, коли $k=15$; частка повільнооборотної деформації, коли $k=7$; частка залишкової деформації, коли $k=7$ (рис 3.15 б).

3.8. Висновки по розділу

Проведені дослідження трикотажних полотен з вертикальними каналами дозволили встановити наступне:

- використання поліакрилонітрильної пряжі дозволяє отримати ширші канали при одному й тому самому рапорті переплетення в порівнянні з бавовняною пряжею;
- зі збільшенням кількості пропущених голок в неповному ластикі від 3 до 15 поверхнева густина полотна зменшується в середньому на 15 %. Найменшу поверхневу густину має полотно, яке виготовлено з поліакрилонітрильної пряжі, а найвищу – полотно, яке виготовлено з бавовняної пряжі та поліамідних ниток;

- повна деформація трикотажу знижується зі збільшенням рапорту вимкнених голок у неповному ластикі. Тенденція більш виражена при розтягуванні упоперек полотна (каналів). Встановлено вплив заправки на розтяжність полотна: найбільшу розтяжність в обох напрямках має трикотаж, який виготовлено з бавовняної пряжі, а найнижчу – трикотаж з поліакрилонітрильної пряжі;
- частка швидкозворотної складової повної деформації залежить від варіанту заправки та ширини каналу і становить $0,6 \div 0,8$ при розтягуванні упоперек каналу та $0,7 \div 0,9$ при розтягуванні вздовж каналу;
- залишкова деформація залежить від варіанту заправки та напрямку розтягування. При розтягуванні вздовж каналу показник змінюється в межах $2 \div 10$ %, в той час як при розтягуванні упоперек каналу у полотна перших двох заправок (бавовняна пряжа та комбінація бавовняної пряжі з віскозною ниткою) сягає $12 \div 20$ %.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗОНАЛЬНОГО ТРИКОТАЖУ

Наш світ має різноманітні моделі інтелектуальних форм. Різні умови або подразники, а саме: радіація, температура, сила хімічних реакцій, магнітних і електричних полів від навколишнього середовища, діють на зовнішній шар системи. Датчики в зовнішньому шарі, які вміють ототожнювати ці результати, передають відібрані дані для обробки та розтлумачення сигналів, при чому всі клітини відповідають на умови навколишнього середовища або подразники неоднаково [2].

Датчики забезпечують систему для виявлення сигналів, таким чином, в пасивному інтелектуальному матеріалі існування датчиків має важливе значення. Електроприводи впливають на виявлений сигнал або автономно, або з центрального блоку керування; разом з датчиками, вони є основним елементом активних інтелектуальних матеріалів

Тканинні датчики можуть використовуватися для електрокардіограми (ЕКГ), електроміографії (ЕМГ) та електроенцефалографії (ЕЕГ). Вуглецеві електроди, інтегровані в тканини, можуть використовуватися для виявлення конкретних екологічних або біомедичних особливостей, таких як кисень, солоність, вологість або забруднення [3].

Розрізняють датчики світла, акустичні датчики, теплові датчики, датчики руху, датчики розпізнавання активності, датчики виявлення місця розташування та хімічні датчики.

В Київському національному університеті технологій та дизайну, розробляють біометричні пакети (рис. 4.1) з метою комплексного оцінювання тактико-технічних і фізичних властивостей функціональних елементів предметів речового майна військовослужбовців. Для цього використано різні модифікації сенсорів, які необхідно вбудувати у відповідний виріб (рис. 4.4).



Рис. 4.1. Біометричний пакет

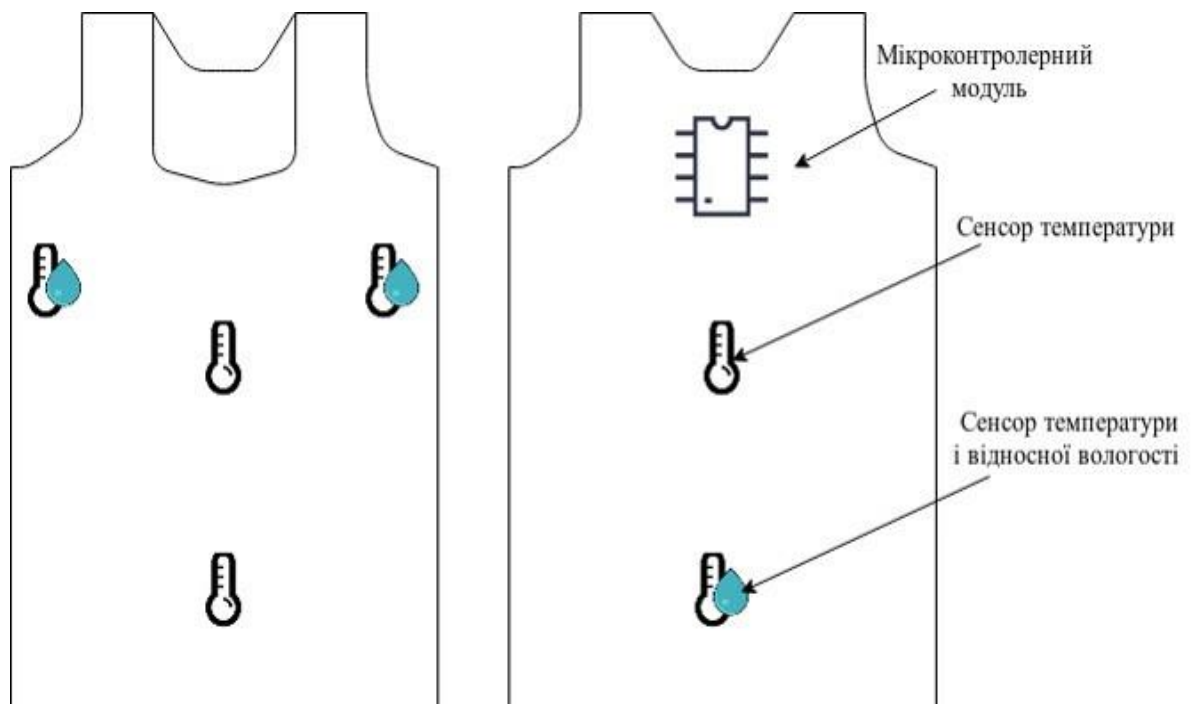


Рис. 4.2. Схема розташування датчиків

Для виготовлення трикотажного полотна, яке можна застосовувати для прокладання дротів та вбудованих датчиків в даній роботі було обрано спосіб чергування в рапорті ряду гладі та ряду неповного ластику високого рапорту, в результаті чого отримано вертикальні канали.

Для в'язання такого полотна, голки в голечниці розставляли наступним чином:

2 з низькою п'яткою (н. п); 3 з високою п'яткою (в. п), 2 з н. п – 7 разів; 18 з в. п, 2 з н. п; 3 з в. п, 2 з н. п – 17 разів; 18 з в. п, 2 з н. п; 3 з в. п, 2 з н. п – 6 разів, 18 з в. п, 2 з н. п; 3 з в. п, 2 з н. п – 6 разів, 50 з в. п, 2 з н. п; 3 з в. п, 2 з н. п – 6 разів.

В результаті отримано полотна, які в певних місцях мають канали різної ширини (рис. 4.3).



а)



б)

Рис. 4.3. Експериментальні зразки полотна з каналами: а – заправка 1;
б – заправка 2

Розроблені полотна використано для виготовлення експериментального зразка виробу (рис.4.4), який має вертикальні канали, в які вмонтовано біометричний пакет з метою моніторингу різноманітних показників у підодяговому просторі.



Рис. 4.4. Експериментальний зразок виробу з вбудованими сенсорами

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті аналізу можливих способів отримання каналів в структурі трикотажу обрано чергування в рапорті ряду гладі та ряду неповного ластика великого рапорту, в результаті чого отримують вертикальні канали. Цей спосіб є простішим у виготовленні, адже може бути реалізований на переважній більшості плоско- та круглов'язальних машин.

Для отримання дослідних зразків трикотажу обрано плосков'язальну машину 10 класу. Для проведення досліджень сплановано експеримент, в якості вхідних факторів якого обрано варіант заправки та кількість вимкнених голок у рапорті неповного ластика.

Проведені дослідження трикотажних полотен з вертикальними каналами різних заровок та різної кількості вимкнених голок в рапорті комбінованого переплетення дозволили встановити наступне:

- встановлено залежність ширини каналів від рапорту вимкнених голок для кожного варіанту заправки;
- використання поліакрилонітрильної пряжі дозволяє отримати ширші канали при одному й тому самому рапорті переплетення в порівнянні з трикотажем, який виготовлений з бавовняної пряжі;
- зі збільшенням кількості пропущених голок в неповному ластикі від 3 до 15 поверхнева густина полотна зменшується в середньому на 15 %. Найменшу поверхневу густину має полотно, яке виготовлено з поліакрилонітрильної пряжі, а найвищу – полотно, яке виготовлено з бавовняної пряжі та поліамідних ниток;
- повна деформація трикотажу знижується зі збільшенням рапорту вимкнених голок у неповному ластикі. Тенденція більш виражена при розтягуванні упоперек полотна (каналів). Встановлено вплив заправки на розтяжність полотна: найбільшу розтяжність в обох напрямках має трикотаж, який виготовлено з бавовняної пряжі, а найнижчу – трикотаж з поліакрилонітрильної пряжі;

- частка швидкозвотної складової повної деформації залежить від варіанту заправки та ширини каналу і становить $0,6 \div 0,8$ при розтягуванні впоперек каналу та $0,7 \div 0,9$ при розтягуванні вздовж каналу;
- залишкова деформація залежить від варіанту заправки та напряму розтягування. При розтягуванні вздовж каналу показник змінюється в межах $2 \div 10$ %, в той час як при розтягуванні впоперек каналу у полотна перших двох заправок (бавовняна пряжа та комбінація бавовняної пряжі з віскозною ниткою) сягає $12 \div 20$ %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бост Ф., Кросетто Г. Инновационный текстиль и активные материал. – 2014. С. 22-33.
2. Троян Є. С. "Розумні" текстильні матеріали і вироби / Є. С. Троян ; наук. кер. О. П. Кизимчук, І. В. Єрмоленко // Наукові розробки молоді на сучасному етапі : тези доповідей XVI Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів (27-28 квітня 2017 р., Київ). - К. : КНУТД, 2017. - Т. 1 : Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення. - С. 285-286.
3. Matteo Stoppa and Alessandro Chiolerio (2014). Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review. Sensors. – Vol. 14, P.11957-11992 ...
4. Трикотаж для застосування у виробках спеціального функціонального призначення / О. П. Кизимчук, Д. С. Новак, М. В. Романенко, Р. О. Овсієнко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Технічні науки. - 2019. - № 2 (132). - С. 87-98.
5. Афанас'єва О. В. Перспективи та напрямки розвитку «розумного» текстилю / О.В. Афанас'єва, С. Ю. Боброва // Всеукраїнська науково-практична конференція студентів і молодих вчених «Підвищення конкурентоспроможності текстильних матеріалів і виробів легкої промисловості», 17 травня 2016 р., Херсон. — Херсон : ХНТУ, 2016. — С. 9-11.
6. Кричевский Г.Е. Нано-, био-, химические технологии и производство нового поколения волокон, текстиля и одежды. Издание первое / Г.Е. Кричевский. – М. : 2011. – 528 с.
7. Єрмоленко І. В. «Розумний текстиль» в житті людини / І. В. Єрмоленко // Тези доповідей XV Всеукраїнської наукової конференції молодих учених та студентів "Наукові розробки молоді на сучасному етапі". Т. 1 : Секція "Нові наукомісткі технології виробництва матеріалів, виробів широкого вжитку та спеціального призначення" [Текст] : 28-29 квітня 2016 р. — К. : КНУТД, 2016. — С. 131-132.
8. Інноваційні технології швейного виробництва. -

http://dn.khnu.km.ua/dn/k_default.aspx?M=k1411&T=03_1&lng=1&st=0

9. Кизимчук О. П. Розумний текстиль в інтер'єрі / О. П. Кизимчук, І. В. Єрмоленко, Є. С. Троян // Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан легкої і текстильної промисловості: інновації, ефективність, екологічність» (12-17 вересня 2017 р.). - Херсон: Видавництво ХНТУ, 2017. – С. 57-59

10. Бост Ф., Кросетто Г. Инновационный текстиль и активные материал. – 2014. С. 22-33.

11. R. Nayak, ... R. Padhye, in [Electronic Textiles](#), 2015

12. Галик І. С. Використання NBIC-технологій для виробництва захисного текстилю та одягу / І. С. Галик, Б. Д. Семак // Львівська комерційна академія. - 2015. - С. 13.

13. Король В. П. Основи теорії в'язання візерункового трикотажу: підручник / В. П. Король, Л. Є. Галавська. – К. : Кафедра, 2014. – 498 с.

14. Орловський Б. В. Плосков'язальні машини: посібник / Б.В. Орловський, В.М. Дворжак. – КНУТД, 2012. – с. 71-88.

15. Бавовна. –<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B0>

16. Справочник трикотажника: учебник / Крассий Г. Г., Керсек В.Н., Гамрецькая В. И., Сахарная Р. Я.- Киев, 1975. - 5-13с.

17. Віскозне волокно. –
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE

18. Зсідання тканин. – https://studopedia.su/8_51609_zsidannya-tkanin.html